

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Інженерно-фізичний факультет**

**Кафедра ливарного виробництва чорних і кольорових металів**

«На правах рукопису»

УДК \_\_\_\_\_

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Ямшинський М.М.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 р.

**Магістерська дисертація**

**на здобуття ступеня магістра**

**за спеціальністю 136 – Металургія**

**на тему: «Ливарний комплекс заводу інженерних машин із розробкою технології виготовлення виливків»**

Виконав студент VI курсу, групи ФЛз-71мп

**Шевчук Василь Іванович** \_\_\_\_\_

Керівник: доц., к.т.н., доц. **Самарай В.П.** \_\_\_\_\_

Консультант з охорони праці та безпеки  
в надзвичайних ситуаціях: доц., к.т.н., доц. **Зацарний В.В.** \_\_\_\_\_

Консультант з економічно-організаційної  
частини: к.е.н., доц. **Глуценко Я.І.** \_\_\_\_\_

Консультант з нормоконтролю: доц., к.т.н., доц. **Федоров Г.Є.** \_\_\_\_\_

Рецензент: \_\_\_\_\_

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

Студент \_\_\_\_\_

Київ – 2018 року

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

**Інженерно-фізичний факультет  
Кафедра ливарного виробництва чорних і кольорових металів**

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність – **136 – Металургія**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ М.М.Ямшинський

\_\_\_\_\_ 2018 р.

**ЗАВДАННЯ  
на магістерську дисертацію студенту**

**Шевчуку Василю Івановичу**

1. Тема дисертації «Ливарний комплекс заводу інженерних машин із розробкою технології виготовлення виливків», науковий керівник дисертації Самарай В.П., к.т.н., доцент, затверджені наказом по університету від 09 листопада 2018 р. №4127

2. Термін подання студентом дисертації – 14 грудня 2018 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 1500 т придатних виливків за рік. 4.4. Номенклатура виливків ливарного цеху масою до 100 кг – 50 найменувань.

5. Перелік завдань, 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. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 5.6. Економічно-організаційна частина. Загальні висновки.

6. Орієнтовний перелік графічного матеріалу:

6.1. План цеху. 6.2. Розріз цеху. 6.3. Технологія ливарної форми основного виливка (3 аркуші). 6.4. Технологія ливарної форми другого виливка (1 аркуш). 6.5. Загальний вигляд та окремий вузол технологічного устаткування 6.6. Порівняльні техніко-економічні показники. 6.7. Стартап.

7. Орієнтовний перелік публікацій: публікацій немає.

8. Консультанти розділів дисертації\*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Зацарний В.В., доцент		
Економічно-організаційна частина	Глуценко Я.І., доцент		
Нормоконтроль	Федоров Г.Є., доцент		

9. Дата видачі завдання: – 03 вересня 2018 року

#### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів дисертації	Примітка
1	Переддипломна науково-виробнича практика. Аналіз результатів практики	03.09.18...28.10.18 р.	
2	Аналіз виробничої програми	29.10.18...03.11.18 р.	
3	Проектування основних і допоміжних виробничих відділень і дільниць	04.11.18...15.11.18 р.	
4	Розроблення технологічної частини роботи	16.11.18...19.11.18 р.	
5	Розроблення спеціальної частини роботи	20.11.18...25.11.18 р.	
6	Виконання графічної частини дисертації	26.11.18...08.12.18 р.	
7	Виконання завдання з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	09.12.18...11.12.18 р.	
8	Виконання економічно-організаційної частини	09.12.18...13.12.18 р.	
9	Оформлення магістерської дисертації	01.12.18...14.12.18 р.	
10	Рецензування магістерської дисертації	14.12.18...17.12.18 р.	
11	Захист магістерської дисертації	20.12.18 р.	

Студент  
Науковий керівник дисертації

Шевчук В.І.  
Самарай В.П.

# **Пояснювальна записка**

## **до дипломного проекту**

на тему: “Ливарний комплекс заводу інженерних машин із  
розробкою технології виготовлення виливків”



## РЕФЕРАТ

Дипломний проект: 140 стор.; 6 рис.; 43 табл.

В проекті розробляється технологічний процес виготовлення виливка “Коліно” із сплаву Сталь 40Л, “Ричаг” із сплаву ВЧ40 та планування відділення лиття за моделями, що витоплюються.

Метою проекту є визначення технологічних параметрів та складання опису виробництва виливка; розроблення і обґрунтування технології виробництва виливка; технологічне планування і організація роботи авіабудівного цеху, що включає відділення лиття за моделями, що витоплюються.

Економічні розрахунки підтверджують правильність вибору технологічного процесу виготовлення сталевих виливків.

Проведений аналіз небезпечних виробничих факторів у відділенні лиття за моделями, що витоплюються. Розроблені заходи щодо створення безпечних умов праці у відділенні, та охорони довкілля.

**ВИЛИВОК, ДЕТАЛЬ, ВІДДІЛЕННЯ ЛИТТЯ ЗА МОДЕЛЯМИ, ЩО ВИТОПЛЮЮТЬСЯ, СТАЛЬ, КЕРАМІКА, МОДЕЛЬ.**

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Шевчук В.І.			Лит.	Лист	Листов
Провер.		Самарай В.П.				5	
Реценз.					РЕФЕРАТ НТУУ “КПІ” ІФФ, гр.ФЛ71		
Н. Контр.							
Утверд.							

## ABSTRACT

Volume graduation project is 140 pages; 6 figures; 43 tables. The project developed technological process of manufacturing castings "knee" of alloy steel 40L "Rychah" alloy VCH40 and planning department casting models that are rendered.

The project aims to determine the process parameters and a description of the production of castings; development and justification casting production technology; manufacturing planning and organization of aircraft plant, including the casting department for models that are rendered.

Economic calculations confirm the correctness of the choice process of manufacturing steel castings.

The analysis of dangerous factors of production in the department of casting models that are rendered. Developed measures to create a safe working environment in the department, and the environment.

CASTINGS, PARTS, DEPARTMENT OF CASTING MODELS FOR RENDERED, STEEL, CERAMICS, MODEL.

					ФЛЗ71МП.7106.1110.0000 ПЗ	Арку
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

## Зміст

ВСТУП.....	11
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТА ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ ЦЕХУ ЗАВОДУ.....	13
1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ.....	14
1.1 Виробнича програма цеху.....	14
1.2 Класифікація виробництва.....	14
1.3 Вибір базових технологічних процесів.....	14
1.4 Тип і структура цеху.....	15
1.5 Аналіз виробничої програми.....	16
2 РЕЖИМ РОБОТУ ЦЕХУ І ФОНДИ ЧАСУ.....	22
3 РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧИХ ВІДДІЛЕНЬ ЦЕХУ.....	24
3.1 Розрахунок плавильного відділення.....	24
3.1.1. Склад балансу металу за марками сплаву, що виплавляються.....	24
3.1.2. Розрахунок необхідної кількості плавильних агрегатів.....	25
3.1.3. Розрахунок необхідної кількості шихти.....	27
3.2 Розрахунок формувально-заливального-вибивального відділення.....	28
3.3 Розрахунок стрижневого відділення.....	30
3.4 Розрахунок сумішоприготувального відділення .....	31
3.5 Розрахунок відділення фінішних операцій.....	34
4 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ДІЛЬНИЦЬ ВІДДІЛЕННЯ ЛИТТЯ ЗА МОДЕЛЯМИ, ЩО ВИТОПЛЮЮТЬСЯ.....	36
4.1 Плавильна дільниця.....	37
4.2 Модельна дільниця.....	39
4.3 Приготування суспензій та виготовлення керамічних оболонок.....	40
4.4 Прожарювання блоків моделей.....	43
5 ДОПОМІЖНІ ВІДДІЛЕННЯ, ДІЛЬНИЦІ ТА СЛУЖБИ .....	44

					<b>ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ</b>			
Зм.	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата	<b>Зміст</b>	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Шевчук В.І.						
Перевір.		Самарай В.П.					7	134
Н. Контр.						<b>НТУУ ІФФ</b>		
Затверд.								

5.1 Цехові комори для зберігання допоміжних матеріалів, інструменту, і спецодягу.....	44
5.2 Санітарно-технічна майстерня.....	44
5.3 Цехові лабораторії.....	44
<b>6 СКЛАДСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО І ВНУТРІШНЬОЦЕХОВИЙ</b>	
<b>ТРАНСПОРТ.....</b>	<b>45</b>
6.1 Складське господарство.....	45
6.2 Внутрішньоцеховий транспорт.....	46
<b>7 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....</b>	<b>48</b>
7.1 Елементи конструкції будівлі.....	48
7.2 Побутові і адміністративно-службові приміщення.....	49
7.3 Опалення і вентиляція.....	49
<b>8 ЕНЕРГЕТИЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ.....</b>	<b>50</b>
<b>9 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....</b>	<b>53</b>
9.1 Загальна характеристика деталі 1 деталі.....	53
9.2 Спосіб виробництва виливка.....	55
9.3 Вибір положення виливка.....	56
9.4 Припуски на механічне оброблення.....	57
9.5 Визначення кількості виливків в формі і моделей в прес-формі.....	58
9.6 Розрахунок ливникової системи на ПЕОМ.....	58
9.7 Сутність процесу.....	60
9.8 Загальні характеристики другої деталі.....	63
9.9 Виготовлення деталей колінного протезу методами лиття.....	64
<b>10 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....</b>	<b>68</b>
10.1 Загальна характеристика вибивної решітки.....	68
10.1.1 Призначення, галузь використання.....	68
10.1.2 Описання та обґрунтування вибраної конструкції.....	68
10.2 Кінематична схема решітки.....	69
10.3 Розрахунок основних конструктивних параметрів.....	70
10.3.1 Визначення кутової швидкості вібратора.....	70
10.3.2 Визначення кількості обертів вала вібратора за хвилину.....	70

10.3.3	Визначення величини збурювальної сили.....	71
10.3.4	Визначення маси неврівноважених вантажів.....	71
10.3.5	Визначення сумарної жорсткості пружин.....	72
10.3.6	Визначення жорсткості однієї пружини.....	72
10.3.7	Визначення потужності електродвигуна привода вибивної інерційної гратки.....	72
10.4	Робота інерційної вибивної гратки.....	74
10.5	Розрахунок гідролізеру.....	76
11	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	79
1.1	Охорона праці.....	80
11.1.1	Аналіз умов праці Організація робочого місця.....	80
11.1.2	Аналіз мікроклімату.....	83
11.1.3	Шкідливі речовини в повітрі робочої зони.....	86
11.1.4	Розрахунок освітлення.....	88
11.1.5	Шум, вібрація, ультразвук, інфразвук.....	91
11.1.6	Виробничі випромінювання.....	93
11.1.7	Електробезпека.....	94
11.1.8	Протипожежна безпека.....	97
11.1.9	Розробка заходів з охорони праці.....	99
11.1.9.1	Розрахунок необхідного повітрообміну ливарного цеху.....	99
11.2	Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	101
12	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	104
12.1	Організаційний розділ.....	104
12.1.1	Розрахунок чисельності основних та допоміжних робітників.....	104
12.1.1.1	Основні робітники.....	104
12.1.1.2	Допоміжні робітники.....	105
12.1.2	Управлінський персонал.....	105
12.1.3	Загальна чисельність працівників.....	105
12.1.4	Розрахунок фондів заробітної плати.....	106
12.1.5	Розрахунок показника продуктивності праці.....	108
12.2	Економічний розділ.....	109

12.2.1	Визначення обсягів капітальних вкладень в цех, що проектується.....	109
12.3	Визначення планової собівартості одиниці продукції.....	113
12.4	Розрахунок показників економічної ефективності проектного рішення.....	118
13.	Бізнес проект .....	119
	ВИСНОВКИ.....	125
	CONCLUSIONS.....	126
	ЛІТЕРАТУРА.....	127
	Додатки.....	128

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		10

## ВСТУП

На сьогоднішній день ливарне виробництво займає важливе місце в технічному розвитку людства. Саме за допомогою ливарного виробництва виконують вироби різної конфігурації та маси. Важко уявити життя людини без металевих виробів, більшість яких виготовлена литтям. Відлита заготовка дуже схожа на деталь, тому можна витратити менше ресурсів на виготовлення деталі, скоротити час на обробку деталі та збільшити кількість виготовлення деталей за той же самий час, в порівнянні з іншими способами виготовлення металевих виробів.

В останній час активно розвиваються спеціальні способи лиття. За допомогою спеціальних способів лиття можна отримувати деталі з більш високою точністю, менше затрачати необхідних ресурсів на виготовлення деталей, чи прискорювати час, за який виготовляється деталь, ніж звичайним литтям в землю.

Одним із поширених спеціальних способів лиття – є лиття за моделями, що витоплюються. За допомогою цього способу можна збільшити кількість виготовлених виробів за той же самий час, покращити точність виливка, зменшити кількість необхідної стрижневої та формувальної суміші, але підвищується собівартість виробу, оскільки лиття за моделями, що витоплюються – є дорогим способом лиття.

Промислове застосування цього способу забезпечує отримання із будь-яких ливарних сплавів складних по формі виливків масою від декількох грамів до десятків кілограмів зі стінками, товщина яких в деяких випадках менша одного міліметра [3].

Цей спосіб широко використовується в авіабудівній, машинобудівній, приладобудівній і військовій промисловостях.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Шевчук В.І.			ВСТУП	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Самарай В.П.					11	134
Реценз.						НТУУ "КПІ" ІФФ, гр.ФЛ71		
Н. Контр.								
Утверд.								

З розвитком металургійної галузі з'являється потреба в проектуванні нових ливарних дільниць та їх реконструкції. У даному дипломному проекті розглядається реконструкція ливарного цеху заводу ПрАТ «ВЛКЗ», який знаходиться на території смт. Вишневе на випуск 1500 т додатних виливків за рік. Максимальна маса виливків - 74 кг. Мета технічного переозброєння ливарного цеху – створення ефективного виробництва для отримання точних виливків в широкому діапазоні розмірів та маси, на базі лиття у піщано-глинясті форми з дільницею прогресивного технологічного процесу способом лиття за моделями, що витоплюються при покращенні санітарно-гігієнічних умов праці та дотримання вимог по екології для оточуючого середовища.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТА ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ ЦЕХУ АВІАБУДІВНОГО ЗАВОДУ

На сьогоднішній день ливарне виробництво займає важливе місце в технічному розвитку людства. В останні роки країні потрібні заводи з новими потужностями, тому проєктований цех повинен задовольняти всім вимогам.

Спроектувати цех заводу, який здатний виконувати такі завдання:

- для проєктування використати номенклатуру, яка наведена у табл. 1.1;
- потужність цеху – 1500 тон придатних виливків на рік;
- максимально застосувати автоматизацію і механізацію виробничих процесів з використанням сучасних досягнень ливарної науки та технологій;
- місце розташування спроектованого цеху смт. Вишневе;
- основні джерела забезпечення підприємства при його експлуатації:  
вода – міське водопостачання, газ – місцева мережа газу, електроенергія і тепло – Вишнівська ТЕС;
- для скидання стічних вод – загальна міська каналізація;
- в проєктованому цеху окрім лиття в піщано-глинясті форми, також розробити дільницю лиття за моделями, що витоплюються;
- Інвестиційні витрати та очікувані економічні показники повинні перевищувати показники діючого виробництва.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Шевчук В.І.			ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТА ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ ЦЕХУ АВІАБУДІВНОГО ЗАВОДУ	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Самарай В.П.					13	134
Реценз.						НТУУ "КПІ" ІФФ, гр.ФЛ71		
Н. Контр.								
Утверд.								

# 1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ

## 1.1 Виробнича програма цеху

Ливарний цех заводу з потужністю 1500 тон придатного литва на рік призначена для лиття точних і відповідальних виливків. Оскільки у проєктованому цеху є дільниця лиття за моделями, що витоплюються, то програму розраховуємо окремо для дільниці лиття у землю та для дільниці лиття за моделями, що витоплюються з загальної номенклатури.

## 1.2 Класифікація виробництва

Цех, що проєктується класифікується:

- за родом металу – цех чорного литва;
- за характером виробництва – серійне;
- за рівнем механізації і автоматизації – середньо автоматизований;
- за масою виливків – цех дрібного литва;
- за типом процесів – лиття за моделями, що витоплюються та у
- разові піщано-глинисті форми;

## 1.3 Вибір базових технологічних процесів

За ступенем складності виливки відносяться до нескладних, середньої складності і підвищеної складності.

Виливки масою до 5 кг виготовляються литтям за моделями, що витоплюються, інша масова група виливків виготовляється традиційним методом лиття в одноразові піщано-глинисті форми. Стрижні виготовляються з

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ					
Изм.	Изм.Л	Лист№ докум.	№	Подп	АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ					
Разраб.	Шевчук В.І.							Лит.	Лист	Листов
Провер.	Самарай. В.П.								14	134
Реценз.								НТУУ"КПІ" ІФФ,гр.ФЛ71		
Н. Контр.										
Утверд.										

холоднотверднучих сумішей з синтетичними смолами. Плавка ведеться в індукційних печах. Виливки піддаються термічному обробленню.

#### 1.4 Тип і структура цеху

За структурою ливарний цех складається із таких основних та допоміжних відділень:

а) виробничі відділення:

- плавильне відділення;
- модельне відділення;
- відділення виготовлення керамічної оболонки;
- відділення вилучення моделей;
- сумішоприготувальне відділення;
- стрижневе відділення;
- формувально-складально-заливально-вибивальне відділення;
- відділення фінішних операцій;
- відділення термічного оброблення;

б) допоміжні дільниці:

- ремонтно-механічна майстерня;
- регенерації формувальної суміші та піску;
- лабораторія;

в) склади:

- склад шихтових, формувальних і модельних матеріалів;
- склад опок;
- модельної оснастки;
- склад прес-форм;
- готових виливків.

г) службово-побутові приміщення, в яких розміщується:

- технологічне бюро;
- служба механіка та енергетика;
- бухгалтерія, виробничо-диспетчерська та планово-економічна

служби;

- бюро технічного контролю;

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

- гардеробна;
- душові;
- їдальня;
- кімната відпочинку;
- медпункт;
- санвузли.

Враховуючи характер виробництва та обмежену номенклатуру виливків проектування ливарного цеху заводу здійснювалось з використанням точної програми, (номенклатура виливків не перевищує 200 найменувань, а цех відноситься до цехів з дрібносерійним виробництвом). Точна (подетальна) виробнича програма випуску виливків наведена в табл. 1.2

### 1.5 Аналіз виробничої програми

За даними таблиці 1.1 і зробленого розрахунку річної кількості виливків кожного найменування складаємо точну виробничу програму ливарного цеху авіабудівного заводу (таблиця 1.2).

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Таблиця 1.1 – Номенклатура ливарного цеху

Індекс позиції	Код деталі	Найменування деталі	Матеріал виливка	Маса виливка, кг	Кількість деталей	Габаритні розміри виливка, мм			Режим термічного оброблення
						довжина	ширина	висота	
1	ФЛ7101	Ричаг	ВЧ40	0,5	2	45	50	35	
2	ФЛ7102	Корпус 1	СЧ35	1	2	180	65	45	
3	ФЛ7103	Корпус 2	СЧ35	2,5	2	104	90	75	
4	ФЛ7104	Корпус 3	СЧ35	4	2	125	110	115	
5	ФЛ7105	Втулка 1	45Л	0,25	4	50	12	6	нормалізація
6	ФЛ7106	Втулка 2	45Л	0,5	4	100	25	12	нормалізація
7	ФЛ7107	Втулка 3	45Л	1,2	4	200	50	25	нормалізація
8	ФЛ7108	Втулка 4	45Л	2,5	4	50	125	62	нормалізація
9	ФЛ7109	Рама 1	СЧ35	1	2	125	62	10	
10	ФЛ7110	Рама 2	СЧ35	2,5	2	35	125	20	
11	ФЛ7111	Рама 3	СЧ35	3	2	50	25	40	
12	ФЛ7112	Рама 4	СЧ35	3,5	2	87	50	80	
13	ФЛ7113	Хрестовина 1	45Л	0,5	12	76	80	10	нормалізація
14	ФЛ7114	Коліно 1	40Л	0,13	10	61	55	120	нормалізація
15	ФЛ7115	Коліно 2	40Л	0,13	10	61	55	120	нормалізація
16	ФЛ7116	Плита	СЧ45	3,5	2	75	80	50	
17	ФЛ7117	Фланець 1	45Л	1,5	4	40	20	50	нормалізація
18	ФЛ7118	Фланець 2	45Л	1,7	4	45	30	55	нормалізація
19	ФЛ7119	Фланець 3	45Л	2,5	4	55	60	45	нормалізація
20	ФЛ7120	Державка	СЧ25	2,2	4	60	80	30	
21	ФЛ7121	Опора ліва 1	35ХГСЛ	0,13	10	69	37	21,5	нормалізація
22	ФЛ7122	Опора права 1	35ХГСЛ	0,13	10	69	37	21,5	нормалізація
23	ФЛ7123	Кронштейн 1	35Л	0,5	2	50	80	20	нормалізація
24	ФЛ7124	Кронштейн 2	35Л	1	2	74	62	30	нормалізація
25	ФЛ7125	Кронштейн 3	35Л	2,5	2	160	140	50	нормалізація
26	ФЛ7126	Кронштейн 4	35Л	5	2	175	155	80	нормалізація
27	ФЛ7127	Хрестовина 2	45Л	1	12	70	55	20	нормалізація
28	ФЛ7128	Хрестовина 3	45Л	2,5	12	85	67	50	нормалізація
29	ФЛ7129	Опора середня 1	35ХГСЛ	0,13	10	69	37	21,5	нормалізація
30	ФЛ7130	Опора середня 2	35ХГСЛ	0,13	10	69	37	21,5	нормалізація
31	ФЛ7131	Вилка	35Л	8,5	2	210	105	150	нормалізація
32	ФЛ7132	Кришка 1	35Л	3,4	1	304	110	165	нормалізація
33	ФЛ7133	Кришка 2	35Л	5,2	1	302	104	170	нормалізація
34	ФЛ7134	Серга	45Л	3,2	2	180	100	140	нормалізація
35	ФЛ7135	Стяжка	45Л	3,8	2	425	154	213	нормалізація
36	ФЛ7136	Стакан	45Л	4,0	2	545	275	243	нормалізація
37	ФЛ7137	Гніздо	35Л	4,6	4	437	242	210	нормалізація
38	ФЛ7138	Кронштейн 5	45Л	20,2	1	195	107	95	нормалізація
39	ФЛ7139	Кронштейн 6	45Л	20,2	1	346	231	342	нормалізація
40	ФЛ7140	Брус	35Л	43,4	1	232	342	121	нормалізація

ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ

Лист

17

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

## Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
41	ФЛ7141	Корпус 4	35Л	10,7	2	210	105	150	нормалізація
42	ФЛ7142	Маточина	45Л	18	4	304	110	165	нормалізація
43	ФЛ7143	Поперечина	35Л	17,2	1	302	104	170	нормалізація
44	ФЛ7144	Брусок	35Л	9,2	1	180	100	140	нормалізація
45	ФЛ7145	Корпус 5	35Л	16,7	1	425	154	213	нормалізація
46	ФЛ7146	Втулка	45Л	12,8	4	545	275	243	нормалізація
47	ФЛ7147	Фланець	35Л	6,6	1	437	242	210	нормалізація
48	ФЛ7148	Шток	45Л	4,8	2	195	107	95	нормалізація
49	ФЛ7149	Труба	35Л	9,9	1	346	231	342	нормалізація
50	ФЛ7150	Сектор	45Л	12,4	1	232	342	121	нормалізація

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

Таблиця 1.1 – Аналіз виробничої програми

Індекс позиції	Код деталі	Найменування деталі	Матеріал і марка	Маса, кг		Кількість виробів		Річна програма випуску виливків										
				готової деталі	виливка	шт	кг	на основні вироби		на запасні частини			всього					
								шт.	т	%	шт.	т	шт.	т				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
Перша група за лвм																		
5	ФЛ7105	Втулка 1	45Л	0,22	0,25	4	1	601,2	0,6012	10	66,8	0,0668	668	0,668				
6	ФЛ7106	Втулка 2	45Л	0,43	0,5	4	2		1,2024			0,1336		1,336				
7	ФЛ7107	Втулка 3	45Л	1,00	1,2	4	4,8		2,8854			0,3206		3,206				
8	ФЛ7108	Втулка 4	45Л	2,13	2,5	4	10		6,012			0,668		6,68				
13	ФЛ7113	Хрестовина 1	45Л	0,43	0,5	12	6		3,6072			0,4008		4,008				
14	ФЛ7114	Коліно 1	40Л	0,11	0,13	10	1,13		0,6975			0,7550		0,755				
15	ФЛ7115	Коліно 2	40Л	0,11	0,13	10	1,13		0,6975			0,7550		0,755				
17	ФЛ7117	Фланец 1	45Л	1,25	1,5	4	6		3,6072			0,4008		4,008				
18	ФЛ7118	Фланец 2	45Л	1,42	1,7	4	6,8		4,0878			0,4542		4,542				
19	ФЛ7119	Фланец 3	45Л	2,13	2,5	4	10		6,012			0,668		6,68				
21	ФЛ7121	Опора ліва 1	35ХГСЛ	0,11	0,13	10	1,13		0,6975			0,7550		0,755				
22	ФЛ7122	Опора права 1	35ХГСЛ	0,11	0,13	10	1,13		0,6975			0,7550		0,755				
23	ФЛ7123	Кронштейн 1	35Л	0,43	0,5	2	1		0,6012			0,0668		0,668				
24	ФЛ7124	Кронштейн 2	35Л	0,85	1	2	1		0,6012			0,0668		0,668				
25	ФЛ7125	Кронштейн 3	35Л	2,13	2,5	2	5		3,006			0,334		3,34				
26	ФЛ7126	Кронштейн 4	35Л	4,25	5	2	10		6,012			0,668		6,68				
27	ФЛ7127	Хрестовина 2	45Л	0,85	1	12	12		7,2144			0,8016		8,016				
28	ФЛ7128	Хрестовина 3	45Л	2,13	2,5	12	25		18,036			2,004		20,04				
29	ФЛ7129	Опора середня 1	35ХГСЛ	0,11	0,13	10	1,13		0,6975			0,7550		0,755				
30	ФЛ7130	Опора середня 2	35ХГСЛ	0,11	0,13	10	1,13		0,6975			0,7550		0,755				
Разом														75,07				

ФЛЗ71МП.7106.1110.0000 ПЗ

Арх

## Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Друга група за лвм														
1	ФЛ7101	Ричаг	ВЧ40	0,43	0,5	2	1	434,7	0,4347	10	48,3	0,0483	483	0,483
2	ФЛ7102	Корпус 2	СЧ35	0,85	1	2	2		0,8694			0,0966		0,966
3	ФЛ7103	Корпус 3	СЧ35	2,13	2,5	2	5		2,1735			0,2415		2,415
4	ФЛ7104	Корпус 4	СЧ35	3,33	4	2	8		3,4776			0,3864		3,864
9	ФЛ7109	Рама 1	СЧ35	0,85	1	2	2		0,8694			0,0966		0,966
10	ФЛ7110	Рама 2	СЧ35	2,13	2,5	2	5		2,1735			0,2415		2,415
11	ФЛ7111	Рама 3	СЧ35	2,5	3	2	6		2,6082			0,2898		2,898
12	ФЛ7112	Рама 4	СЧ35	2,92	3,5	2	7		3,0429			0,3381		3,381
16	ФЛ7116	Плита	СЧ35	2,92	3,5	2	7		3,0429			0,3381		3,381
20	ФЛ7120	Хрестовина 1	СЧ25	1,83	2,2	4	8,8		3,825			0,4250		4,250
Разом														25,089
Всього														100,089
Перша група за лиття в пф														
31	ФЛ7131	Вилка	35Л	8,5	10,2	2	20,4	3117,6	63,5990	10	346,4	7,0666	3464	70,6656
32	ФЛ7132	Кришка 1	35Л	3,4	4,08	1	4,08		12,7198			1,4133		14,1332
33	ФЛ7133	Кришка 2	35Л	5,2	6,24	1	6,24		19,4538			2,1615		21,6154
37	ФЛ7137	Гніздо	35Л	4,6	5,52	4	22,08		68,8366			7,6485		76,4852
40	ФЛ7140	Брус	35Л	43,4	52,08	1	52,08		162,365			18,040		180,406
41	ФЛ7141	Корпус 5	35Л	10,7	12,84	2	25,68		80,060			8,8955		88,9556
43	ФЛ7143	Поперечина	35Л	17,2	20,64	1	20,64		64,3472			7,1496		71,4967
44	ФЛ7144	Брусок	35Л	9,2	11,04	1	11,04		34,4183			3,8242		38,2427
45	ФЛ7145	Корпус 6	35Л	16,7	20,04	1	20,04		62,4767			6,9418		69,4187
47	ФЛ7147	Фланець 4	35Л	6,6	7,92	1	7,92		24,6913			2,7197		27,1973
49	ФЛ7149	Труба	35Л	9,9	11,88	1	11,88	37,0371	4,1152	41,1524				
Разом														700

ФЛЗ71мп. 7106.1110.0000 ПЗ

Арк.



## Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Друга група за лиття в пф														
34	ФЛ7134	Серга	45Л	3,2	3,84	2	7,68	2529	19,4227	10	281	2,1581	2810	21,5808
35	ФЛ7135	Стяжка	45Л	3,8	4,56	2	9,12		23,0645			2,5627		25,6272
36	ФЛ7136	Стакан	45Л	4,0	4,8	2	9,6		24,2784			2,6976		26,9760
38	ФЛ7138	Кронштейн 5	45Л	20,2	24,24	1	24,24		61,3030			6,8114		68,1144
39	ФЛ7139	Кронштейн 6	45Л	20,2	24,24	1	24,24		61,3030			6,8144		68,1444
42	ФЛ7142	Маточина	45Л	18	21,6	4	86,4		218,506			24,278		242,784
46	ФЛ7146	Втулка	45Л	12,8	15,36	4	61,44		155,382			17,265		172,647
48	ФЛ7148	Шток	45Л	4,8	5,76	2	11,52		29,1341			3,2371		32,3712
50	ФЛ7150	Сектор	45Л	12,4	14,88	1	14,88		37,6315			4,1813		41,8128
Разом														700
Всього														1400

ФЛЗ7МП.7106.1110.0000 ПЗ

Арху

## 2 РЕЖИМ РОБОТИ ЦЕХУ І ФОНДИ ЧАСУ

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

Найкращим режимом роботи являється такий режим, коли всі технологічні операції виконуються одночасно на різних виробничих ділянках. Найбільш оптимальним є двозмінний режим.

Фактори, які обумовлюють вибір режиму роботи відділення: маса виливка, потужність ділянки тощо. Отже, в даному дипломному проекті приймаємо паралельний двозмінний 8-годинний режим роботи, що дозволяє раціонально використовувати устаткування і площі відділення[6].

Далі встановлюємо фонди часу роботи устаткування та робітників.

Фонд часу роботи устаткування розраховується наступним чином:

$$\Phi_{p. \text{уст.}} = [(365 - \text{ВД} - \text{СД}) \cdot 8 - \text{ПСД} \cdot 1] \cdot m \cdot K_p, \quad (2.1)$$

де ВД – кількість вихідних днів на рік (субота + неділя), приймаємо 104 днів;

СД – святкові офіційно неробочі дні на рік, приймаємо 10 днів;

ПСД – передсвяткові дні, коли тривалість робочого дня зменшується на 1 годину, приймаємо 5 днів;

m – кількість змін роботи;

$K_p$  – коефіцієнт, який враховує перебування устаткування в ремонті, приймаємо 0,97.

$$\Phi_{p. \text{уст.}} = [(365 - 104 - 10) \cdot 8 - 5 \cdot 1] \cdot 2 \cdot 0,97 = 3886 \text{ год}$$

Фонд часу роботи працівників розраховується наступним чином:

$$\Phi_{p. \text{пр.}} = (365 - \text{ВД} - \text{СД} - \text{ВРЧ}) \cdot 8, \quad (2.2)$$

де ВД – кількість вихідних днів на рік (субота + неділя), приймаємо 104 днів;

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ		
Изм.							
Разраб.	Шевчук В.І.				Лит.	Лист	Листов
Провер.	Самарай В.П.					22	134
Реценз.					НТУУ"КП" ІФФ, грФЛ71		
Н. Контр.							
Утверд.							
<b>АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ</b>							

СД – святкові офіційно неробочі дні на рік, приймаємо 7 днів;

ВРЧ – витрати робочого часу працівників, днів.

$$\text{ВРЧ} = X - \text{ЧТДВ} - \text{НЗДА} - \text{СРЧ}, \quad (2.3)$$

де X – витрати робочого часу працівників через хвороби, приймаємо 12 днів;

ЧТДВ - витрати робочого часу працівників через чергові та додаткові відпустки, приймаємо 28 днів;

НЗДА - витрати робочого часу працівників через невихід з дозволу адміністрації, приймаємо 1 день;

СРЧ - витрати робочого часу працівників через скорочення робочого часу матерям, підліткам та ін., приймаємо 1 день.

$$\text{ВЧР} = 12 + 24 + 1 + 1 = 38 \text{ днів.}$$

$$\Phi_{\text{р. пр.}} = (365 - 104 - 10 - 38) \cdot 8 = 1704 \text{ год.}$$

Всі дані щодо режиму роботи відділення і фондів часу наведені в табл.2.1.

Таблиця 2.1 – Режим роботи цеху та річний фонд часу

Інд. позиції	Найменування відділень цеху, діляниць, тип устаткування	Кількість робочих змін на добу	Дійсний річний фонд часу, год	
			устаткування	робочого
1	2	3	4	5
1	Плавильна діляниця із ділянкою приготування шихти	15	2628 (7%)	1680
2	Модельна діляниця та виготовлення кераміки	10	3433 (12%)	1680
3	Формувальне відділення	8	3511 (10%)	1680
4	Стрижневе відділення	6	3511 (10%)	1680
5	Відділення фінішних операцій та допоміжні	24	3511 (10)	1680

### 3 РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧИХ ВІДДІЛЕНЬ ЦЕХУ

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

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

Допоміжне устаткування і необхідна кількість оснащення повинні забезпечити безперебійну роботу основного технологічного устаткування, а транспортні засоби – об'єднати технологічне устаткування у потокові лінії.

#### 3.1 Розрахунок плавильного відділення

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

Для виплавляння сталі використовують електродугові печі, оскільки вони забезпечують можливість відносно швидкого одержання якісного металу і його видачу на місце заливання форм.

##### 3.1.1 Складання балансу металу за марками сталей, що виплавляються

Виробництво виливків у цеху, що проектується, здійснюється із сталей

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ			
Изм.								
Разраб.	Шевчук В.І.				АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Самарай В.П.						24	134
Реценз.						НТУУ"КПІ" ІФФ, грФЛ71		
Н. Контр.								
Утверд.								

марок: 35Л, 45Л. Виливки мають масу від 3,2 до 43,4 кг.

Для визначення маси металозавалки потрібно знати масу придатного литва за рік, масу металу, що витрачається на ливникові системи, витрати металу на брак, угар та безповоротні втрати.

Угар і безповоротні втрати складають - 5%.

Вихід придатного литва :

Для 35Л,45Л знаходиться у межах 60-65 %. Приймаємо 60 %.

Ливники, зливи, брак складають - 35 %.

Угар складає 5%.

Таблиця 3.1 – Баланс металу

Індекс	Марка сталі	Придатне литво		Ливники, брак		Рідкий метал		Угар і б/в витрати		Метало завалка	
		%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік
1	45Л	60	700	35	408,33	95	1100,33	5	58,33	100	1166,66
2	35Л	60	700	35	408,33	95	1100,33	5	58,33	100	1166,66
	Всього		1400				2216,66				2333,32

### 3.1.2 Розрахунок необхідної кількості плавильних агрегатів

Розрахунок плавильних агрегатів здійснюється за кількістю рідкого металу, необхідного для виконання річної програми випуску придатних виливків з урахуванням витрат на ливникові системи і брак.

Визначаємо годинну потребу в рідкому металі, тобто продуктивність плавильного відділення за формулою 3.1:

$$Q_{пв} = V \cdot K_{н.} / \Phi_{д.}, \quad (3.1)$$

де  $Q_{пв}$  – продуктивність плавильного відділення, т/год.;

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

$K_{н.}$  – коефіцієнт нерівномірності плавлення і використання металу, для серійного виробництва приймаємо  $K_{н.} = 1,2 \dots 1,3$ ;

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арку
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\Phi_d$  – дійсний річний фонд часу роботи устаткування, тобто плавильних печей, год.

Тоді продуктивність ливарного цеху:

$$Q_{пв} = 2216,66 \cdot 1,2 / 3360 = 0,792 \text{ т/год.}$$

Вибираємо дугову піч моделі ДСП-1,5 із продуктивністю 0,65 т/год потужністю трансформатора 1250 Квт.

$$n = Q \cdot K_n / \Phi_d \cdot D, \quad (3.2)$$

де  $n$  – кількість печей, шт.;

$Q$  – маса рідкого металу на річну програму, 2216,66 т/рік;

$K_n$  – коефіцієнт нерівномірності виплавлення і використання рідкого металу,  $K_n = 1,2 \dots 1,3$ ; Приймаємо 1,2.

$\Phi_d$  – дійсний річний фонд часу роботи печі, 3360 год.;

$D$  – годинна продуктивність печі, 0,65 т/год.

$$n = 2216,66 \cdot 1,2 / 3360 \cdot 1,3 = 1,22$$

Таким чином, для плавки сталі приймаємо 2 дугових печі моделі ДСП-1,5. Щоб печі працювали по парно.

Коефіцієнт завантаження печей дорівнює:

$$K_z = Q' / n \cdot q, \quad (3.3)$$

де  $q$  – годинна продуктивність печі, т/год.

$$K_z = 2216,66 / 3360 / 2 / 0,65 = 0,51$$

Розрахунок кількості печей зводимо у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Відомість розрахунку кількості печей

Дільниця, поточні лінії цеху	Марка сплаву	Потрібна кількість рідкого металу, т	Тип печі	Місткість електропечі, т	Тривалість циклу плавки, год.	Середнього динна продуктивність цеху, т/год.	Кількість електропечей		Коефіцієнт завантаження
							за розрахунком	прийнята	
Плавильне	45Л	2216,66	ДСП-1,5	1,5	3,75	0,792	1,22	2	0,51
	35Л								

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ				Арку
									26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

### 3.1.3 Розрахунок необхідної кількості шихти

Розраховуємо шихту для плавлення сталі марок 35Л,45Л

Таблиця 3.3 – Відомість витрат шихтових матеріалів

Індекс позиції	Найменування матеріалів шихти	Марка сплавів				Всього	
		45Л		35Л			
		%	т	%	т	%	т
2	Стальний брухт	57	665	57	665	57	1330
3	Зворот власного виробництва	35	408,33	35	408,33	35	816,66
4	Феросиліцій	3	35	3	35	3	70
5	Феромарганець	5	58,33	5	58,33	5	116,66
6	Разом	100	1166,66	100	1166,66	100	2333,32

При роботі з плавильними агрегатами періодичної дії, потрібно, щоб ківш приймав увесь метал одноразово. Беручи це до уваги, будемо використовувати стопорні роздаткові ковші; ковші місткістю 1,5 т.

Для розрахунку необхідної кількості ковшів потрібно знати яка маса рідкого металу кожної марки сталі розливається у форми.

Таблиця 3.4- Відомість парку ковшів

Тип ковша	Місткість, т	Денна маса витрат металу за, т	Кількість циклів/год	Кількість ковшів	
				розрахункова	прийнята
Роздавальний	1,5	-	-	8	8
Заливальний	0,25	12,672	10	10	10

### 3.2 Розрахунок формувально-складального-вибивального відділення

В цьому відділенні здійснюються операції формування, складання, заливання, охолодження і вибивання форм. Як вказано вище, виливки виготовляють методом лиття в разові піщаноглиняні форми по-сирому.

Відділення складається з одної дільниці. Дільниця №1- лінія пезопочної формовки мод.КЛ202.

Дільниця розміщується в прогоні шириною 24 метри. Формування виконується на автоматичних лініях. На лініях виконуються наступні операції: формування, проставлення стрижнів у форми, передавання форм на заливання.

Заливання і охолодження форм відбувається на конвейері. Вибивання виливків із форм виконується на вибивній гратці.

Таблиця 3.5 – Визначення річної кількості форм

№ деталі	Деталь	Марка сплаву	Кількість деталей за рік, шт.	Маса виливків		Внутрішні розміри	Кількість виливків в формі	Маса виливків в формі, кг	Кількість форм за рік, шт.	Об'єм форм, м <sup>3</sup>	
				Одного, кг	на річну програму, т					однієї	на річну програму
1	ФЛ7134	Серга	5620	3,84	21,6	600 x 450 x 200/200	6	23,04	938	0,108	102
2	ФЛ7132	Кришка 1	3464	4,08	14,1		6	24,48	576	0,108	63
3	ФЛ7135	Стяжка	5620	4,56	25,6		6	27,36	936	0,108	102
4	ФЛ7136	Стакан	5620	4,8	27		6	28,8	938	0,108	102
5	ФЛ7137	Гніздо	13856	5,52	76,9		4	22,08	3483	0,108	377
6	ФЛ7148	Шток	5620	5,76	32,4		4	23,04	1407	0,108	152
7	ФЛ7133	Кришка 2	3464	6,24	21,6		4	24,96	868	0,108	94
8	ФЛ7147	Фланец 4	3464	7,92	27,2		2	15,84	1718	0,108	186
9	ФЛ7131	Вилка	6928	10,02	70,7		2	20,04	3528	0,108	382
10	ФЛ7144	Брусок	3464	11,04	38,2		2	22,08	1731	0,108	187
11	ФЛ7141	Корпус 5	6928	12,84	88,9		2	25,68	3462	0,108	374
12	ФЛ7149	Труба	3464	13,08	41,2		2	26,16	1575	0,108	171
13	ФЛ7150	Сектор	2810	14,88	41,8		4	59,52	703	0,108	76

ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ

Арку

28

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата



## Продовження таблиці 3.5

14	ФЛ7146	Втулка 5	11240	15,36	172,6	600 x 450 x 200/200	4	61,44	2810	0,108	304
15	ФЛ7145	Корпус 6	3464	20,04	69,4		2	40,08	1732	0,108	188
16	ФЛ7143	Поперечина	3464	20,64	71,5		2	41,28	1732	0,108	188
17	ФЛ7142	Маточина	11240	21,6	242,8		2	43,2	5621	0,108	608
18	ФЛ7138	Кронштейн 5	3464	24,24	68,1		2	48,48	1405	0,108	152
19	ФЛ7139	Кронштейн 6	2810	24,24	68,1		2	48,48	1405	0,108	152
20	ФЛ7140	Брус	2810	52,08	180,4		1	52,08	3464	0,108	375
	Всього		108814		1400				40032		4330
	Разом		108814		1400					184053	

Необхідність у формувальних лініях для потокової лінії для формувального відділення визначається за формулою:

$$P = N_{\phi} / K_{\phi} \cdot q \cdot \Phi_{\text{д}}, \quad (3.4)$$

де  $N_{\phi}$  – річна кількість форм у потоці, шт.;

$K_{\phi}$  – коефіцієнт браку форм і виливків,  $K_{\phi} = 0,94...0,96$ ;

$q$  – циклова продуктивність лінії, форм/год.;

$P$  – потрібна кількість ліній, шт.

Для потокової лінії №1 кількість ліній розраховуємо за формулою 3.6:

$$P_1 = 40032 / 0,95 \cdot 220 \cdot 3360 = 0,05 \text{ шт.}$$

Приймаємо одну автоматичну ливарну лінію моделі безопочної формовки.

Технічна характеристика лінії моделі КЛ220:

Габаритні розміри брикетів, мм	600×450
Висота форми в стопці, мм	180...300
Металоємність форми, кг	10...25
Продуктивність, форм/год	220
Тиск пресування, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	4(40)
Потужність, кВт	138,6
Габаритні розміри, мм	39150×5785×5540
Маса, т	57

					ФЛЗ71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арку
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

### 3.3 Розрахунок стрижневого відділення

Оскільки відсутня технологічна документація, об'єм, виробництва та орієнтовану номенклатуру стрижнів ливарного цеху визначають за нормативами розрахункової кількості стрижнів на 1 тону придатних виливків.

Для стрижнів вибираємо комплекс устаткування для виготовлення стрижнів з ХТС на стрижневій лінії ЛП046.

Кількість ліній визначаємо за формулою:

$$M = N \cdot K_n / (T_d - t) \cdot d, \quad (3.5)$$

де  $M$  – кількість ліній, шт.;

$N$  – річна кількість стрижнів, шт.;

$T_d$  – дійсний річний фонд часу роботи установки, год;

$d$  – продуктивність, т/год;

$t$  – час затрачений на переналадку оснащення, год.

Тоді кількість ліній моделі ЛП046:

$$M = 824340 \cdot 1,1 / (3360-80) \cdot 90 = 2,8$$

Таблиця 3.6 – Розрахункова відомість стрижневого відділення

№ деталі	Деталь	Кількість виливків за рік, шт.	Кількість стрижнів у виливку, шт.	Маса стрижнів		Максимальні розміри	Кількість стрижнів у	Модель машини	Кількість стрижнів за рік, шт.	Кількість стрижнів з урахуванням браку, шт.
				одного, кг	на рік з урахуванням браку, г					
1	Серга	5620	1	0,8	5	630 x 500 x 300	4	ЛП046	1405	6182
2	Кришка 1	3464	1	0,8	3		4		866	3810
3	Стяжка	5620	1	1	6		4		1405	6182
4	Стакан	5620	1	1,2	8		4		1405	6182
5	Гніздо	13856	1	1,3	20		4		3464	15242
6	Шток	5620	1	1,4	9		4		1405	6182
7	Кришка 2	3464	1	1,7	7		4		866	3810
8	Фланец 4	3464	1	2	8		4		866	3810
9	Вилка	6928	1	2,1	16		4		1732	7621
10	Брусок	3464	1	2,1	8		4		866	3810
11	Корпус 5	6928	1	2,3	18		4		1732	7621

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ		Арку
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			30

## Продовження таблиці №3.6

12	Труба	3464	1	2,5	10	630 x 500 x 300	4	ЛП046	866	3810
13	Сектор	2810	1	2,7	9		4		703	3093
14	Втулка 5	11240	1	2,7	34		4		2810	12364
15	Корпус 6	3464	2	3	12		4		866	3810
				2,8	185		4		866	3810
16	Поперечина	3464	1	3,3	13		4		866	3810
17	Маточина	11240	1	3,5	43		4		2810	12364
18	Кронштейн 5	3464	1	4	30		2		1732	7621
19	Кронштейн 6	2810	1	4	24		2		1405	6182
20	Брус	2810	1	6	74		1		2810	12364
	Всього	108814			542			31746	139680	

Приймаємо 3 лінії, коефіцієнт завантаження якої

$$K_3 = 2,8 / 3 = 0,9$$

На стрижневій автоматичній лінії виконуються наступні операції: приготування ХТС, заповнення сумішшю стрижневих ящиків і загладжування поверхні, накладання плити на стрижневий ящик перед кантуванням, кантування стрижневих ящиків, виймання стрижнів, їх фарбування.

Технічна характеристика лінії моделі ЛП046:

Габаритні розміри ящика, мм	630×500×300
Продуктивність, зйомів /год	90
Маса стрижнів, кг:	16
Потужність, кВт	40
Габаритні розміри, мм	20720×4260
Маса, т	39,3

### 3.4 Розрахунок сумішоприготувального відділення

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

В ливарному цеху застосовуємо єдину формувальну суміш слідуючого складу:

- оборотна суміш 89,92 %

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арку
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- кварцовий пісок 7 %
- бентоніт 3 %
- крохмальні добавки 0,08 %

Загальні витрати формувальної і стрижневої суміші визначають при розрахунку формувального і стрижневого відділення, виходячи з об'єму і кількості форм, що виготовляються протягом року, для всієї номенклатури виливків, з відрахуванням об'єму, зайнятого виливками з ливниковими системами і стрижнями. Розраховуємо потрібну кількість формувальної і стрижневої суміші для кожної масової групи виливків. Результати розрахунку наведені в таблиці 3.8.

Основним завданням сумішоприготувального відділення є безперерйне забезпечення формувальних ліній необхідними сумішами.

Тому змішувачі розташовуємо безпосередньо біля ліній виготовлення форм.

Таблиця 3.7 – Витрати формувальної і стрижневої суміші

Річна кількість форм	Розмір опок (довжина, ширина, висота) мм	Об'єм форми з урахуванням вилівка, м <sup>3</sup>	Об'єм форм, м <sup>3</sup> /рік	Витрати сумішей, м <sup>3</sup> /рік.					
				в ущільненому стані			в розпушеному стані		
				в тому числі		в тому числі		в тому числі	
				формувальної	стрижневої	формувальної	стрижневої	формувальної	стрижневої
40032	600 × 450 × 200/200	0,108	4330	12461	1561		5716	716	

Кількість змішувачів визначаємо за формулою:

$$Z = \frac{V_p \cdot K_n}{\Phi_o \cdot q} \quad (3.6)$$

де  $V_p$  – кількість формувальної суміші на річну програму, м<sup>3</sup>;

$K_n$  – коефіцієнт нерівномірності, для сумішоприготувального відділення приймаємо  $K_n = 1,2$ .

$q$  – продуктивність змішувача, м<sup>3</sup>/год.

$Z = 18211 \cdot 1,2 / 3360 \cdot 44 = 0,15$ . Приймаємо 1 змішувач.

Коефіцієнт завантаження змішувача:

$$K_3 = 0,15 / 1 = 0,15$$

Вибираємо змішувачі моделі 15108, технічна характеристика якого представлена в таблиці 3. 8.

Сухі формувальні матеріали доставляють в сумішоприготувальне відділення з складу формувальних матеріалів за допомогою пневмотранспорту.

Над усіма змішувачами встановлений однаковий комплект бункерів для оборотної суміші з стрічковими дозаторами, решта компонентів дозуються за масою. Всі змішувачі однакового призначення і взаємозамінні.

Таблиця 3.8 – Технічна характеристика змішувача періодичної дії моделі 15108.

Індекс позиції	Найменування параметра	Значення
1	Продуктивність, м <sup>3</sup> /год.	44
2	Тривалість перемішування, хв.	5
3	Діаметр чаші, мм	3024
4	Потужність, кВт	75

Готова формувальна суміш періодично і рівномірно відбирається системою стрічкових конвеєрів з більшою пропускнуою здатністю, шириною стрічки 1000 мм.

Стрижнева суміш готується безпосередньо в стрижневому відділенні на стрижневих лініях.

Склад стрижневої суміші:

- кварцевий пісок	100 %
- КФ- 90	1,4-2,35 %
- Затверджувач (КЧ-41)	0,25-0,5 %

### 3.5 Розрахунок відділення фінішних операцій

У відділенні фінішних операцій виконуються операції видалення стрижнів із виливків, відокремлення ливникових систем і надливів, очищення, обрубкування, зачищення, термічного оброблення, ґрунтування.

Для кожної групи виливків призначаємо технологічні потоки фінішних операцій.

Вибивання стрижнів для виливків відбувається у барабані безперервної дії.

Кількість устаткування розраховуємо за формулою:

$$n = Q \cdot K_n / \Phi_d \cdot q, \quad (3.7)$$

де  $n$  – розрахункова кількість устаткування, шт.;

$Q$  – потужність технологічного потоку, т;

$K_n$  – коефіцієнт нерівномірності виробництва та використання проміжної продукції;

$\Phi_d$  - дійсний річний фонд часу роботи устаткування, год;

$q$  - продуктивність устаткування, т/год.

$$n = 1500 \cdot 1,1/3360 \cdot 5 = 0,1.$$

$$K_z = 0,1/1 = 0,1$$

Приймаємо 1 барабан моделі 314, продуктивністю 5 т/год. безперервної дії.

Визначаємо кількість дробометних барабанів:

$$n = 1500 \cdot 1,1/3360 \cdot 5 = 0,1 .$$

$$K_z = 0,1/1 = 0,1$$

Приймаємо 1 дробометний барабан моделі 42313 продуктивністю 5 т/год, безперервної дії.

Зачистка відбувається за допомогою стаціонарних шліфувальних кругів.

$$n = 1500 \cdot 1,1/3360 \cdot 1,8 = 0,27.$$

$$K_z = 0,27/1 = 0,27.$$

Приймаємо 1 стаціонарний шліфувальний круг.

Для сталей 35Л, 45Л передбачена термічна обробка виливків. Для нормалізації виливків приймаємо термічні камерні печі з висувним подом з одночасним навантаженням 40 т ,  $S_{\text{пода}} = 18,9 \text{ м}^2$

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арку
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок однотипних термічних печей ведеться за формулою:

$$n = Q \cdot K_n / \Phi_d \cdot P, \quad (3.8)$$

де  $n$  – кількість однотипних печей;

$Q$  – маса виливків на річну програму, т;

$K_n$  – коефіцієнт нерівномірності для термічних печей  $K_n = 1,1$

$P$  – продуктивність печі, т/год.

Продуктивність печей періодичної дії розраховуємо за формулою:

$$P = m / t, \quad (3.9)$$

де  $m$  – садка печі, т;

$t$  – тривалість циклу термооброблення виливків, год.

$$P = 40 / 15 = 2,6$$

$$n = 1500 \cdot 1,1 / 3360 \cdot 2,6 = 0,19$$

$$K_z = 0,19/1=0,19$$

Приймаємо одну камерну піч з виїзним подом моделі СДО – 30,56.

Після термооброблення виливки піддаються очищення від окалини дробеметному барабані моделі 42313.

На ділянках ґрунтовки виконуються слідуєчі операції: обдування стиснутим повітрям, мийка, сушіння перед ґрунтуванням, ґрунтування, сушка після ґрунтування. Обладнання: машини для мийки, прохідні ґрунтувальні камери, прохідна сушильна камера.

Технічна характеристика камерної печі з виїзним подом моделі СДО – 30,56:

Маса садки, кг	40000
Розміри робочого простору, м	3,0×5,6×2,0
Габаритні розміри, м	5,9×19,0×5,4
Маса, т	61,4
Потужність, кВт	752

					ФЛЗ71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арку
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

## 4 ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ДІЛЬНИЦЬ ВІДДІЛЕННЯ ЛИТТЯ ЗА МОДЕЛЯМИ, ЩО ВИТОПЛЮЮТЬСЯ

Проектування дільниць відділення лиття за моделями, що витоплюються ґрунтується на виборі типу і розрахунку необхідної кількості технологічного устаткування. Головною умовою для вибору типу обладнання це його здатність забезпечити виконання заданого технологічного процесу з урахуванням продуктивності, надійності, експлуатаційних умов та економічної доцільності. На підставі розрахунку кількості обладнання визначаються площі, і виробляється компоновка дільниць відповідно з загальними проектними рішеннями відділення [5].

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ		
Изм.							
Разраб.	Шевчук В.І.			ПРОЕКТУВАННЯ ВІДДІЛЕННЯ	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Самарай В.П.					36	134
Реценз.					НТУУ "КПІ" ІФФ, гр.ФЛ71		
Н. Контр.							
Утверд.							



#### 4.1 Плавильна дільниця

Для плавки сплавів на дільниці застосовуються індукційні тигельні печі підвищеної частоти ІСТ-0,16 (модернізовані для форсованої плавки) продуктивністю  $q_p = 0,06$  (т/год), що забезпечує отримання рідкого сплаву високої якості з мінімальним вмістом газів, неметалічних включень і шкідливих домішок; дозволяє знизити угар металу і покращує умови праці.

У проєктованому відділенні виготовляються в основному виливки сталеві. Печі розташовуються на помості висотою 0,4 м [6]. Баланс металу дільниці представлений в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 Баланс металу

Вид витрати	Витрати по сплавам				Разом	
	Стальні		Чавунні		%	т
	%	т	%	т		
Придатні виливки	56,4	75	57,5	25	56,95	100,0
Ливники та надливи	25,6	34,04	20,5	8,91	23,05	42,95
Брак виливків	8	10,64	12	5,22	15	15,86
Технологічні проби і пробні виливки	2	2,66	2	0,87	2	3,53
Розливи металу	3	3,99	3	1,30	3	5,29
Разом рідкого метала	95	126,33	95	41,3	95	167,63
Угар та невідшкодуванні витрати	5	6,65	5	2,18	5	8,83
Металу разом	100	132,98	100	43,48	100	176,5

Годинна необхідність рідкого металу, т/год:

$$q'_p = k_n \cdot V_p / \Phi_d, \quad (4.1)$$

де  $k_n$  – коефіцієнт нерівномірності витрати металу,  $k_n=1,2$ ;

$V_p$  – річна програма рідкого металу, (т),  $V_p=176,5$ ;

$\Phi_d$  – дійсний фонд часу роботи печі, (ч),  $\Phi_d=3900$ .

$$q'_p = 176,5 / 3900 = 0,05 \text{ (т/год)}.$$

Тоді розрахункова кількість печей:

$$N_{\text{разх}} = (K \cdot V_p) / (\Phi_d \cdot q), \quad (4.2)$$

де  $K$  — коефіцієнт нерівномірності споживання рідкого металу  $K=1,1 \dots 1,3$ ;

$q$  — годинна продуктивність плавильного агрегату.

$$N_{\text{разх}} = (1,2 \cdot 176,5) / (3900 \cdot 0,06) = 0,9.$$

$N_{\text{пр}}=1$ .

Коефіцієнт завантаження:

$$K_3 = N_{\text{разх}} / N_{\text{пр}}, \quad (4.3)$$

$K_3 = 0,9 / 1 = 0,9$ , але такий коефіцієнт завантаження дуже великий, тому візьмемо  $N_{\text{пр}} = 2$ , звідси:

$$K_3 = 0,9 / 2 = 0,45.$$

Через непередбачені зупинки печей (руйнування футеровки, вихід з ладу електрообладнання), через прогар футерування та інших причин на дільниці встановлюємо дві печі ІСТ-0,16. Таким чином дільниця може виконувати річну програму вчасно.

Таблиця 4.2 - Технічна характеристика печі ІСТ-0,16

Ємність тигля, (т)	0,16
Потужність печі (використовувана), (кВт)	140
Температура рідкого металу в тиглі печі, (°С)	1600
Питома витрата електроенергії на розплавлення і нагрів металу, (кВт*ч/т)	2000-2500
Загальна маса печі, (т)	0,8

Шихтові матеріали подаються на ливарну дільницю транспортом. Брухт подається на ділянку підготовки шихтових матеріалів зі складу. Зважену шихту вкладають в ящики для шихти. На кожному ящику для шихти вказують номер плавки та номер ящика. Ящики з шихтою на електрокарі доставляють до індукційних плавильних печей ІСТ - 0,16. Завантаження шихтових компонентів в піч проводиться вручну. Розплавлений сплав з печей зливають в ковші і переносять на дільницю заливання форм.

#### 4.2 Модельна ділянка

У проектуваному відділенні використовується парафіно-стеариновий модельний склад ПС 50-50.

Приготування модельного складу здійснюється в установці мод. 61701. Для визначення кількості одиниць даного обладнання необхідно розрахувати масу модельного складу. Цю величину визначаємо за формулою:

$$Q = (M_1 \cdot \rho) / (K \cdot \rho_1), \quad (4.4)$$

де  $M_1$  - річна необхідність в рідкому металі, кг;

$\rho$  - щільність модельної маси, кг / м<sup>3</sup>;

$\rho_1$  - щільність металу, кг / м<sup>3</sup>;

$K$  - коефіцієнт використання оборотної модельної маси, рівний 0,6...0,8.

$$Q = (167630 \cdot 960) / (0,7 * 7300) = 31492 \text{ кг.}$$

Отримані дані дозволяють розрахувати потрібну кількість установок для приготування модельної маси за формулою:

$$N_{\text{разх}} = (Q \cdot K_n) / (\Phi_d \cdot Q_{\text{по}}), \quad (4.5)$$

де  $Q$  - річна кількість модельної маси;

$K_n$  - коефіцієнт нерівномірності споживання і виробництва;

$\Phi_d$  - річний дійсний фонд часу розрахованого обладнання;

$Q_{\text{по}}$  - продуктивність обладнання.

$$N_{\text{разх}} = (31492 \cdot 1,3) / (3900 \cdot 40) = 0,26.$$

Отже, на ділянці встановлюємо одну подібну установку.

Таблиця 4.3 - Технічна характеристика установки мод. 61701.

Номінальна продуктивність при безперервному режимі роботи, ( м <sup>3</sup> / год )	0,125-0,250
Температура модельної пасти на виході, °С	60
Потужність встановлена, (кВт)	17,35
Витрата води, м <sup>3</sup> / год	2
Питома витрата електроенергії, (кВт · год / т)	17
Маса, (т)	1,5

#### 4.3 Приготування суспензій та виготовлення керамічних оболонок

Обмазка для утворення вогнетривкої покриття (керамічної оболонки) являє собою густу суспензію, що складається із зв'язувального розчину і тонкозернистого пилоподібного кварцу.

Блок занурюють у обмазку і отримують тонку суцільну плівку суспензії, яку негайно обсипають піском.

Необхідну річну кількість обмазки визначають за формулою:

$$M_0 = [ 0,4 \cdot V_p \cdot 1,05 \cdot 1,1 \cdot 1,2 ] / \eta_m \approx (0,6 \cdot V_p) / \eta_m, \quad (4.6)$$

де  $V_p$  - річний випуск придатного литва, т;

1,05 - коефіцієнт, що враховує брак лиття;

1,1 - коефіцієнт, що враховує брак моделей;

1,2 - коефіцієнт, що враховує втрати обмазки і її матеріалів та потужності;

$\eta_m$  - коефіцієнт використання обладнання для виготовлення моделей.

$$M_0 = ( 0,6 \cdot 100,0 ) / 0,8 = 75,0 \text{ т.}$$

Годинна необхідність в обмазці:

$$M_T = M_0 / \Phi, \quad (4.7)$$

де  $\Phi$  - фонд робочого часу обладнання для виготовлення моделей.

$$M_T = 75/3900 = 0,020 \text{ т / год.}$$

Формування оболонок включає: приготування зв'язувального розчину і суспензії, змочування нею блоків моделей, обсипання блоків зернистим вогнетривом, сушку оболонок.

При змочуванні блоків моделей для формування першого (контактного) шару оболонки та її наступних шарів, блок повільно занурюють у суспензію, повертаючи його в різних напрямках.

Необхідна кількість установок для нанесення вогнетривкого покриття:

$$N_{\text{разх}} = ( M_0 \cdot K_n ) / ( \Phi_d \cdot Q_{\text{час}} ), \quad (4.8)$$

де  $M_0$  - Річна необхідність в обмазці.

$$N_{\text{разх}} = ( 75 \cdot 1,1 ) / ( 3900 \cdot 0,025 ) = 0,846;$$

$$N_{\text{пр}} = 1.$$

$$K_z = 0.846 / 1 = 0,846.$$

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

У проєктованій ділянці встановлюємо одну установку для приготування вогнетривкого покриття мод. 63431.

Таблиця 4.4 - Технічна характеристика установки мод. 63431.

Об'єм завантаження, м <sup>3</sup>	0,063
Продуктивність, (покриттів / год)	25
Потужність встановлена, (кВт)	3
Споживана потужність, (кВт)	2,3
Маса установки, т	0,825

Після кожного нанесення шару суспензії негайно здійснюють обсіпання зернистим матеріалом. Обсіпання здійснюють за допомогою піскосипа.

Таблиця 4.5 - Технічна характеристика піскосипа

Маса засипаємого піску, кг	85
Внутрішній діаметр ємності камери, мм	400

Сушку блоку моделей здійснюють у сушильних механізованих шафах із застосуванням аміаку. Блоки поміщають у шафу, встановлюючи їх у люльки (рама, обшита знизу металевим листом, до якого приварені штирі, на які насаджуються блоки), які рухаються зі швидкістю 4 м/хв. При застосуванні аміаку через 1 годину після повітряної сушки вимикають вентилятор, закривають засувки і з балона протягом 5 хвилин наповнюють камеру вологим газоподібним аміаком, який пропускають через воду. Після 10-20 хвилинної витримки провітрюють камеру протягом 10...30 хвилин[2].

Необхідна кількість обладнання для виготовлення керамічних оболонок розраховують за формулою:

$$N_{\text{разх}} = ( K_0 \cdot 1,05 \cdot 1,07 ) / ( \Phi_{\text{д}} \cdot Q_{\text{час}} \cdot \eta ), \quad (4.9)$$

де  $K_0$  - річна необхідність в оболонках,

1,05 - коефіцієнт, що враховує брак виливків;

1,07 - коефіцієнт, що враховує брак керамічних оболонок;

$\eta$ -коефіцієнт використання обладнання.

$$N_{\text{разх}} = ( 7500 \cdot 1,05 \cdot 1,07 ) / ( 3900 \cdot 30 \cdot 0,7 ) = 0,103.$$

$$N_{\text{пр}} = 1.$$

$$K_3 = 0,103 / 1 = 0,103.$$

На ділянці встановлюємо одну сушильну шафу.

Таблиця 4.6 - Технічна характеристика сушильної механізованої шафи СНВС.

Максимальний обсяг завантаження, блоків	135
Кількість кошиків, шт	15
Потужність встановлена, (кВт)	2,2
Швидкість руху кошиків, м / хв	4

Витоплювання модельного складу відбувається у воді. При цьому ливникові воронки повинні знаходитися у верху для кращого видалення розплавленого модельного складу, який спливає на поверхню води і стікає в збірник. Перевага витоплювання моделей в гарячій воді перед видаленням їх в модельному складі полягає в меншій витраті модельного складу, який необхідно випалювати при прожаренні оболонок [3].

Розрахуємо необхідну кількість установок для витоплювання моделей:

$$N_{\text{разх}} = V_p / (\Phi_d \cdot Q_{\text{час}}), \quad (4.10)$$

де  $V_p$  - річна необхідність в блоках.

$$N_{\text{разх}} = (7500) / (3900 \times 50) = 0,04$$

$$N_{\text{пр}} = 1$$

$$K_3 = 0,04 / 1 = 0,04$$

На ділянці встановлюємо одну установку для витоплювання модельного складу мод. 6А71.

Таблиця 4.7 – Технічна характеристика установки мод. 6А71

Продуктивність, блоків в год	25...50
Час витоплювання, хв	15
Встановлена потужність, (кВт)	3
Витрата гарячої води, м <sup>3</sup> / с	0,00111
Маса, т	8,4

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

#### 4.4 Прожарювання блоків моделей

Для прожарювання оболонкових форм у проектованій ділянці встановлюємо термічну піч СДО-5 в кількості 2 штуки.

Таблиця 4.8 – Технічна характеристика СДО-5

Максимальна Т прожарювання	1150 °С
Габаритні розміри, м	1×1×2

Виходячи з розрахунків устаткування, обираємо приміщення під відділення лиття за моделями, що витоплюються площею 540 м<sup>2</sup>. Довжина 30м, ширина 18м.

Крок колон 6 м. Висота будівлі 13 м [5]. В якості транспортних засобів обираємо 3 візка та кран-балку.

## 5. ДОПОМІЖНІ ВІДДІЛЕННЯ, ДІЛЬНИЦІ ТА СЛУЖБИ ЦЕХУ

5.1 Цехові комори для зберігання допоміжних матеріалів, інструменту і спецодягу

Зберігання допоміжних матеріалів, інструменту, запасних частин устаткування, спец одягу здійснюється в цехових коморах. Цехові комори розташовані на площах основних відділень цеху в місцях зручних для приміщень, між колонами будівлі. Площа комор прийнята 2,5 м<sup>2</sup> на 1000 т випуску литва за рік. Їх площа складає 62,5 м<sup>2</sup>.

### 5.2 Санітарно–технічна майстерня

Санітарно-технічна майстерня виконує функції, щодо підтримання у робочому стані водопроводу, каналізації, опалення і вентиляції цеху. Ця служба має розгалужену систему контролю роботи і виклику чергових слюсарів. Вона є частиною системи автоматизованого управління цехом.

### 5.3 Цехові лабораторії

Цехові лабораторії призначені для оперативного контролю хімічного аналізу металу під час його плавлення, поточного контролю якості формувальних матеріалів, формувальних і стрижневих сумішей. Площа хімічної і спектральної лабораторії для цеху даної потужності складає – 72 м<sup>2</sup>, площа лабораторії формувальних матеріалів – 36 м<sup>2</sup>. Розміщені на площах відповідних відділень.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	Шевчук В.І.				Допоміжні відділення	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>	Самарай В.П.						44	134
<i>Т. Контр.</i>						НТУУ"КПІ" ІФФ,гр.ФЛ71		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								



## 6. СКЛАДСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО І ВНУТРІШНЬОЦЕХОВИЙ ТРАНСПОРТ

### 6.1 Складське господарство

Склад шихтових матеріалів знаходиться поряд з плавильним відділенням.

Загальна площа складу визначається за формулою:

$$F_{\text{скл}} = F_{\text{тех}} + F_{\text{зас}} + F_{\text{пу}}, \quad (6.1)$$

$F_{\text{тех}}$  – площа технологічних ділянок, м<sup>2</sup>;

$F_{\text{зас}}$  – площа засіків, м<sup>2</sup>;

$F_{\text{пу}}$  – площа, занята пристроями для подачі матеріалів, м<sup>2</sup>.

Площа засіків для шихти:

$$F_{\text{зас}} = 1,1 (f_1 + f_2 + \dots + f_n) \quad (6.2)$$

$f$  – розрахункова площа для окремих компонентів шихти, м<sup>2</sup>.

Її розраховуємо за формулою:

$$f_{\text{зш}} = M a \cdot b / k \Phi_d H \gamma, \quad (6.3)$$

$M$  – потужність цеху, т/год;

$a$  – норма витрат компоненту шихти від металозавалки, %

$b$  – норма зберігання компоненту шихти, днів;

$k$  – вихід придатного, %;

$\Phi_d$  – річний фонд роботи обладнання, днів

$H$  – висота зберігання компонентів шихти, м.

$\gamma$  – насипна маса компонентів шихти, т/м<sup>3</sup>.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000.ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Шевчук В.І.			Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Самарай В.П.				45	134
Т. Контр.					<b>ІФФ ФЛ-71</b>		
Н. Контр.							
Затверд.							

Складське господарство і  
внутрішній транспорт

Таблиця 6.1 – Розраховані площі зберігання шихтових матеріалів

Найменування матеріалу	Потреба, т/рік	Термін зберігання, дн	Запас, т	Насипна маса, т/м <sup>3</sup>	Висота зберігання,	Розрахункова площа, м <sup>2</sup>	Прийнята площа, м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
Брухт сталевий	23750	20	1300	2,5	3	173	175
Феросиліцій	1250	10	34	1,7	2	10	12
Феромарганець	2083	10	57	1,7	2	17	20
ЗВВ	14583	20	800	2	3	133	140
Формувальний пісок	61880	30	5086	1,7	5	1650	1700
Бентоніт	13566	30	1115	1,5	5	320	335
Молоте вугілля	3094	20	169,5	0,8	3	42	46

Склади шихтових матеріалів мають дільниці приймання і зберігання шихтових матеріалів, дозування шихти, очищення звороту власного виробництва.

Пісок на склад поступає у вагонах, які розвантажуються при відкриванні нижніх люків. Для сушіння піску та глини на складі передбачена дільниця обладнана барабаними сушарками.

## 6.2 Внутрішньо-цеховий транспорт

У ливарному цеху, що проектується, склад шихтових матеріалів обслуговується мостовими кранами, які обладнуються магнітними шайбами, за допомогою яких проводиться завантаження металічної шихти у добові бункери, а також грейферами для завантаження у добові бункери сипких шихтових матеріалів.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000.ПЗ	Арку
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Склад шихти і формувальних матеріалів обслуговують два мостових крани вантажопідйомністю 10 тонн.

Плаவில்не відділення обслуговує два мостових крани вантажопідйомністю 20 тонн.

Формувально-складально-заливально-вибивальне відділення обслуговує два мостових крани вантажопідйомністю 10 тонн. Відділення фінішних операцій – два крани вантажопідйомністю 10 тонн кожний.

Для транспортування піску і порошкових матеріалів – пневмотранспорт; для подачі стрижневих і формувальних сумішей до місць виготовлення форм і стрижнів – стрічкові конвеєри;

Виливки після вибивання подаються за допомогою пластинчастого конвеєра; для транспортування і складання стрижнів використовуються підвісні штовхальні конвеєри.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000.ПЗ	Арку
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

## 7 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

### 7.1 Елементи конструкції будівлі

Ширина поперечних прогонів, в яких розміщуються склад формувальних, шихтових матеріалів і плавильне відділення відповідно розміщуються в поперечних прогонах шириною 24 метри.

Носійними конструкціями будівлі ливарного цеху є фундамент, колони, стіни, перекриття. Ливарний цех, що проектується, відноситься до велико - прогонових будівель, виконується з носійним каркасом із залізобетонних колон. Крок колон по периметру будівлі 6 метрів, а в середині – 12 метрів. Колони в прогонах, якими рухаються мостові крани, мають консолі для опору підкранових балок, які виготовляються у вигляді двотаврових конструкцій.

Фундамент під колони виконують із залізобетонної ступінчастої конструкції і підколонника.

Для покрівлі цеху в прогонах шириною 24 метри приймають трапецієподібні ферми. Зверху на них укладають плити – покриття, довжиною 12 метрів. Покрівлю виконують багат шаровою з водостійкого матеріалу, який укладають з використанням бітумної мастики на шар утеплювача, із скловати.

Як стіновий матеріал використовують керамзитобетонні панелі. Торцеві стіни, крім власної маси, сприймають значне вітрове навантаження, тому з метою забезпечення необхідної стійкості і надійності, такі стіни встановлюють з додатковими залізобетонними колонами.

Ворота в ливарному цеху, встановлюють для транспортування матеріалів і виливків, а також для евакуації людей. Їх виготовляють розсувними з механічним відкриванням і закриванням. Розмір воріт 4,0×4,2 метри. Проїзми обладнують повітряно - тепловими завісами. Розміри воріт на залізничний транспорт мають 4,7×5,6 метрів. Покриття підлоги – чавунні плити.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Шевчук В.І.			<b>Будівельна частина</b>	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		Самарай В.П.					48	134
<i>Т. Контр.</i>						<b>ІФФ ФЛ-71</b>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

## 7.2 Побутові і адміністративно – службові приміщення

У цеху передбачені приміщення санітарно – побутового призначення, громадського харчування, охорони здоров'я, культурного обслуговування, управління, технологічне бюро.

Розміщені адміністративно – побутові приміщення в будівлі з спеціальним дахом. Залізобетонний каркас виконаний колонами з розмірами в перерізі 400х400 мм. Стіни муровані легкобетонними блоками. Перегородки мурують з шлакогібсобетонних блоків.

У душових кімнатах, умивальних і інших приміщеннях з вологим режимом, стіни облицьовані на висоту до 3 метрів від підлоги глазурованими плитками. Підлогу роблять бетонною. В адміністративних приміщеннях підлога покрита утеплювальним лінолеумом

## 7.3 Опалення і вентиляція

У цеху передбачена система повітряного опалення, яка сполучена з приточною вентиляцією, з підігрівом приточного повітря в калориферах. Температура підігрітого повітря не більше 60 °С, при подачі його на висоті менше 3,5 метрів від підлоги і на відстані більше 2 метрів, від працівників.

У цеху використовують загальнообмінну і місцеву вентиляції.

Загальнообмінна вентиляція підтримує повітряне середовище в усьому об'ємі приміщення, забезпечує відповідну кратність обміну повітря.

Місцева вентиляція передбачає подачу повітря в деякі обмежені місця робочої зони або видалення забрудненого повітря від місць видалення шкідливих речовин.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000.ПЗ	Арку
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 8 ЕНЕРГЕТИЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

У ливарному цеху використовують електроенергію, стиснуте повітря, газ, воду, теплоносії.

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

Загальні витрати електроенергії цехом визначають за формулою:

$$W = (W_T + W_c + W_o) \cdot K, \quad (8.1)$$

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

$W_T$  – річні витрати електроенергії на технологічні потреби, 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 питомими нормами витрат електроенергії на 1 тону придатного литва за формулою:

$$W_T = \sum P_T \cdot G_p, \quad (8.2)$$

де  $W_T$  – витрати електроенергії на технологічні потреби (плавлення металу, термічне оброблення виливків тощо), 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.

$$W_T = 900 \cdot 1500 + 450 \cdot 1500 = 2,0 \cdot 10^6 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

					<b>ФЛз71мп.7106. 1110.0000.ПЗ</b>			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розроб.		Шевчук В.І.			<b>Енергетична частина проекту</b>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
Перевір.		Самарай В.П.				50	134	
Т. Контр.						<b>ІФФ ФЛ-71</b>		
Н. Контр.								
Затверд.								

Витрати електроенергії на силові установки дорівнюють

$$W_c = 1100 \cdot 1500 = 1,6 \cdot 10^6 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Розрахування витрат електроенергії на освітлення проводимо за формулою:

$$W_o = 0,001 \cdot g \cdot F \cdot \Phi_o, \quad (8.3)$$

де  $W_o$ - річні витрати електроенергії на освітлення, кВт · год;

$g$  – питомі витрати електроенергії за 1 год. На 1 м<sup>2</sup> 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, м<sup>2</sup>;

$\Phi_o$  – річна кількість годин освітлювального навантаження (при двозмінній роботі -  $\Phi_o = 2300...2500$  год.), тоді:

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

Отже загальна потреба в електроенергії на рік дорівнює:

$$W = (3,4 \cdot 10^7 + 0,7 \cdot 10^7 + 0,4 \cdot 10^7) \cdot 1,05 = 4,7 \cdot 10^7 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Розрахування витрат стисненого повітря проводимо на річну програму за формулою:

$$Q_b = 1,5 \cdot d \cdot G_p, \quad (8.4)$$

де  $Q_b$  – річні витрати стисненого повітря на річну програму, м<sup>3</sup>.

$d$  – витрати стиснутого повітря на 1 т литва, м<sup>3</sup>.

$G_p$  – випуск виливків за рік, т;

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

$$Q_b = 1,5 \cdot 800 \cdot 1500 = 18 \cdot 10^5, \text{ м}^3$$

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

$$V_b = y \cdot P_{ny} / 100, \quad (8.5)$$

де  $V_b$  – витрати води на рік, м<sup>3</sup>;

$y$  – процент вологи у суміші, %;

$P_{ny}$  – річні витрати неущільненої суміші, т/рік.

$$V_b = 5 \cdot 446671 / 100 = 22333 \text{ м}^3$$

					ФЛз71мп.7106. 1110.0000.ПЗ	Арку
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати води на технологічні потреби визначаємо за формулою:

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

де  $P_{\text{н.в.}}$  – норми витрат води на технологічні потреби на 1 т литва,  $\text{м}^3$ ;

$G_p$  – річний випуск виливків, т;

$$V_{\text{в.т.}} = 13 \cdot 25000 = 325000 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Норми витрат води на побутові потреби такі:

- на господарчо – питні потреби – 45 літрів на 1 сітку за годину;
- душові - 500 літрів на сітку за годину ( при роботі душевих – 45 хв.)
- умивальники – 200 літрів на 1 кран за годину;
- миття підлоги цеху – 3 літри на 1  $\text{м}^2$  за добу.

Втрати теплоти розраховуємо за формулою:

$$G = V_6 \cdot q, \quad (8.6)$$

де  $V_6$  – площа будівлі ( $V_6 = 131000 \text{ м}^3$ );

$q$  – кількість теплоти для опалення будівель ( $q = 60 \dots 130 \text{ Вт}/\text{м}^3$ ).

Приймаємо  $q = 95 \text{ Вт}/\text{м}^3$ ;

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

Тепло подається у цех у вигляді перегрітої до  $150 \text{ }^\circ\text{C}$  пари, трубами та через калорифери.

Витрати природного газу на рік визначаємо за формулою: ( при цьому приймаємо, що  $1 \text{ м}^3$  природного газу дорівнює  $1,17 \text{ кг}$  умовного палива)

$$M = 1,17 \cdot q_r \cdot G_p, \quad (8.7)$$

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

$G_p$  – маса придатного литва на рік, кг.

$$M = 1,17 \cdot 155 \cdot 15000000 = 272025000 \text{ кг}/\text{рік умовного палива за рік.}$$

					ФЛЗ71мп.7106. 1110.0000.ПЗ	Арку
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 9 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 9.1 Загальна характеристика деталі 1 деталі

Конструкція литої деталі повинна забезпечувати високий рівень її службових (міцність, жорсткість, корозійну стійкість та інше) характеристик при заданій масі та точності конфігурації, а також враховувати технологію її виготовлення, бути технологічною, тобто зручною для виготовлення та оброблення.

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 виливків з заданими експлуатаційними властивостями та точною геометрією;
- зовнішня поверхня вилівка забезпечує безперешкодне вилучення моделі з форми або прес - форми без необхідності застосовування 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 [1].

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ			
Изм.								
Разраб.	Шевчук В.І.				ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Самарай В.П.						53	134
Реценз.						НТУУ "КПІ" ІФФ, гр.ФЛ71		
Н. Контр.								
Утверд.								

В залежності від маси виливка відносимо його до 1-ї групи – дрібні (до 100 кг), оскільки маса виливка «Коліно» складає 0,11 кг.

Матеріал, з якого виготовляють деталь типу «Коліно» - Сталь 40Л (ГОСТ 977-88). Для переважної товщини стінки виливка 5мм його механічні властивості зазначені в табл. 9.1.

Таблиця 9.1 - Механічні властивості Сталь 40Л

Властивість	Числове значення
Тимчасовий опір на розрив, $\sigma_s$ , МПа	$\geq 600$
Відносне подовження, $\delta$ , %	$\geq 14$
Твердість за Брінелем, НВ, од	$\geq 400$

Габаритні розміри виливка (довжина  $\times$  висота  $\times$  переважний діаметр, відповідно в міліметрах):  $69 \times 37 \times 21,5$ [4].

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

## 9.2 Спосіб виробництва виливка

Проаналізувавши даний виливок за критеріями такими, як: маса виливка, його габаритні розміри, конфігурація, товщина стінки, жорсткість поверхні, геометрична точність, вимоги до структури та властивостей литого металу, серійність виробництва, автоматизація та економія матеріальних, трудових та енергетичних затрат при мінімальному забрудненні навколишнього середовища, можна сказати наступне. Зі всіх відомих спеціальних способів литва найбільш доцільно виготовляти виливок типу «Опора» за моделями, що витоплюються [2].

Суть процесу лиття за моделями, що витоплюються заключається в наступному. Із легкоплавкого модельного складу в спеціальних прес-формах виготовляють моделі деталей і ливникової системи. Їх з'єднують в блоки і в декілька шарів наносять суспензійно-рідке облицьовувальне покриття, яке складається з вогнетривкої основи та зв'язувального розчину. Кожен шар суспензії обсипають сухим піском та просушують, за рахунок цього на моделі утворюється оболонкова форма. Потім модель витоплюють, форму прожарюють та заливають металом. Після кристалізації та охолодження металу форму руйнують, виливки відокремлюють від ливникової системи та піддають кінцевому очищенню від залишків оболонкової форми [1].

Цей метод відповідає вимогам, які висуваються до виливка і має наступні переваги: модель не має роз'єму і знакових частин, її контури повторюють форму виливка, висока вогнетривкість матеріалів форми, нагрівання її до високих температур перед заливанням, що забезпечує хорошу заповнюваність, витоплення моделей дає можливість отримувати виливки, максимально наближені до конфігурації готової деталі. Метод дозволяє отримувати виливки з розмірами по 3...7-му класу точності і з жорсткістю поверхні по 5...7-му класам чистоти (ГОСТ 2789-73). Коефіцієнт точності за масою може набувати значень 0,85...0,95, що сприяє зниженню об'ємів механічного оброблення виливків на 20...40% в порівнянні з виливками, які отримують в металеві та піщано-глинясті форми [3].

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

### 9.3 Вибір положення виливка

Даний виливок «Коліно» виготовляємо методом лиття за моделями, що витоплюються. При цьому методі ливникова система являється системою каналів, через які заливають в форми сплав і відбувається живлення виливка під час кристалізації, а також конструкцією, яка тримає навантаження моделі та оболонки в період виготовлення керамічної форми. Виходячи з цього, при визначенні конструкції та розмірів ливникової системи необхідно враховувати умови отримання якісних виливків і механічну міцність ливникової системи.

Виливки розміщуємо так, щоб підведення металу відбувалося в масивні частини виливка. Ливниково-живильна система являє собою стояк компактного перерізу, до якого з різних сторін приєднуються виливки з живильниками. Центральний стояк являється одночасно ливниковим ходом та надливом. Центральне розташування стояка забезпечує природне уповільнення руху металу і сприяє направленому затвердінню.

Форма (контейнер) не має площини розніму – одна з найбільш вагомих переваг даного методу лиття, тому що модель виливка вилучається з форми витопленням, не потребуючи рознімання форми.

При виготовленні моделі, використовуємо прес-форму, в якій виготовляється одразу 2 моделі. Після тверднення ПС 50-50, моделі розрізаються.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

#### 9.4 Припуски на механічне оброблення

Величину припусків на механічне оброблення призначаємо у відповідності до вимог ГОСТ 26645-85. Вибір зводимо до табл. 9.2.

Припуск на механічне оброблення, з урахуванням масштабу, зображаємо тонкою суцільною лінією червоного кольору.

Значення припуску на механічне оброблення показуємо цифрою перед знаком шорсткості поверхні деталі.

Таблиця 9.2 - Припуски на механічну обробку поверхонь виливка за ГОСТ 26645-85

№	Найменування	Характеристика для номінальних розмірів, мм
1	Вид технологічного процесу	Лиття за моделями, що витоплюються
2	Тип сплаву	Сталь 40Л
3	Маса виливка, кг	0,13
4	Найбільший габаритний розмір, мм	69
5	Клас розмірної точності виливка	6
6	Ступінь жолоблення виливка	2
7	Ступінь точності поверхонь виливка	6
8	Клас точності мас	6
9	Ряд припуску на механічне оброблення	4
10	Допуск розміру, мм	0,7
11	Допуск форми, мм	0,4
12	Загальний допуск, мм	6,4
13	Кінцеве оброблення	Напівчистове
14	Загальний припуск на сторону	1,4

## 9.5 Визначення кількості виливків в формі і моделей в прес-формі

Зважаючи на умови серійності виробництва, кількість виливків в формі (контейнері) та моделей в прес-формі повинна бути оптимальною, щоб зменшити витрати на виготовлення разових ливарних форм та багаторазових сталевих прес-форм. При цьому також треба враховувати особливості конфігурації виливків (моделей виливків), розміщення їх в формі (прес-формі) та відносно один одного. Кількість виливків в формі – 16 штук.

## 9.6 Розрахунок ливникової системи на ПЕОМ

Ливниковою системою називається воронка для прийому металу і сукупність каналів, по яких підводиться рідкий метал до виливка. Призначення ливникової системи:

- забезпечити безупинну, рівномірну і спокійну подачу рідкого металу в порожнину форми;
- передбачити живлення виливка рідким металом під час його затвердіння й усадки;
- затримати проникнення шлаку, піску й інших неметалевих вкраплень у форму;
- попередити руйнування форми від дії струменя металу.

Однією з важливих умов отримання якісного виливка являється правильна конструкція ливникової системи. Враховуючи розміри нашого виливка, товщину стінки, а також вагу, застосовуємо ливникову систему в якій метал підводиться в масивні частини виливка.

Виливок в контейнері буде розміщений під кутом 30°, виливок відносять до дрібного литва.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

## Розрахунки на ПЕОМ:

РАСЧЕТ ЛИТНИКОВЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ЧЕРНЫХ СПЛАВОВ  
И РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЛИТЬЯ ПО МЕТОДУ ОЗАНА И КПИ  
(С) МАКАРЕВИЧ А.П. 02-ОСТ-87 V.M. 04.06 16:27

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ РАСЧЕТА:

-----  
МАССА ЗАЛИВАЕМОГО МЕТАЛЛА: G1= 7.012 [КГ]  
ВЫСОТА ОТЛИВКИ ПРИ ЗАЛИВКЕ: C= 2 [СМ]  
ВЫСОТА СТОЯКА С ЧАШЕЙ N1= 43 [СМ]  
ВЫСОТА ОТЛИВКИ ОТ МЕСТА ПОДВОДА МЕТАЛЛА N2= 2 [СМ]  
КОЛИЧЕСТВО ОТЛИВОК В ФОРМЕ N1= 16 [ШТ]  
КОЛИЧЕСТВО СТОЯКОВ В ФОРМЕ N2= 1 [ШТ]  
ЧИСЛО ШЛАКОУЛОВИТЕЛЕЙ (ЛИТНИКОВЫХ ХОДОВ): N3= 0 [ШТ]  
КОЛИЧЕСТВО ПИТАТЕЛЕЙ НА ОДНУ ОТЛИВКУ N4= 1 [ШТ]

\*\*\*\*\* РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТСЯ ДЛЯ СТАЛИ \*\*\*\*\*

----> ЛИТЬЕ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ <----

ТОЛЩИНА (РАДИУС) ТЕПЛООВОГО УЗЛА ОТЛИВКИ A= 15 [ММ]

ШИРИНА ТЕПЛООВОГО УЗЛА ОТЛИВКИ B= 15 [ММ]

ДЛИНА ТЕПЛООВОГО УЗЛА ОТЛИВКИ L= 20 [ММ]

ФОРМА МАССИВА:

ДИАМЕТР СТОЯКА D= 40 [ММ]

ДЛИНА ПИТАТЕЛЯ L1= 5 [ММ]

ТОЛЩИНА ПИТАТЕЛЯ A1= 13 [ММ]

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА:

-----  
ДИАМЕТР СТОЯКА [ММ] D= 40  
ТОЛЩИНА ПИТАТЕЛЯ [ММ] A1= 13  
ШИРИНА ПИТАТЕЛЯ [ММ] B1= 6.5

Площа живильника:  $A1 * B1 = 0,845 \text{ см}^2$

Радіус живильника:  $R_{\text{жив}} = 5,2 \text{ мм}$ .

						ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			59

## 9.7 Сутність процесу

Сутність лиття за моделями, що витоплюються полягає в тому, що для одержання виливків застосовуються разові, точні нероз'ємні, керамічні оболонкові форми, одержувані за разовими моделями з використанням рідких формувальних сумішей. Перед заливкою розплаву модель видаляється з форми витоплюванням, випалюванням, розчиненням, або випаровуванням. Для видалення залишків моделі та зміцнення форма нагрівається до високих температур. Прожарювання форми перед заливанням практично виключає її газотвірність і покращує заповнюваність розплавом.

Модель виготовляють з матеріалів, що мають невисоку температуру плавлення (віск, стеарин, парафін), здатних розчинятися (карбамід) або вигорати без утворення твердих залишків (полістирол). Модель чи ланка моделей 2 виготовляють в рознімній прес-формі 1, робоча порожнина якої має конфігурацію і розміри виливки з припусками на усадку (модельного складу і матеріалу виливки) і обробку різанням (рис. 9.1, а). Готові моделі чи ланки моделей збирають у блоки 3 (рис. 9.1, б), які мають моделі елементів ливникової системи з того ж матеріалу, що і модель. Блок моделей складається з ланок, центральна частина яких утворює моделі живильників і стояка. Моделі чаші і нижній частині стояка виготовляють окремо і встановлюють до блоку при його складанні. Блок моделей занурюють у ємність з рідкою формувальною сумішшю - суспензією для оболонкових форм, що складається з пілоподібного вогнетривкого матеріалу, наприклад пілоподібного кварцу, або електрокорунду, і зв'язувального (рис. 9.1, б). У результаті на поверхні моделі утворюється тонкий (менше 1 мм) шар 4 суспензії. Для зміцнення цього шару, збільшення його товщини на нього наносять шари вогнетривкого зернистого матеріалу 5 (дрібний кварцовий пісок, електрокорунд, зернистий шамот) (рис. 9.1, г). Операції нанесення

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60



суспензії та обсіпання повторюють до отримання на моделі оболонки необхідної товщини (3...10 шарів).

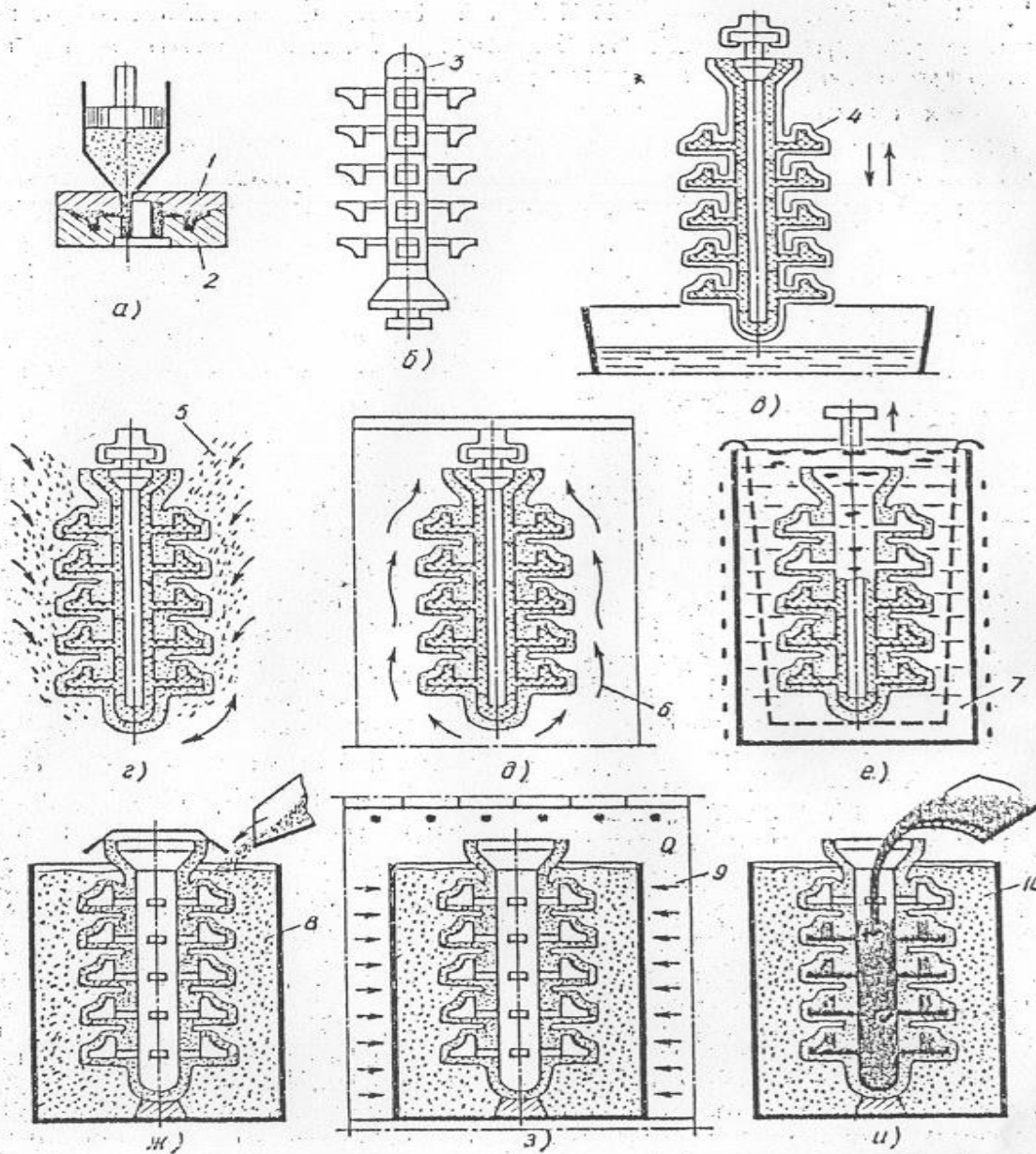


Рис. 9.1. Послідовність виготовлення багат шарової оболонкової форми за моделями, що витоплюються: а - запресовування модельного складу в прес-форму, б - складання блоку; в - нанесення суспензії; г - обсіпання; д - сушіння; е - видалення моделі; е - засипання опорним матеріалом; з - прогартує; і - заливання форми розплавом. 1 - прес-форма; 2 - модель; 3 - блок моделей виливків і ливникової системи; 4 - шар суспензії, 5 - вогнетривкий зернистий матеріал; 6 - пари аміаку; 7 - гаряча вода; 8 - опорний матеріал; 9 - піч; 10 - прожарена форма.

Кожен шар покриття висушують на повітрі, або в парах аміаку 6, що залежить від звязувального (рис. 9.1, д). Після сушіння оболонкової форми модель видаляють з неї витоплюванням, розчиненням, випалюванням або випаровуванням. На рис. 9.1, тобто показаний процес видалення виплавленої моделі в гарячій воді 7 ( $T_{\text{води}} = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Так отримують багатошарову оболонкову форму за виплавленої моделі. Для зміцнення перед заливкою оболонкову форму поміщають в металевий контейнер і засипають вогнетривким матеріалом 8 (кварцовим піском, дрібним боєм із використаних оболонкових форм) (рис. 9.1, ж). Для видалення залишків моделей з форми і зміцнення її, контейнер з оболонкової формою поміщають в піч 9 для прожарювання (рис. 9.1, з). Форму прожарюють при температурі  $900 \dots 1100 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Прожарену форму 10 витягують з печі і заливають розплавом (рис. 4.1, и). Після затвердіння і охолодження виливки до заданої температури форму вибивають, виливки очищають від залишків кераміки і відрізають від них ливникову систему.

У багатьох випадках оболонки прожарюють в печі до засипки вогнетривким матеріалом, а потім для зміцнення їх засипають попередньо нагрітим вогнетривким матеріалом. Це дозволяє скоротити тривалість прожарювання форми перед заливанням і скоротити енерговитрати. Так, наприклад, організується технологічний процес на автоматичних лініях для масового виробництва виливків. В розроблюваному проекті автоматична лінія не доцільна у зв'язку з дрібносерійністю.

Мала шорсткість поверхні форми при досить високій вогнетривкості та хімічної інертності матеріалу дозволяє одержувати виливки з поверхнею високої якості. Після очищення від залишків оболонкової форми шорсткість поверхні виливків може бути від  $Ra = 6,3 \text{ мкм}$  до  $Ra = 1,25 \text{ мкм}$ .

Відсутність роз'єму форми, використання для виготовлення моделей матеріалів, що дозволяють не розбирати форму для їх видалення, висока вогнетривкість матеріалів форми, нагрів її до високих температур перед заливкою покращує заповнюваність, дає можливість одержувати виливки

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

складнішої конфігурації, максимально наближеною, або відповідної конфігурації готової деталі, практично з усіх відомих сплавів. Коефіцієнт точності виливків по масі (КТМ) може досягати 0,85 ... 0,95, що різко скорочує обсяги обробки різанням і відходи металу в стружку. Точність виливків може відповідати 2 ... 6 класам точності за ГОСТ 26645-85, а припуски на обробку різанням для виливків розміром до 50 мм зазвичай не перевищують 1,0 мм, а розміром до 500 мм складають близько 3,0 мм. Тому лиття за моделями, що витоплюються відноситься до прогресивних матеріало- і працезберігаючих технологічних процесів обробки металів[1].

### 9.8 Загальні характеристики другої деталі

В залежності від маси вилівка відносимо його до 1-ї групи – дрібні (до 100 кг), оскільки маса вилівка «Ричаг» складає 0,4 кг. Можна виробляти із вуглецевої сталі, нержавіючої сталі, алюмінієвого сплаву, чи високопробного чавуну. Використовуємо в даному прикладі високопробний чавун. Технологія наведена на кресленні 6.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

## 9.9 Виготовлення деталей колінного протеза методами лиття

Передбачається виготовлення трьох деталей протеза колінного суглоба литтям. Для цього необхідно вирішити чотири основні питання, які будуть узгоджені між вимогами конструювання і можливостями технологій.

1) Матеріал виливки і відповідно готової деталі. Передбачається випробувати кілька матеріалів:

1.1. Звичайні вуглецеві сталі згідно креслень: Сталь30, сталь40, сталь45.

Переваги: а) дешевизна; б) можливість гарту для збільшення твердості.

Недоліки: а) кородує; б) неможливість організувати масову або багатосерійне виробництво методом лиття під тиском; в) важкий сплав - велика щільність.

1.2. Нержавіючі сталі.

Переваги: а) не кородує; б) відносна дешевизна. Недоліки: а) дорожче вуглецевої сталі; б) неможливість організувати масову або багатосерійне виробництво методом лиття під тиском; в) важкий сплав - велика щільність.

1.3. Алюмінієві сплави типу Силумин АК12 або інші.

Переваги: а) не кородує; б) дешевизна - найдешевший з металевих сплавів - дешевше сталі; в) мала щільність - легше сталі і високоміцного чавуну; ллється під тиском - можливість організувати масову або багатосерійне виробництво методом лиття під тиском. Недоліки: а) міцність нижче, ніж у вуглецевої сталі.

1.4. Високоміцний чавун.

Переваги: а) має щільність менше сталі і відповідно має меншу вагу. По міцності він не поступається сталі і навіть перевершує. Недоліки: а) неможливість організувати масову або багатосерійне виробництво методом лиття під тиском; в) важкий сплав - велика щільність.

1.5. Магнієві сплави.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

Переваги: а) легкий сплав, б) ллється під тиском. Недоліки: важко лити - легко спалахує - горюча.

#### 1.6. Титан.

Переваги а) легкий; б) не кородує. Недоліки: а) дуже дорогий; б) не ллється під тиском.

2) Методи лиття. Передбачається задіяти кілька методів лиття:

#### 2.1. Лиття під тиском (ЛПД).

Переваги: а) найвища якість поверхні (товарний вид) і всієї відливки; б) найвища продуктивність; в) найвищі можливості автоматизації процесу лиття під тиском (ЛПД).

Недоліки: а) найвища вартість виготовлення прес-форми; б) дорожче обслуговування обладнання.

#### 2.2. Лиття по виплавлюваних моделях (ЛВМ).

Переваги: а) низька вартість виготовлення прес-форми; б) можливість лиття будь-яких сплавів, в т.ч. легень (алюмінієві і магнієві сплави) і важких сплавів (вуглецевої і нержавіючої сталі і високоміцного чавуну, титану).

Недоліки: а) мала продуктивність (тривалий цикл виготовлення однієї виливки - нанесення 5-7 вогнетривких шарів протягом декількох днів); б) велика кількість додаткових матеріалів (етилсилікат; спирт; соляна кислота; маршалит; ацетон; сірчана кислота).

#### 2.3. Лиття по випалюваних моделях (ЛГМ).

Переваги: а) низька вартість виготовлення прес-форми; б) продуктивність вище, ніж при ЛВМ; в) можливість лиття будь-яких сплавів, в т.ч. легень (алюмінієві і магнієві сплави) і важких сплавів (вуглецевої і нержавіючої сталі і високоміцного чавуну; титану).

Недоліки: а) Екологічні обмеження і погіршені санітарно-гігієнічні умови; б) продуктивність нижче, ніж при ЛПД.

#### 2.4. кокільне лиття

Переваги: а) високу якість поверхні (товарний вид) і всієї відливки; б) висока продуктивність; в) найвищі можливості автоматизації процесу лиття.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

а) низька вартість виготовлення прес-форми; б) продуктивність вище, ніж при ЛВМ; в) можливість лиття в облицьованих кокілях - можливість лиття будь-яких сплавів, в т.ч. легень (алюмінієві і магнієві сплави) і важких сплавів (вуглецевої і нержавіючої сталі і високоміцного чавуну).

Недоліки: а) висока вартість виготовлення прес-форми.

3) Доопрацювання товщини стінок (узгоджене зменшення) і конфігурації виливків відповідно до вимог ливарної технології:

3.1. ливарні ухили

3.2. Припуски на мехобработка

3.3. Зміна конфігурації нетехнологічних частин

3.4. ливарні радіуси

3.5. Узгодження роз'єму між напівформу

4) Проектування й виготовлення оснащення (прес-форм):

4.1. ЛПД

4.2. ЛВМ

4.3. ЛГМ

Будуть виготовлені виливки деталей протеза з усіх зазначених металевих сплавів, виготовлена оснащення (прес-форми) і випробувані всі три зазначених методу лиття у зв'язку:

А) з неможливістю або недоцільністю використання кожного з методів литва для кожного з сплавів.

Б) з необхідністю порівняти якість литва, ливарні, міцність і пластичні (в'язкі) властивості, твердість.

В) з необхідністю відпрацювати кожен із способів для лиття кожного конкретного сплаву.

Г) з необхідністю мати запасні вже відпрацьовані способи виготовлення (методи лиття).

Необхідне обладнання:

1. 3D - принтер для виготовлення виплавлених моделей (з воску).

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

2. Центробіжна ливарна машина для заливки методами ЛВМ (лиття по виплавлених моделях) і ЛГМ (лиття за газифікованими моделями).

3. вібростіл для ущільнення ливарних форм методами ЛВМ (лиття по виплавлених моделях) і ЛГМ (лиття за газифікованими моделями).

4. Піч універсальна термічна для підготовки ливарних форм.

5. Машина лиття під тиском.

необхідні матеріали

1. Металева шихта для сплавів - сталь, високоміцний чавун, силуміни, титан.

2. Допоміжні матеріали: пісок, маршалит, етилсилікат, ацетон, спирт, соляна і сірчана кислота.

3. Восковий матеріал для 3d- принтерів.

4. Віск ливарний.

5. неспінені пінополістирол.

Необхідна оснастка:

1.Пресс-форми Л В М.

2.Пресс-форми Л Г М.

3.Пресс-форми Л П Д.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

## 10 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

У даному розділі проектується вибивна решітка інерційного типу, призначена для вибивання ливарних форм. За конструкційний прототип прийнята решітка моделі 31211.

### 10.1 Загальна характеристика вибивної решітки

#### 10.1.1 Призначення, галузь використання

Інерційна вибивна решітка призначена для вибивання ливарних форм з опок в умовах серійного виробництва. Такі решітка застосовуються на вибивних дільницях ливарних цехів.

#### 10.1.2 Описання та обґрунтування вибраної конструкції

Інерційна вибивна гратка (аркуш 7 ) складається із основних чотирьох вузлів: рами 5, робочого полотна гратки 7, приводного вала з дебалансами 4 та амортизаторів 6.

Коливання гратки виникають під дією відцентрової сили, яка виникає на приводному валу з дебалансами 4 під час його обертання.

Інерційна вибивна гратка представляє собою робоче полотно 7, яке жорстко закріплене зверху на корпусі 5. Корпус 5 установлений на амортизаторах 6. Полотно 7 приводиться у коливальний рух від вала 4 з дебалансами. Вал 4 обертається в підшипниках, які встановлені в стаканах, змонтованих на корпусі гратки 5. Вал 4 одержує обертання від стаціонарного електродвигуна 1 за допомогою клинопасової передачі 3. Вертикальна проекція неврівноваженої відцентрової сили дебаланса  $Q \cos wt$  є збурювальною силою, яка спонукає до коливання гратку на своїх пружних опорах.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Шевчук В.І.			Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Самарай В.П.				68	134
Реценз.					НТУУ ІФФ гр. ФЛ71		
Н. Контр.							
Затверд.							
<b>СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА</b>							



Форму, яка вибивається, ставлять на інерційну решітку. Інерційна вибивна гратка не має жорсткого привода із примусовою кінематикою.

Конструктивно вибивні інерційні решітки відрізняються типом вібробудувача, місцем його встановлення та напрямком коливань полотна гратки.

У вибивних решітках без транспортування вібробудувач розміщується симетрично відносно пружних опор корпуса. Використовують гратки з одновальним вібробудувачем кругової дії, двохвальним вібробудувачем направленої дії. Дебалансні вали можуть приводитись окремими двигунами-вібраторами, розташованими між або зовні пружних опор [8].

У вибивних решітках з транспортуванням вібробудувач розташований не симетрично відносно опор, завдяки чому збурювальна сила направлена під кутом до полотна гратках. У випадку використання одновального вібробудувача кругової дії полотно розташоване під кутом  $\alpha$  до горизонту, завдяки чому забезпечується потрібна швидкість транспортування.

## 10.2 Кінематична схема решітки

На рисунку 10.1 показано кінематичну схему гратки, що проектується.

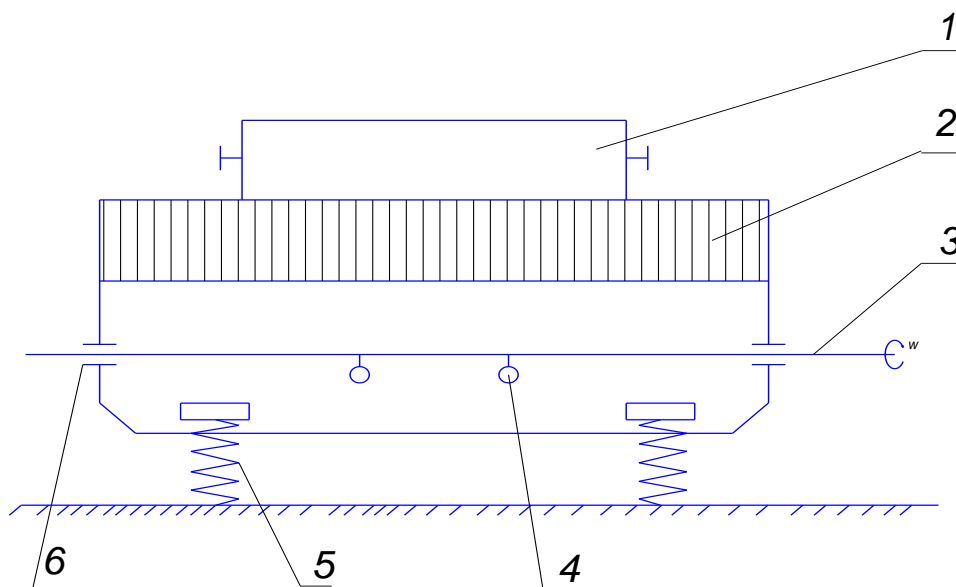


Рисунок 10.1 – кінематична схема гратки

1 – півформа, яка вибивається; 2 – корпус гратки; 3 – приводний вал;  
4 – дебаланс; 5 – пружинна підвіска; 6 – опори вала.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Подпись	Дата		69

### 10.3 Розрахунок основних конструктивних параметрів

Вихідні дані : вантажопід'ємність – 480 кг.

#### 10.3.1 Визначення кутової швидкості вібратора

Для визначення кутової швидкості вібратора використовуємо формулу:

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

де  $\omega$  – кутова швидкість вібратора,  $\text{с}^{-1}$ ;

$\mu$  – відношення маси ґратки до маси форми;

$e_0$  – питома енергія удару, необхідна для вибивання форми,

$e_0 = 30 \dots 40$  мм . Приймаємо  $e_0 = 30$  мм;

$R$  – коефіцієнт відновлення швидкості тіл після удару.  $R = 0,15 \dots 0,20$  – для сталевих опок, приймаємо  $R = 0,2$ .

$$\mu = \frac{G_{\text{реш}}}{G_{\text{форм}}} = 0,48. \quad (10.2)$$

За формулою 10.1 порахуємо кутову швидкість вібратора

$$\omega = \frac{2(1+0,48)}{1,15(1+0,2)} \cdot 3,14 \sqrt{\frac{9810}{2 \cdot 25}} = 154,74 \text{ с}^{-1}$$

#### 10.3.2 Визначення кількості обертів вала вібратора за хвилину

Визначення кількості обертів вала вібратора за хвилину здійснюється за формулою:

$$n = \frac{30 \cdot \omega}{\pi}, \quad (10.3)$$

де  $n$  – кількість обертів вала вібратора,  $\text{хв}^{-1}$ ;

$\omega$  - кутова швидкість вібратора,  $\text{с}^{-1}$ ;  $\omega = 154,74 \text{ с}^{-1}$  .

$$n = \frac{30 \cdot 94,56}{3,14} = 154,74 \text{ хв}^{-1}.$$

					ФЛЗ71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
						70
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 10.3.3 Визначення величини збурювальної сили

Визначення величини збурювальної сили здійснюється за формулою:

$$F_0 = (G_{\text{реш}} + G_{\text{форм}}) \cdot \pi \left( \frac{1-R}{1+R} \right) \cdot \left( 1 - \frac{\omega_{\text{реш}}^2}{\omega^2} \right), \quad (10.4)$$

де  $F_0$  – величина збурювальної сили, кг;

$G_{\text{реш}}$  – маса ґратки, кг;  $G_{\text{реш}} = 1150$  кг;

$G_{\text{форм}}$  – маса форми, кг;  $G_{\text{форм}} = 480$  кг;

$R$  – коефіцієнт відновлення швидкості тіл після удару,  $R = 0,2$ ;

$\omega$  – кутова швидкість вібратора,  $\text{с}^{-1}$ ;  $\omega = 154,74 \text{ с}^{-1}$ ;

$\omega_{\text{реш}}$  – частота власних коливань ґратки,  $\text{с}^{-1}$ ;  $\omega_{\text{реш}} = 20 \dots 60 \text{ с}^{-1}$ .

Приймаємо  $\omega_{\text{реш}} = 30 \text{ с}^{-1}$ .

Підставивши в формулу 11.4, отримаємо:

$$F_0 = (1150 + 480) \cdot 3,14 \left( \frac{1-0,2}{1+0,2} \right) \cdot \left( 1 - \frac{30^2}{154,74^2} \right) = 11340,17 \text{ кг.}$$

### 10.3.4 Визначення маси неврівноважених вантажів

Здійснюється за формулою:

$$G_0 = \frac{F_0 \cdot g}{\omega^2 \cdot r}, \quad (10.5)$$

де  $G_0$  – маса неврівноважених вантажів, кг;

$F_0$  – збурювальна сила, кг;  $F_0 = 11340,17$  кг;

$g$  – прискорення вільного падіння,  $\text{м}/\text{с}^2$ ;  $g = 9,81 \text{ м}/\text{с}^2$ ;

$\omega$  – кутова швидкість вібратора,  $\text{с}^{-1}$ ;  $\omega = 154,74 \text{ с}^{-1}$ ;

$r$  – радіус кола, яке проходить через центр ваги неврівноважених вантажів, м;  $r = 0,10 \dots 0,18$  м. Приймаємо  $r = 0,18$  м;

$$G_0 = \frac{11340,17 \cdot 9,81}{154,74^2 \cdot 0,18} = 25,8 \text{ кг.}$$

					ФЛЗ71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
						71
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпись	Дата		

### 10.3.5 Визначення сумарної жорсткості пружин

Визначення сумарної жорсткості пружин здійснюється за формулою:

$$\sum K = \omega^2 \frac{G_{реш} + G_{форм}}{g} \quad (10.6)$$

де  $\sum K$  – сумарна жорсткість пружин, кг/см;

$\omega_{реш}$  – частота власних коливань ґратки,  $c^{-1}$ ;  $\omega_{реш} = 30 c^{-1}$ ;

$G_{реш}$  – маса ґратки, кг;  $G_{реш} = (0,8 \dots 1,0) G_{форм}$ ,  $G_{реш} = 800$  кг.

$G_{форм}$  – маса форми, кг;  $G_{форм} = 480$  кг;

$g$  – прискорення вільного падіння,  $m/c^2$ ;  $g = 9,81 m/c^2$ .

Підставивши в формулу 11.6, отримаємо:

$$\sum K = 30^2 \frac{800 + 480}{9,81} = 1100,9 \text{ кг/см}$$

### 10.3.6 Визначення жорсткості однієї пружини

Визначення жорсткості однієї пружини проводиться за формулою:

$$K_1 = \frac{\sum K}{n} ; \quad (10.7)$$

де  $K_1$  – жорсткість однієї пружини, кг/см;

$\sum K$  – сумарна жорсткість пружин, кг/см;  $\sum K = 1100,9$  кг/см;

$n$  – кількість пружин, шт;  $n = 4 \dots 24$  шт. Приймаємо  $n = 12$  шт.

$$K_1 = \frac{1651,4}{12} = 137,25 \text{ кг/см}$$

### 10.3.7 Визначення потужності електродвигуна привода вибивної інерційної ґратки

Загальна формула для визначення потужності електродвигуна має вигляд:

					ФЛЗ71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
						72
Зм.	Арк.	№ докум.	Подпись	Дата		

$$N = \frac{\pi \cdot g \cdot G_{\text{форм}}}{102 \cdot \eta \cdot \omega} \cdot \frac{1-R}{1+R} \cdot \frac{1+\mu}{\mu}, \quad (10.8)$$

де  $N$  – потужність електродвигуна, кВт;

$G_{\text{форм}}$  – маса форми, кг;  $G_{\text{форм}} = 4800$  кг;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії,  $\eta = 0,8$ ;

$\omega$  – кутова швидкість вібратора,  $\text{с}^{-1}$ ;  $\omega = 154,74 \text{ с}^{-1}$ ;

$R$  – коефіцієнт відновлення швидкості тіл після удару,  $R = 0,2$ ;

$\mu$  – відношення маси ґратки до маси опоки,  $\mu = 1,15$ .

$$N = \frac{3,14 \cdot 9,81 \cdot 480}{102 \cdot 0,8 \cdot 154,74} \cdot \frac{1-0,2}{1+0,2} \cdot \frac{1+1,15}{1,15} = 9,74 \text{ кВт.}$$

Вибираємо трифазний асинхронний короткозамкнений двигун серії 4А (ГОСТ 19523-74). Тип електродвигуна: 4А132М4У3. Потужність: 11 кВт.

Синхронна частота обертання:  $1500 \text{ хв}^{-1}$ .

Таблиця 10.1 – Технічна характеристика вибивної ґратки .

Параметр	Числове значення
Вантажопідйомність, т	0,48
Продуктивність, форм/год	60
Розміри робочого полотна, мм:	
довжина	1200
ширина	900
Розміри вічок ґратки, мм:	
довжина	170
ширина	60
Число секцій робочих полотен	1
Розміри пружин-амортизаторів, мм:	
зовнішній діаметр	90
висота	196
діаметр дроту	16

					ФЛЗ71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		73

Кількість пружин-амортизаторів	12
Частота коливань, $\text{хв}^{-1}$	1480
Установлена потужність, кВт	11
Габаритні розміри ґратки, мм	
довжина	1360
ширина	1200
висота	535
Маса, кг	2360

#### 10.4 Робота інерційної вибивної ґратки

Інерційна вибивна ґратка представляє собою полотно 7, жорстко закріплене в корпусі 5, який встановлений на амортизаторах 6. Ґратка приводиться у коливальний рух від вала з дебалансом 4. Вал обертається в підшипниках 14, встановлених в стаканах 15, які в свою чергу вмонтовані в корпусі ґратки 5, і одержує обертання від стаціонарного електродвигуна 1 за допомогою клинопасової передачі 3.

При роботі інерційної вибивної ґратки відбуваються періодичні зіткнення форми, яка підскакує над ґратки 7, із самою ґратки.

Удар опоки або ливарної форми об ґратки 7 носить напівпружний характер із частковим відновленням швидкості, тобто миттєвим відбиттям, або відскоком, опоки від ґратки після удару. Тому ґратки робить коливання одна, без опоки, протягом усього періоду між зіткненнями.

Джерелом коливання в інерційних ґратках є вібратор (аркуш 8), який складається з горизонтального неврівноваженого вала 4, який обертається в підшипниках 14, встановлених в стаканах 15, які в свою чергу вмонтовані в корпусі 5 ґратки. На обох кінцях вала посаджені вантажі-дебаланси 12, в результаті руху яких і виникає збурювальна сила при обертанні вала 4. Обертання вала 4 електродвигун передає через клинопасову передачу.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
						74
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення працездатності та надійності роботи машини при заданих навантаженнях висувається ряд вимог по експлуатації даної машини[8].

Фундаментні балки перед фінішною затяжкою та заробкою повинні бути чітко вивірені. Допустимий нахил не більше 1/500.

Робоча поверхня ґратки на зібраній машині повинна лежати в горизонтальній площині. Допустимий нахил в будь-якому напрямі не більше 1/500. Приводний вал при знятих пасах повинен легко прокручуватись від руки.

При установленні пружин необхідно забезпечити, щоб їх верхні торці знаходилися на одній висоті. Допустимі відхилення не більше 1 мм. Регулювальний вантаж на приводному валу повинен легко без люфта переміщуватися при обертанні вала.

Корпуси підшипників перед збиранням бути заповнені солідолом.

Пуск машини виконувати тільки під навантаженням. Щоб машина працювала справно та без поломок, потрібно проводити змащення підшипникових опор вібратора, яке відбувається один раз за зміну пластичною змазкою через прес-маслянки.

ґратки і привод встановлюють на бетонний фундамент і кріплять до нього фундаментними гвинтами. Глибина закладення фундаменту залежить від ґрунту та визначається проектувальником цеху. У фундаменті повинен бути передбачений проріз для видалення суміші, яка вибивається. При монтажі ґратка вивіряється за допомогою рівня в двох взаємоперпендикулярних площинах. Відхилення має не перевищувати 0,5 мм на довжині 1000 мм.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
						75
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

## 10.5 Розрахунок гідролізеру

Гідроліз етилсилікату проводять для того, щоб отримати більш в'язкі плівки і досить міцні.

Перед гідролізом в етилсилікату перевіряють вміст кремнезему і соляної кислоти. Гідроліз здійснюють або за допомогою спирту або ацетону.

Гідролізований розчин готують на одну зміну при роботі в одну зміну і на добу при тризмінній роботі.

Розрахунок вихідних матеріалів, при застосуванні спирту як розріджувача, ведеться за такою схемою (на 10 л гідролізованого розчину), припускаючи, що етилсилікат містить  $\text{SiO}_2$  30% і  $\text{HCl}$  0,05%.

Для гідролізованого розчину кількість води необхідно брати 1,2 грама молекули на 1 грам-молекулу етилсилікату, тобто 10 в. ч. води на 100 в. ч. етилсилікату.

Вміст у гідролізованому розчині кремнезему має бути 18%, а соляної кислоти - 0.1%. За цих умов кількість компонентів, які необхідно ввести в розчин, визначатиметься наступним способом:

- кількість вихідного етилсилікату:

$$10 \cdot 18/30 = 6 \text{ л}$$

- необхідність спирту:

$$10 - 6 = 4 \text{ л}$$

- необхідність загальної кількості води в  $\text{см}^3$ :

$$6000 : 10 = 600 \text{ см}^3$$

В одному літрі спирту міститься  $80 \text{ см}^3$  води, отже, зі спиртом вноситься наступна кількість води:

$$4 \cdot 80 = 320 \text{ см}^3$$

Таким чином, в розчин потрібно додати наступну кількість дистильованої води:

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ			
Изм.								
Разраб.	Шевчук В.І.				Розрахунок гідролізеру	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Самарай В.П.						76	134
Реценз.						НТУУ "КПІ" ІФФ, гр.ФЛ71		
Н. Контр.								
Утверд.								



$$600 - 320 = 280 \text{ см}^3;$$

- кількість міцної технічної соляної кислоти-36% буде потрібно:

$$(10000 \cdot 0,1 - 6000 \cdot 0,05) / 36 = 15,5 \text{ см}^3$$

Приготування гідролізованого розчину здійснюється в гідролізері, схема якого представлена на рис 4.1.

Гідролізер Г-16 характеризується наступними технічними даними:

- продуктивність 32 л / год;
- ємність бачка для суміші 16 л;
- ємність бачка для спирту 6 л;
- потужність електродвигуна 0,6 кВт.

Гідролізер складається з внутрішнього бака 5 і зовнішнього бака 4. На зливний патрубок надіта гумова трубка, яка закінчується затискачем 8. У зовнішній резервуар наливається охолоджуюча вода, для подачі і спуску якій є два патрубки із запірними вентилями. Для перемішування суміші встановлена мішалка 7 пропелерного типу, яка наводиться в обертання електродвигуном 3 через шестерний редуктор планетарного типу, укріпленого на кришці бака 4. Над баком 4 на кронштейнах встановлений дозатор 1, з'єднаний з баком 5 трубкою з кранів 2.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

## Принцип дії:

Розрахункову кількість етилсілікату розливають через лійку в бак 5 для

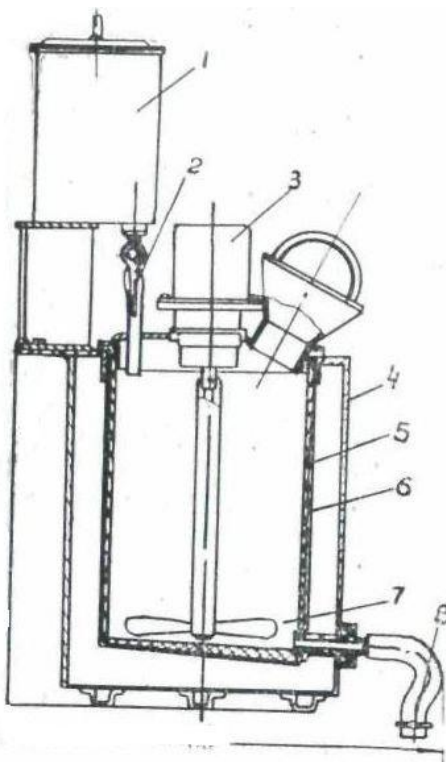


Рисунок 10.2 Схема гідролізеру Г-8

змішування, а спирт у розрахунковій кількості з добавками дистильованої води і соляною кислотою наливають в бак I. Потім включають мішалку і одночасно відкривають кран 2. В цей же час відкривають кран для подачі води в охолоджуючий резервуар.

У процесі гідролізу необхідно стежити за показаннями термометра, встановленого в гідролізаторах, т. к. реакція йде з виділенням тепла. Температура гідролізованого розчину повинна підтримуватися  $45^{\circ}\text{C}$ . Якщо температура підвищується, подачу спирту слід припинити, продовжувати перемішування і посилити охолодження. Після того як весь спирт буде змішаний із етилсілікату, перемішування слід продовжити до падіння температури від досягнутого максимальної межі на  $5^{\circ}\text{C}$ . Потім гідролізований розчин слід охолодити до  $25-30^{\circ}\text{C}$  і злити в скляну пляшку з гумовою пробкою. Гідролізований етилсілікат можна вживати для складання облицювальної обмазки через дві години після закінчення гідролізу [3].

						ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			78

## 11 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці – це система правових соціально – економічних, організаційно – технічних, санітарно – гігієнічних і лікувально – профілактичних заходів і засобів спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Мета розділу – це аналіз небезпечних та шкідливих чинників, які мають місце при проектуванні ливарного цеху та розробка заходів спрямованих на їхнє усунення і забезпечення здорових умов праці.

Охорона праці відіграє важливу роль як соціальний чинник. Незадовільний стан охорони праці та виробничої безпеки, є чинником накопичення негативної напруги в суспільстві і формування політичного стану суспільства в цілому.

Якими б вагомими не були трудові здобутки, вони не можуть компенсувати людині втраченого здоров'я, а тим більше життя - те й інше дається лише один раз.

Окрім соціального, охорона праці має, безперечно, важливе економічне значення. Це й висока продуктивність праці, зниження витрат на оплату лікарняних, компенсацій за важкі та шкідливі умови праці тощо. Незадовільний стан охорони праці важким тягарем лягає на економіку держави і підприємств.

За розрахунками Німецької ради підприємців наслідки нещасних випадків коштують у 10 разів дорожче, ніж вартість заходів щодо їх запобігання. В Україні, враховуючи мізерні втрати на заходи з охорони праці, ця різниця ще більша. Фахівці Міжнародної організації праці (МОП) підраховали, що економічні витрати, пов'язані з нещасним випадками на виробництві, складають понад 1 % світового валового внутрішнього продукту, а витрати на ліквідацію аварій - ще більші.

Цех ливарний авіабудівного заводу потужністю 1500 тон придатних

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Шевчук В.І.			ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.							79	134
Н. Контр.						НТУУ ІФФ гр. ФЛ-71		
Затверд.								

виливків на рік. Проектований цех повинен задовольняти всім нормам охорони праці, тому буде розглянуті наступні питання: організаційні питання охорони праці, аналіз мікроклімату, загазованість та запилення, випромінювання, джерела шуму, розрахунки освітлення, електробезпека, протипожежна безпека, захист навколишнього середовища та забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях.

## 11.1 Охорона праці

### 11.1.1 Аналіз умов праці

#### Організація робочого місця

У цеху виплавляють сталь 35л, 35хгсл, 45л та чавун сч 25, 35. План-схема цеху наведена на рисунку 11.1.

Адміністративні та санітарні приміщення			
Побутові приміщення	Склад готової продукції		Склад формувальних матеріалів
	Дільниця термічного оброблення	Відділення фінішних операцій	
	Сумішоприготувальне відділення	Формувальне відділення	
Цехові лабораторії	Стрижневе відділення	Відділення лиття за ЛВМ	Склад шихтових матеріалів
	Плавильне відділення		

Рисунок 11.1 – План-схема цеху

Довжина цеху 186 м, ширина цеху 72 м. Кількість працюючих у цеху 61 особи, всього працівників – 71 особи.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

Будівля каркасного типу. Несучий каркас складається з колон, що стоять на фундаменті і пов'язаних балками і фермами. Каркас будівлі і колони - залізобетонні. Крок колон - 6 м і 5 м. Для покриття підлоги передбачаються сталеві перфоровані плити товщиною 1,5-3 см. Для в'їзду і виїзду призначені двостулкові ворота.

У склад цеху входять: плавильне відділення, формувальне відділення, сумішоприготувальне відділення, стрижневе відділення, відділення лиття за моделями, що витоплюються, відділення фінішних операцій та склад шихтових і формувальних матеріалів, адміністративні та санітарно-побутові приміщення.

Метал виплавляється в дугових електропечах ДСП – 1,5.

Адміністративні приміщення довжиною 72 м, шириною 6 м, висотою 4 м, площею 432 м<sup>2</sup> і об'ємом 1728 м<sup>3</sup> призначені для роботи – 22 чол.

Санітарно-побутові приміщення довжиною 72 м, шириною 6 м та висотою 4 м призначені для використання всіма 124 працівниками ливарного цеху.

Виробничі приміщення ливарного цеху довжиною 186 м, та шириною 72 м, висотою 13 м, площею 13392 м<sup>2</sup> і об'ємом 174096 м<sup>3</sup> призначені для роботи 102 працівників.

В адміністративних приміщеннях площа вільного простору має бути не менше 6,0 м<sup>2</sup>, об'єм - не менше 20,0 м<sup>3</sup>. згідно з вимогами ДСанПіН 3.3.2-007-98, НПАОП 0.00-1 31-99.

Санітарно-побутові приміщення мають бути не менше 4 м<sup>2</sup>, на одного працюючого згідно СНиП 2.09.04-87.

Згідно СН 245-71 у виробничих приміщеннях площа вільного від обладнання простору на одного працюючого повинна складати не менше 4,5 м<sup>2</sup>, а об'єму - не менше 15 м<sup>3</sup>.

У цеху ливарного комплексу авіабудівного заводу можливі наступні шкідливі або небезпечні виробничі фактори за ГОСТ 12.0.003-74:

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
						81
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фізичні:

- Підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони;
- Підвищена або знижена температура повітря робочої зони;
- Підвищений рівень шуму на робочому місці;
- Підвищений рівень вібрації;
- Підвищений рівень інфразвукових коливань;
- Підвищений рівень ультразвуку;
- Підвищена або знижена вологість повітря;
- Підвищена або знижена рухливість повітря;
- Підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини;
- Підвищений рівень статичної електрики;
- Підвищений рівень електромагнітних випромінювань;
- Підвищена напруженість електричного поля;
- Підвищена напруженість магнітного поля;
- Відсутність або нестача природного світла;
- Недостатня освітленість робочої зони.

Хімічні:

- за характером впливу на організм людини та шляхом проникнення в її організм - підвищений рівень шкідливих речовин в повітрі робочої зони (пил, газ, аерозолі).

Психофізіологічні:

- статичні фізичні перевантаження;
- динамічні фізичні перевантаження;
- розумове перенапруження;
- перенапруження аналізаторів;
- монотонність праці;
- емоційні перевантаження.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
						82
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно Постанови КМУ від 26.10.2011 № 1107 на експлуатацію ДСП-1,5, піч плавильну ІСТ-0,16, термопечі та на виконання робіт на них необхідно отримати Дозвіл Держгірпромнагляду України.

Згідно НПАОП 0.00-2.24-05 до робіт : з підвищеною небезпекою відносяться роботи в термічних цехах та дільницях на електротермічних установках підвищеної та високо частоти (8), роботи по виробництву чавуну та сталі, обслуговування устаткування по їх виробництву (51), плавильні, заливочні роботи і роботи по термообробці лиття (52), робота з піскострумними апаратами (59).

Згідно НПАОП 0.00-2.24-05 та НПАОП 0.00-4.12-05 працівники, відповідальні за безпечне утримання і експлуатацію обладнання підвищеної небезпеки, за організацію безпечного виконання робіт повинні проходити 1 раз на 3 роки навчання та перевірку знань з питань охорони праці.

Робітники, зайняті цими роботами повинні проходити щорічно навчання та перевірку знань з питань охорони праці та 1 раз на 3 місяці повторний інструктаж з реєстрацією в журналі інструктажів на робочому місці.

Для працівників адміністративних приміщень повторний інструктаж проводиться 1 раз на 6 місяців.

#### 11.1.2 Аналіз мікроклімату

Мікрокліматичні умови структурних підрозділів ливарного цеху – це параметри температури, відносної вологості, швидкості руху повітря, інтенсивності теплового (інфрачервоного) опромінення в робочій зоні або в зоні обслуговування на постійних та не на постійних робочих місцях.

Для адміністративних приміщень та приміщень цехових лабораторій на постійних робочих місцях (категорія робіт легка Іа та Іб, витрата енергії 105...175 Вт або 90...150 ккал/год) згідно ДСН 3.3.6.042-99 встановлюються оптимальні умови мікроклімату (температура повітря 21...24 °С, відносна вологість 60-40%, швидкість руху повітря не більше 0,1 м/с).

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
						83
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для виробничих приміщень ливарного цеху встановлюються допустимі параметри мікроклімату в зв'язку з неможливістю забезпечити на робочих місцях оптимальної величини мікроклімату за технологічними вимогами виробництва, технічною недосяжністю та економічно обґрунтовано недоцільністю.

У плавильному відділенні та дільниці термічної обробки виконуються важкі фізичні роботи (категорія III), пов'язані з постійним переміщенням, перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів, при яких виграти енергії становлять 291...349 Вт (251...300 ккал/год.).

Мікрокліматичні умови в зазначених вище виробничих приміщеннях ливарного цеху для постійних і непостійних робочих місць в залежності від пори року для категорії робіт III наведено в табл. 11.1.

У теплий період року допускається перевищення температури не більше, ніж на 3 °С середньої температури зовнішнього середовища. За високої температури повітря організм втрачає відповідну кількість вологи, а разом з нею і солі, які відіграють важливу роль у життєдіяльності людини. Для поновлення втрат вологи в цеху мають бути встановлені сатуратори – пристрої для роздавання газованої підсоленої води, що вміщує 0,5% кухонної солі (хлористий натрій); газация води має провадитися вуглекислотою. Постачання водою всіх робітників гарячого цеху має проводитися з розрахунку 4...5 л на людину на зміну.

Температура питної води 18...20 °С.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		84



Таблиця 11.1– Параметри мікроклімату відповідно до ДСН 3.3.6.042–99

Приміщення	Період року	Температура повітря, °С		Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
		Допустима на робочих місцях		допустима	допустима
		постійних	непостійних		
Плавильне відділення та ТО	Холодний	17...23	15...24	75	Не більше 0,3
	Теплий	18...27	17...29	65 при 26°С	0,2...0,4
Виробничі	Холодний	21...25	18...26	75	Не більше 0,1
	Теплий	22-28	20-30	55 при 28°С	0,1-0,2

Під час роботи працівники піддаються впливу теплового опромінення від розігрітих плавильних печей, печей термообробки та розплавленого металу.

При цьому інтенсивність теплового опромінення згідно ГОСТ 12.1.005-88, ДСН 3.3.6.042-99 перевищує допустиме значення 140,0 Вт/м<sup>2</sup>.

Працівники, які виконують роботи із зазначеним вище обладнанням повинні використовувати засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) - спецодяг, спецвзуття, ЗІЗ для захисту голови, очей, обличчя, рук.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		85

Спецодяг має захисні властивості, які виключають можливість нагріву його внутрішніх поверхонь на будь-якій ділянці до температури 40 оС у відповідності з ГОСТ 12.4.176-89, ГОСТ 12.4.016-87.

У інших виробничих приміщеннях ливарного цеху (стрижневе відділення, сумішеприготувальне відділення, відділення фінішних операцій, формувальне відділення, складах шихтових і формувальних матеріалів) виконуються роботи стоячи, які відносяться до середньої важкості робіт Пб, пов'язаних з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів та супроводжуються помірним фізичним напруженням, при яких витрата енергії дорівнює 233...290 Вт (201...250 ккал/год.). Вимоги до показників, які характеризують допустимі мікрокліматичні умови в зазначених вище виробничих приміщеннях ливарного цеху для постійних і непостійних робочих місць в залежності від пори року та категорії робіт наведено в табл. 11.2.

Кількість повітря, що надходить через ворота і отвори в цехах, не захищених від вітру або обладнаних витяжною вентиляцією, становить 11000 м<sup>3</sup> / год на 1 м<sup>2</sup> отвору.

При опаленні цеху за допомогою приточної вентиляції температура повітря, що подається має бути не вищою за 70 °С, при цьому приточна вентиляція встановлюється на висоті більше 3,5 м від рівня підлоги. Якщо подача повітря здійснюється на висоті 3,5 м від підлоги, температура його не повинна перевищувати 45°С, а робоче місце розташовується не ближче ніж за 2 м. У формувальних відділеннях приточна вентиляція має забезпечувати мінімальний триразовий повітрообмін.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

Таблиця 11.2– Вимоги до мікроклімату стрижневого, сумішоприготувального, формувального відділення, відділення фінішних операцій, складів шихтових і формувальних матеріалів.

Період року	Категорія робіт	Температура, °С				Відносна вологість (%) на робочих місцях- постійних і непостійних	Швидкість руху (м/с) на робочих місцях- постійних і непостійних
		Верхня межа		Нижня межа			
		На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях	На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях		
Холодний період року	Середньої важкості ПБ	21	23	15	13	75	не більше 0,4
Теплий період року		27	29	15	15	70 при 25°С	0,5-0,1

### 11.1.3 Шкідливі речовини в повітрі робочої зони

Джерелом виділення пилу та газів є плавильні установки, які розташовані в плавильному відділенні цеху (виплавлення сталі ведеться в печах типу ДСП).

У відповідності до ГОСТ 12.1.007-76, шкідливі речовини, що виділяються при роботі цеху, а саме тверді суспензії (пил, зола, дим), оксиди вуглецю, азоту, сірки, магнію, оксиди і солі важких металів, можна поділити на чотири класи небезпеки залежно від ГДК (гранично допустимої концентрації), яка визначається за ГОСТ 12.1.005-88.

Згідно ГОСТ 12.1.005-88 пил, який виділяється (діоксид кремнію), відноситься до фіброгенних речовин. Пил, який попадає в організм людини через дихальні шляхи, може призвести до розвитку професійних захворювань, пилового бронхіту, силікозу, пневмоконкозу.

У процесі плавлення сталі виділяється пил у кількості – 9,5 кг/т металу, оксид вуглецю – 1,2 кг/т, оксид азоту – 0,26 кг/т металу. При виплавленні сталей газу на

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		87

рівні робочого вікна мають наступний склад (за об'ємом): 0,05...0,22 % оксиду вуглецю, 0,8...6,0% вуглекислого газу, 15...20 % кисню, до 0,01 % водню, до 0,07 % оксид азоту та 0,005 % оксид сірки.

В середньому на плавку виділяється 10...20 кг пилу на кожну тонну рідкої сталі. Виділення вище вказаних речовин збільшується під час виконання технологічних операцій (розкислення, модифікування, заливання) в середньому на 40 % [7].

Шкідливі речовини, що накопичуються в цеху, діють на організм наступним чином: оксид вуглецю (СО) – головний біль, нудота, втрата свідомості; аміак – отруєння, порушення дихальних функцій; оксид цинку – викликає захворювання ливарною лихоманкою; фтористий водень – отруєння; хлор – отруєння, порушення дихальних функцій; пил – захворювання силікозом та іншими небезпечними хворобами [7].

Вимоги до повітря робочої зони згідно ГОСТ 12.1.005-88 наведено в Таблиці 11.3.

Таблиця 11.3 – Гранично-допустима концентрація шкідливих речовин, які утворюються при проведенні робіт у ливарному цеху.

№ з.п.	Технологічний процес	Шкідлива речовина	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Агрегатний стан	Клас небезпекки
	Плавка сталі	чавун	6	Аерозоль	IV
		оксид вуглецю, СО	20		IV
		Азот (II) оксид	5	п	III
		Азота діоксид	2	п	III
		Сірка діоксид	0,1	а	I
	Переробка шихтових і формовочних матеріалів	Діоксид кремнію кристалічний при вмісті у пилу, від 2 % до 10 %	4%	а	III
		Діоксид кремнію кристалічний при вмісті у пилу, від 10 % до 70 %	2%	а	III
		Діоксид кремнію кристалічний при вмісті у пилу, більше 70 %	1%	а	III
		Діоксид кремнію аморфний і склоподібний у вигляді аерозоля дезінтеграції	1%	а	III
	Змішування формовочних матеріалів	Уайт-спірит	300	п	IV
		Фенол	0,3	п	II
		Фенолформальдегідна смола:			
		На основі фенолу	0,1	п	II
		На основі формальдегіду	0,05	п	II

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
						88
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Працівники виробничих приміщень ливарного цеху, на яких діють шкідливі речовини в повітрі робочої зони забезпечуються спецодягом, спецвзуттям, іншими засобами індивідуального захисту в т.ч. засобами захисту органів дихання.

#### 11.1.4 Розрахунок освітлення

##### Розрахунок природного освітлення

Освітлення в цеху природне та штучне. Освітлення має бути достатнім для виконання робіт та відповідати ДБН В 2.5.28-2006. Норми освітленості для різних підрозділів цеху: склади шихти і формувальних матеріалів, сумішоприготувальне відділення, фінішних операцій, стрижневе відділення, відділення термічної обробки – 100...150 лк; формувальне, плавильно-заливальне відділення й дільниця лиття за моделями, що витоплюються – 150...200 лк. Адміністративні та санітарні приміщення, побутові приміщення, цехові лабораторії – 75...200 лк

Для освітлення виробничих відділень цеху (склади шихти і формувальних матеріалів, сумішоприготувальне відділення, фінішних операцій, стрижневе відділення; формувальне, плавильно-заливальне відділення й дільниця лиття за моделями, що витоплюються) в світлий період доби застосовується природне бічне освітлення, яке надходить крізь віконні прорізи ( $S_v = 640 \text{ м}^2$ ) та ліхтарі ( $S_{\text{ліх}}=13392 \text{ м}^2$ ). Розрахуємо КПО:

$$100 \frac{S_v + S_{\text{ліх}}}{S_n} = \frac{КПО \cdot k_3 \cdot h_v \cdot k_{\text{б}} \cdot h_{\text{ліх}}}{t_{\text{заг}} \cdot r_1 \cdot r_2}, \quad (11.1)$$

де  $S_v$ ,  $S_{\text{ліх}}$ ,  $S_n$  – площа вікон, ліхтарів та підлоги у цеху;

$k_3$  – коефіцієнт запасу, враховує зниження світлопропускання вікон і середовища,  $k_3=1,5$ ;

$h_v$ ,  $h_{\text{ліх}}$  – світлова характеристика вікон та ліхтарів,  $h_v=9,5$ ,  $h_{\text{ліх}}=9$ ;

$k_{\text{б}}$  – коефіцієнт, що враховує затінення вікон будівлями, які розташовані навпроти,  $k_{\text{б}}=1$ ;

$t_{\text{заг}}$  – загальний коефіцієнт світлопропускання,  $t_{\text{заг}}=0,65$ ;

$r_1, r_2$  – коефіцієнт, що враховує підвищення КПО при боковому освітленні та при верхньому освітленні,  $r_1, r_2=2,1$ .

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

З формули 12.2 можемо знайти значення КПО:

$$КПО = \frac{100(S_B + S_{\text{ліх}}) \cdot t_{\text{зар}} \cdot r_1 \cdot r_2}{k_3 \cdot h_B \cdot k_{\text{буд}} \cdot h_{\text{ліх}} \cdot S_{\text{п}}} \quad (11.2)$$

$$КПО = \frac{100(640 + 13392) \cdot 0,65 \cdot 2,1 \cdot 2,1}{1,5 \cdot 9,5 \cdot 1 \cdot 9 \cdot 10128} = 3,04 \%$$

Таким чином, коефіцієнт природного освітлення в ливарному цеху становить 3,04 %, а нормативний КПО при комбінованому освітленні має становити 3% (ДБН В 2.5.28 – 2006).

Отже приміщення ливарного цеху забезпечується необхідним освітленням при комбінованому освітленні.

У темний період доби застосовується штучне освітлення, для якого використовуються газорозрядні лампи, розрахунок яких наведено нижче в пункті 11.4.

При огляді та змащенні устаткування штучне освітлення повинно бути не менше 400 лк, тому рекомендується застосовувати переносні акумуляторні світильники напругою 12...36 В. Для цього передбачаємо наявність в цеху певної кількості розеток для підзарядки акумуляторів світильників.

Для створення більшої освітленості льоток печей застосовують прожектори.

Розрахунок штучного освітлення виробничих приміщень ливарного цеху

Виробничі приміщення ливарного цеху довжиною 186 м, та шириною 72 м, висотою 13 м, площею 13392м<sup>2</sup> Розрахунок проводимо методом світлового потоку по формулі:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta}, \quad (11.3)$$

де  $\Phi_{\text{л}}$  – світловий потік, лм;

$E$  – нормована освітленість, лк. Нормовану освітленість  $E$  приймаємо відповідно до ДБН В 2.5.28-2006 –  $E=200$  лк за малої точності зорових робіт та найменшим розміром об'єкта розпізнавання 1...5 мм;

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$S$  – площа приміщення, яка освітлюється,  $m^2$ ;

$$S = 186 \cdot 72 = 13392 \text{ м}^2; \quad \square$$

$K_3$  – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп,  $K_3 = 1,8$  – для ливарних цехів при освітленні газорозрядними лампами;

$Z$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення,  $Z = 1,15$  – при використанні ртутних дугових ламп;

$N$  – кількість світильників.

Визначаємо відстань між рядами світильників за формулою:

$$L = \lambda \cdot h_{\text{св}} \quad (11.4)$$

де  $L$  – відстань між рядами, м;

$$L = 0,6 \cdot 11,5 = 6,9 \text{ м.}$$

Визначаємо необхідну кількість світильників за формулою:

$$N = \frac{S}{L^2}, \quad (11.5)$$

$$N = \frac{13392}{6,9^2} = 281,25.$$

Приймаємо 282 шт.

$n$  – кількість ламп у світильнику, у кожному світильнику встановлено по дві лампи;

$\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку. Коефіцієнт  $\eta$  визначається за світлотехнічними таблицями залежно від показника приміщення  $i$ , коефіцієнтів відбиття стін та стелі.

Показник приміщення:

$$i = \frac{AB}{h(A+B)}. \quad (11.6)$$

де  $i$  – показник приміщення;

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
						90
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

A і В – довжина і ширина приміщення, м; A = 186 м; В = 72 м.

h – висота світильника над робочою поверхнею, м; h = 13 - 0,5 = 12,5 м.

Тип світильників приймаємо ГсУ, h = 0,5 м

$$i = \frac{186 \cdot 72}{12,5 \cdot (186 + 72)} = 0,04$$

Коефіцієнт використання світлового потоку світильника ГсУ при  $\rho_{\text{стелі}}$  70% і  $\rho_{\text{стін}} = 50\%$  при i = 4,0 дорівнює  $\eta = 0,88$ .

Світловий потік:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{200 \cdot 1,8 \cdot 7128 \cdot 1,15}{150 \cdot 2 \cdot 0,88} = 11178 \text{ лм.}$$

Приймаємо ртутні дугові лампи типу ДРЛ 250, які мають світловий потік 12000 лм.

Визначимо сумарну електричну потужність усіх світильників, встановлених у приміщенні:

$$\sum P_{\text{CB}} = P_{\text{CB}} \cdot N \cdot n = 700 \cdot 50 \cdot 2 = 70 \text{ кВт}$$

Світильники розташовані у 6 рядів по 25 шт. у кожному ряду.

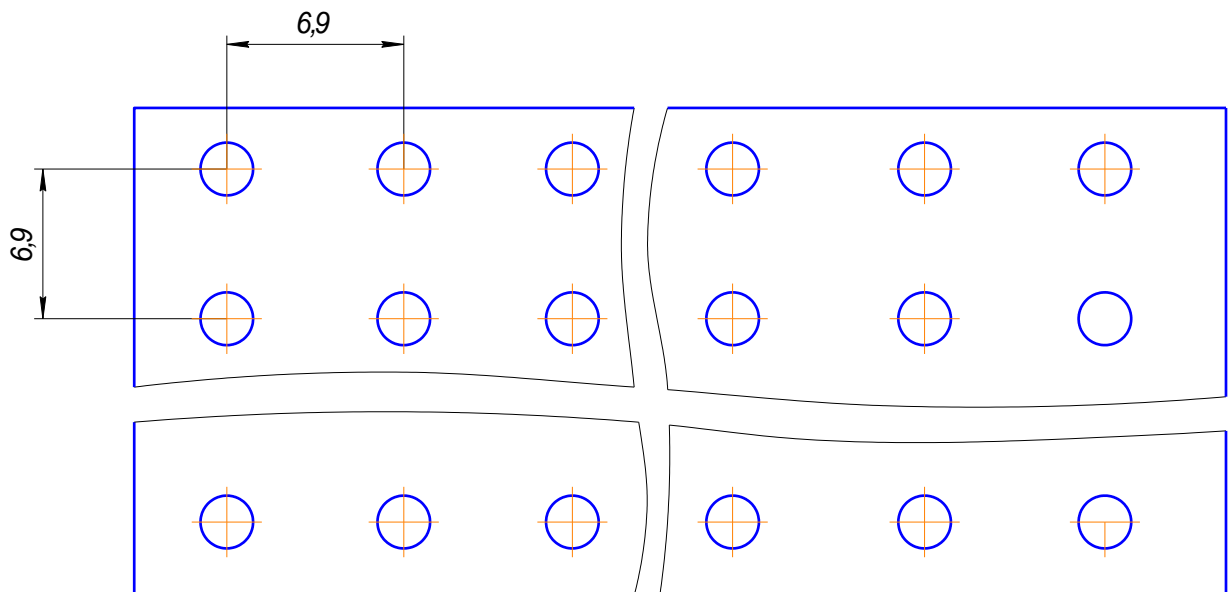


Рисунок 11.2 – Схема розташування світильників

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91



### 11.1.5 Шум, вібрація, ультразвук, інфразвук

Джерелом шуму у виробничому приміщенні є дугові сталеплавильні печі,

генератори, формувальні машини та інше устаткування. У відповідності до

ДСН 3.3.6.037 – 99, максимально допустимий рівень звуку у виробничих відділеннях – має не перевищувати 80 дБ.

Шум спричиняє шкідливий вплив на організм людини, та в першу чергу на центральну нервову систему та серцево-судинну систему, призводить до їх захворювань, сприяє зниженню продуктивності праці та збільшенню втомлюваності, викликає захворювання органів слуху. Тривалий вплив шуму може привести до погіршення слуху, а в окремих випадках – до глухоти. Для захисту від впливу шуму використовують протишумові навушники [7].

Для послаблення шуму необхідно замінити ударні дії безударними, зворотно-поступальні рухи механізмів, які обертаються, зменшувати масу та величину поверхонь прилягання частин, які разом ударяються. Над обладнанням, яке шумить, повинні знаходитись шумопоглиначі – плоскі або об'ємні звукопоглинальні елементи. Повітря та газопроводи мають бути оснащені глушниками. Для зменшення вібрації, яка спричинена коливальними рухами, необхідно максимально урівноважити частини, що обертаються, зменшити непогодженість окремих частин.

Джерелами загальної вібрації у ливарних цехах є ударні дії вибивних решіток, пневматичні формувальні, відцентрові й інші машини, що призводять до струсу підлоги й інших конструктивних елементів будівлі, а джерелами локальної вібрації – пневматичні рубильні молотки, трамбівки й т.п.

Допустимі норми загальної й локальної вібрації, які регламентуються ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ наведено в табл. 11.4.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
						92
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 11.4.– Норми загальної й локальної вібрації для виробничих приміщень ливарного цеху

Приміщення, робочі місця і робочі зони	Гранично допустимі рівні по осях X3, Y3, Z3			
	віброприскорення		віброшвидкості	
	м/с <sup>2</sup>	дБ	м/с 10 <sup>-2</sup>	дБ
	1/1 ОКТ	1/1 ОКТ	1/1 ОКТ	1/1 ОКТ
Адміністративні приміщення	0,014	33	0,028	75
Санітарно-побутові приміщення	0,04	42	0,079	84
Виробничі приміщення				
а) на постійних робочих місцях виробничих приміщень підприємств	0,1	50	0,2	92
категорії 2 /транспортна-технологічна/	0,28	59	0,56	101
категорії 1 /транспортна	1,1	107	3,2	116

Вібрацію часто вимірюють приладами, шкали яких отградуїрована не в абсолютних значеннях швидкості та прискорення, а у відносних - децибелах. Тому характеристиками вібрації служать також рівень коливальної швидкості і рівень коливального прискорення. Розглядаючи людину як складну динамічну структуру змінюються в часі параметрами, можна виділити частоти, що викликають різке зростання амплітуд коливань як усього тіла в цілому, так і окремих її органів. При вібрації нижче 2 Гц, що діє на людину вздовж хребта, тіло рухається як єдине ціле. Резонансні частоти мало залежать від індивідуальних особливостей людей, так як основний підсистемою, що реагує на коливання, є органи черевної порожнини, що вібрують в одній фазі. Резонанс внутрішніх органів настає при частоті 3. .. 3,5 Гц, а при 4 ... 8 Гц вони зміщуються.

### 11.1.6 Виробничі випромінювання

Робітники плавильного відділення і дільниці термічного відділення можуть піддаватися небезпечній дії теплового (інфрачервоного) опромінювання.

Джерелами теплового випромінювання є : рідкий метал, термічні печі, приводи двигунів тощо.

У процесі заливання металу, тверднення виливків, транспортування їх на дільницю охолодження, робітники знаходяться в зоні інфрачервоного випромінювання. Згідно ДСН 3.3.6.042-99, тепловий потік у робочій зоні не повинен перевищувати  $140 \text{ Вт/м}^2$ . Обов'язковим є використання засобів індивідуального захисту. Інфрачервоне випромінювання може визвати ряд патологічних змін в організмі людини: кон'юнктивіт, помутніння кришталика, опік сітчатки, порушення в серцево-судинній та нервовій системах.

Вплив ультрафіолетового випромінювання аналогічний інфрачервоному випромінюванню. Вплив ультрафіолетового випромінювання викликає запалення, приводить до електрофтальмії, впливає на органи зору. Також як і при інфрачервоному випромінюванні використовуються засоби дивідуального захисту (спеціальний одяг, окуляри, мазі).

Джерелом електромагнітних випромінювань є все електрообладнання, яке знаходиться в ливарному цеху.

При впливі електромагнітного поля в крові людини (в електролітах) виникають іонні поля, які прибавляються або віднімаються до основних, що призводить до змін біоелектричних процесів в організмі. Тому електромагнітні поля представляють собою професіональну шкідливість. Згідно ДСН 239-96, гранично-допустимі величини напруженості складових поля на робочих місцях є:

- електрична складова –  $5 \text{ А/м}$ ;
- магнітна складова – до  $20 \text{ В/м}$ .

Як індивідуальні засоби захисту використовують захисний одяг.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		94

### 11.1.7 Електробезпека

Джерелами ураження електричним струмом є електричні установки. Електричні травми можуть причиняти наступні фактори:

- невідповідність електроустановок, засобів захисту і приладів вимогам безпеки;
- невиконання технічних заходів безпеки;
- організаційно-соціальні причини.

Електроустановки, що розташовані в приміщеннях цеху живляться напругою 380В.

Основними джерелами ураження електричним струмом є дугові електропечі, електрифіковане підйомно-транспортне устаткування тощо.

Небезпека ураження може виникнути в результаті короткого замикання, іскріння, пошкодження ізоляції.

Вважають небезпечним струм у 25 мА, при якому важко самостійно відірватися від провідника, а струм величиною у 100 мА може призвести до смерті. Для напруги 42 В найбільш небезпечний змінний струм, а більше 42 В вплив однаковий, як постійного, так і змінного струму.

Найнебезпечніша частота – 50...60 Гц.

Причинами ураження електричним струмом можуть бути:

доторкання до частин електроустановок, що випадково знаходяться під струмом внаслідок замикання фази на корпус, ушкодження ізоляції або інші несправності.

- ураження електричним струмом через електропровідну підлогу.
- ремонт обладнання при підключеному до нього живленні.

Небезпека ураження електричним струмом збільшується при невиконанні правил експлуатації електрообладнання, термінів ремонту обладнання. Дія електричного струму може викликати опіки, механічні ушкодження організму людини.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
						95
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

Усі струмовідні частини електроустановок ізольовані, що забезпечує технічну працездатність електроустановок, зменшує вірогідність попадань людини під напругу, замикань на землю і на корпус електроустановок.

Корпуси електроустановок, які працюють у цеху з'єднані з землею за допомогою струмопровода малого опору – шунта, що забезпечує захисне заземлення, за рахунок паралельно можливому включенню людини в мережу замикання на землю струмовід малого опору (шунт), внаслідок чого зменшується струм, що проходить через людину. Крім того, захисне заземлення зменшує напругу.

Кожний рік проводиться перевірка опорів і захисту електрообладнання, обов'язкова перевірка ізоляції дротів.

Згідно з „Правилами обладнання електрообладнання” допустимий опір заземлювального пристрою, для устаткування напругою до 1000 В і потужністю 100 кВ дорівнює 4 Ом. Довжина заземлювача 3 м, ширина 40 мм, відстань від поверхні до заземлювача 0,6 м.

Опір ґрунту в місці розташування пристрою, який заземлюється:

$$\rho = 2,0 \cdot 10^2 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

Визначаємо опір заземлювача розтікання струму:

$$R_1 = \frac{\rho}{2 \cdot \pi} \cdot l \cdot \left( \lg \frac{2 \cdot l}{b} + 0,5 \cdot \lg \frac{4t+1}{4t-1} \right) \quad (11.7)$$

де  $R_1$  – опір заземлювача розтікання струму, Ом;

$l$  – довжина заземлювача, м;

$b$  – ширина, м;

$t$  – відстань до центра заземлювача при заглибленні його  $t_0 > 0,5$  м;

$t_0$  – відстань до заземлювача, м.

$$t = \frac{1}{2} + t_0 = 2,1 \quad (11.8)$$

$$R_1 = \frac{200}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left( \lg \frac{2 \cdot 3}{0,04} + 0,5 \lg \frac{4 \cdot 2,1 + 3}{4 \cdot 2,1 - 3} \right) = 24,85 \text{ Ом},$$

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Умовне число заземлювання визначаємо:

$$n \cdot \eta = \frac{R_1 \cdot k}{R_n}, \quad (11.9)$$

де  $\eta$  – коефіцієнт використання одиничних заземлювачів;

$k$  – коефіцієнт сезонності;

$R_n$  – опір смуги, Ом;

$$R_n = \frac{0,366 \cdot \rho}{l} \cdot \lg \frac{2l^2}{b \cdot t} \quad l > 5t, \quad (11.10)$$

де  $l$  – умовна довжина полоси, м;

$b$  – ширина смуги, м.

$$R_n = \frac{0,366 \cdot 200}{20} \cdot \lg \frac{2 \cdot 20^2}{0,04 \cdot 2,1} = 14,56 \text{ Ом.}$$

$$n \cdot \eta = \frac{24,85 \cdot 1,4}{14,56} = 2,39.$$

За умовним числом заземлювачів і відстанню між ними  $a = 2$  м знаходимо

$\eta = 0,48$  і уточнюємо  $k$  (за графіком):

$$n = \frac{2,39}{0,41} = 4,98 \text{ шт.}$$

За графіком визначаємо коефіцієнт використання смуги:  $\eta_n = 0,37$

$$R_n = \frac{14,56}{0,37} = 39,35 \text{ Ом.}$$

Сумарне заземлення опору одиничних заземлювачів:

$$R_3 = \frac{R_1 \cdot k}{n \cdot \eta}, \quad (11.11)$$

де  $R_3$  – сумарне заземлення опору одиничних заземлювачів, Ом;

$R_1$  – опір заземлювача розтікання струму, Ом;

$k$  – коефіцієнт сезонності;

$\eta$  – коефіцієнт використання одиничних заземлювачів;

$n$  – кількість заземлювачів, шт.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
						97
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_3 = \frac{24,85 \cdot 1,4}{5 \cdot 0,48} = 14,5 \text{ Ом.}$$

Загальний опір заземлювального пристрою:

$$R_{\text{заг}} = \frac{39,35 \cdot 4,8}{39,35 + 4,8} = 3,58 \text{ Ом.}$$

### 11.1.8 Протипожежна безпека

Основними напрямками забезпечення пожежної безпеки є усунення умов виникнення пожежі та мінімізація її наслідків. Об'єкти повинні мати системи пожежної безпеки, спрямовані на запобігання пожежі, дії на людей та матеріальні цінності небезпечних факторів пожежі, в тому числі їх вторинних проявів (згідно з ГОСТ 12.1.004-91, належать: полум'я та іскри, підвищена температура, дим, знижена концентрація кисню).

Для забезпечення протипожежної безпеки повинні бути обладнані стенди з засобами пожежогасіння (пісок, вогнегасники, лопати, лом, відро та інш.) на всіх дільницях.

Можливі причини виникнення пожегів в цеху: заpalення газів при плавленні сплавів, заpalення легко летучих матеріалів, коротке замикання.

Категорія виробництва за пожежною безпекою Г (ОНТП 24-86), оскільки характер виконуваних робіт пов'язаний з наявністю речовин, що не згорають, і матеріалів в гарячому та розплавленому вигляді, процес оброблення яких супроводжується виділенням променевого тепла, іскор та полум'я.

Для забезпечення протипожежної безпеки передбачені наступні заходи:

- навколо цеху повинен бути розміщений зовнішній водопровід, який має гідранти, розташовані через 100 м;
- повинні бути передбачені проїзні дороги;
- біля можливих місць виникнення пожежі розміщується такий інвентар: вогнегасники, як первинні засоби для боротьби з вогнем, а також: відра, ящики з піском, діжки з водою, лопати, пожежні лопи, багри, сокири, азбестове полотно;

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- всі ємності з палимим та вибухонебезпечними речовинами ізольовані і розташовані на необхідній відстані від можливих джерел появи полум'я;
- на випадок виникнення пожежі передбачена сигналізація та прямий телефонний зв'язок з пожежною охороною.

Електричні проводи, які зайнялися, необхідно гасити вогнегасниками ОП – 1, ОП – 2, ОП – 5, ОП – 10. Ліквідація заpalення повинна проводитися при відключеній напрузі.

Згідно ДНАОП 0.00 – 1.32 – 01 ступінь вогнетривкості цеху – 3 години. В цеху є зовнішній трубопровід, який має гідранти. Також передбачені проходи, проїзди. Кількість вогнегасників визначається із розрахунку 1 вогнегасник на 100м<sup>2</sup> площі цеху. Виходячи із площі цеху 7128 м<sup>2</sup>, приймаємо 72 вогнегасники.

Складські приміщення, де зберігаються легко летючі матеріали, обладнані пристроями для тушіння пожеж, виходами на випадок евакуації.

Побутові приміщення устатковані внутрішнім пожежним трубопроводом (на кожному поверсі по 2 пожежних гідранти).

Гарячі поверхні трубопроводів, опалювального устаткування ізольовані матеріалами, які не горять.

Для запобігання пожежі необхідно дотримуватися правил пожежної безпеки та правил експлуатації електроустаткування.

При плавленні сталей мають виконуватися наступні вимоги:

- не допускати в цих приміщеннях використання електро-нагрівальних приладів та запалювання вогню.
- приміщення повинне мати попереджувальні знаки про пожежну небезпеку.
- протипожежні рукави та гідранти повинні бути укомплектовані та знаходитись в робочому справному стані.
- протипожежні щити повинні бути укомплектовані необхідним інвентарем, а також спеціальним ящиком для зберігання піску.
- в прямиках дугових сталеплавильних печей не допускається наявність води та інших речовин.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
						99
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		



– при пожежі негайно викликати пожежну команду за телефоном 101 та приступити до гасіння пожежі своїми засобами пожежогасіння.

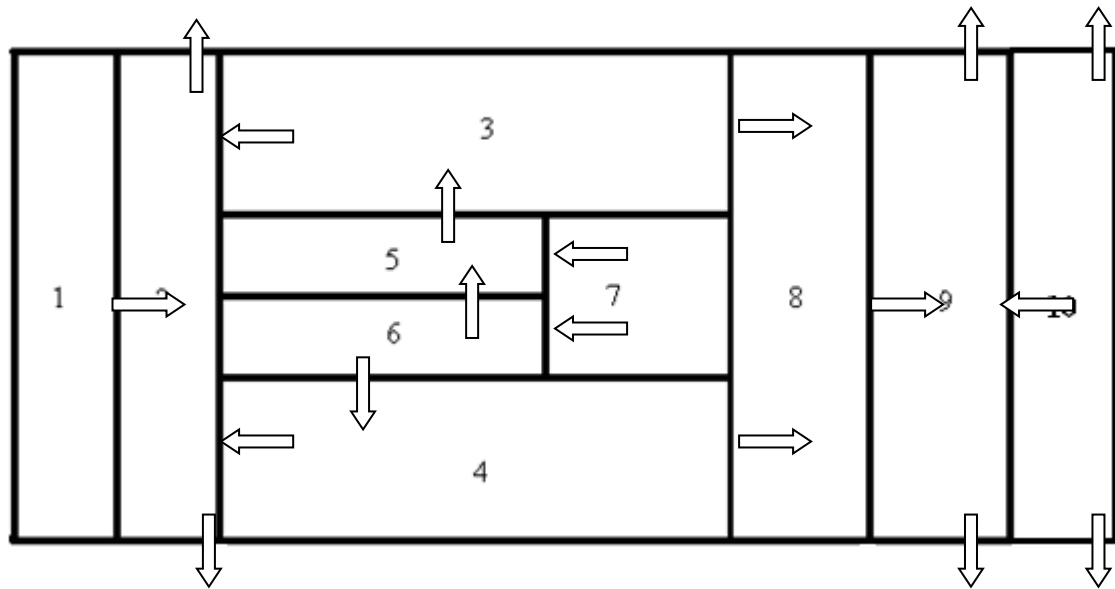


Рисунок 11.3 – План евакуації

#### 11.1.9 Розробка заходів з охорони праці

##### 11.1.9.1 Розрахунок необхідного повітрообміну ливарного цеху

Розрахунок вентиляції ливарного цеху роблять по виділенню теплових надлишків, тому що в місцях виділення шкідливих речовин (шліфувально-заточні операції, обробка крихких матеріалів, роботи з пофарбування виробів) повинна бути організована система місцевої вентиляції. Кількість повітря, яку необхідно подавати вентиляцією,  $m^3/s$ , визначають за формулою:

$$L = \frac{Q}{C\rho(t_{вих} - t_{пр})} \quad (11.6)$$

де  $Q$  – кількість теплоти, яка виділяється всіма джерелами, кВт;

$t_{вих}$ ,  $t_{пр}$  – температура повітря, що виходить та припливає, °С;

$\rho$  – густина повітря при температурі  $t_{пр}$ ,  $kg/m^3$ ;

$C$  – теплоємність повітря при температурі  $t_{пр}$ ,  $kJ/(kg \cdot K)$ .

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

$$Q = 263,5 + 7 + 8,2 = 278,7 \text{ кВт};$$

$$t_{\text{вих}} = 18 + 1,0 \cdot (13 - 2) = 29 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_{\text{пр}} = -10 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\rho = 1,342 \text{ кг/м}^3;$$

$$C = 1,009 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)};$$

$$L = \frac{278.7}{(29 - (-10)) \cdot 1.342 \cdot 1.009} = 5.27 \text{ м}^3/\text{с} .$$

Розрахована система вентиляції забезпечить виконання нормативних вимог з якості повітря робочої зони.

Використання пиловловлювачів конструкції циклон дає можливість видалення речовин та пилу кварцового піску, які виділяються при роботі.

Найбільш радикальними засобами боротьби з виділеннями є місцева вентиляція та в першу чергу місцеві витяжки, які вбудовані безпосередньо в обладнання.

Витрати на санітарно-технічні засоби (вентиляцію, пиловловлювачі, очищення повітря та стокових вод, захист від шуму) складає 20...30 % усіх капітальних вкладень.

У цеху замкнута система водопостачання для обладнання. Сильно забруднена різноманітними мастилами та пилом вода видаляється із цеху шляхом цехової каналізації, яка пов'язана із заводською. Вода, яка забруднена формувальною сумішшю виводиться через заводську каналізацію у відстійники. Питна вода поступає із центрального водопроводу.

У плавильному відділенні над завантажувальними вікнами плавильних печей, жолобами для металу та шлаку, стендами, стендами для сушіння та підігріву ковшів встановлюються місцеві відсоси. Загальнообмінна вентиляція у плавильному відділенні забезпечується встановленням дахових вентиляторів. У обрубному відділенні обладнання постачається з місцевою витяжною вентиляцією.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
						101
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 11.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Відповідно до причин походження подій, що можуть зумовити виникнення НС на території України, розрізняються:

НС техногенного характеру - транспортні аварії (катастрофи), пожежі, вибухи, аварії з викиданням (загрозою викидання) небезпечних та шкідливих хімічних та радіоактивних речовин, раптове руйнування споруд; аварії в електроенергетичних системах, системах життєзабезпечення, системах зв'язку та телекомунікацій, на очисних спорудах, у системах нафтогазового промислового комплексу, гідродинамічні аварії та ін.;

– НС природного характеру – небезпечні геологічні, метеорологічні, гідрологічні явища, деградація ґрунтів чи надр, пожежі у природних екологічних системах, зміни стану повітряного басейну, інфекційна захворюваність та масове отруєння людей, інфекційні захворювання свійських тварин, а саме сільського сподарських, масова загибель диких тварин, ураження сільськогосподарських рослин хворобами та шкідниками і т. ін.;

– НС соціально-політичного характеру, пов'язані з протиправними діями терористичного і антиконституційного спрямування: збройні напади, захоплення і силове утримання важливих об'єктів або реальна загроза здійснення таких акцій; збройні напади, захоплення і силове утримання атомних електростанцій або інших об'єктів атомної енергетики або реальна загроза здійснення таких акцій; замах на життя керівників держави та народних депутатів України; напад, замах на життя членів екіпажу повітряного або морського (річкового) судна, викрадення (спроба викрадення), знищення (спроба знищення) таких суден; захоплення заручників з числа членів екіпажу чи пасажирів, установлення вибухового пристрою у багатолюдних місцях, установі, організації, на підприємстві, у житловому секторі, на транспорті; зникнення або викрадення зброї та небезпечних речовин з об'єктів їх зберігання, використання, перероблення та під час транспортування; виявлення застарілих боєприпасів, аварії на арсеналах, складах боєприпасів та інших об'єктах військового призначення з викиданням уламків, реактивних та звичайних

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

снарядів, нещасні випадки з людьми та ін.

– НС воєнного характеру, пов'язані з наслідками застосування звичайної зброї або зброї масового ураження, під час яких виникають вторинні чинники ураження населення, що визначаються окремими нормативними документами і тому в цьому Класифікаторі не деталізовані, а зазначені на найвищому рівні деталізації в угрупованні з кодом 40000 "НС воєнного характеру".

Серед техногенних та найбільш вірогідних надзвичайних ситуацій в цеху може бути пожежа.

Перелік ймовірних надзвичайних ситуацій, які можуть виникнути в ливарному цеху згідно Державного класифікатора надзвичайних ситуацій ДК 019-2001 наведено в табл. 11.5.

Таблиця 11.5 - Показник надзвичайних ситуацій у ливарному цеху.

Код	Назва
10760	Аварії в електричних мережах
10800	Аварії в системах життєзабезпечення
11020	Аварії на установках газоочищення джерел забруднення атмосфери з викиданням забруднювальних речовин в атмосферу
10421	Наявність в атмосферному повітрі шкідливих (забруднювальних) речовин понад ГДК
10400	Наявність у навколишньому середовищі шкідливих (забруднювальних) речовин понад ГДК
30800	Нещасні випадки
12010	Пожежі, вибухи у будівлях та спорудах
10211	Пожежі, вибухи у спорудах, на комунікаціях та технологічному обладнанні промислових об'єктів
10620	Руйнування будівель та споруд виробничого призначення

У ливарному цеху повинен бути складений План ліквідації аварій, розроблений з урахуванням вимог відповідної інструкції. Забороняється допускати до роботи осіб не ознайомлених з Планом ліквідації аварій та тих, які не ознайомлені з ним у частині що стосується місця їх роботи.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		102

## ВИСНОВКИ З ОП

Проведено аналіз умов праці в ливарному цеху, у якому виплавляють сталь 35л, 35хгсл, 45л та чавун сч 25, 35.

Виявлено шкідливі і небезпечні виробничі фактори в адміністративних і виробничих приміщеннях цеху.

Встановлено вимоги до організації робочих місць, мікроклімату, шкідливих речовин в повітрі, шуму, вібрацій, ультразвуку, інфозвуку.

Опрацьовано проектні рішення щодо електробезпеки та пожежної безпеки ливарного цеху, які містить комплекс заходів щодо забезпечення захисту працівників від впливу електричного струму та попередження виникнення пожежі і міри боротьби з виникаючими пожежами.

Проведено розрахунки робочих місць, освітлення, електробезпеки, швидкості повітря.

Проведено аналіз надзвичайних ситуацій, які можуть виникнути в ливарному цеху під час виконання робіт та складено Показчик надзвичайних ситуацій у ливарному цеху гідно Державного класифікатора надзвичайних ситуацій ДК 019-2001.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
						103
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 12 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 12.1 Організаційний розділ

#### 12.1.1 Розрахунок чисельності основних та допоміжних робітників

##### 12.1.1.1 Основні робітники

Чисельність основних робітників визначаємо за нормами обслуговування основного технологічного устаткування.

Плановий час роботи одного працівника за рік розраховуємо шляхом складання балансу робочого часу. Цей розрахунок представлений у табл. 12.1.

Таблиця 12.1 – Плановий баланс робочого часу за рік

Індекс	Найменування витрат часу	Кількість днів
1	Кількість номенклатурних днів за рік	365
2	Неробочі дні, у тому числі:	114
2.1	Загальнодержавні та релігійні свята	10
2.2	Вихідні	104
3	Режимний час підприємства	251
4	Витрати робочого часу працівників, у тому числі:	38
4.1	Хвороба	12
4.2	Чергові та додаткові відпустки	24
4.3	Невиходи з дозволу адміністрації	1
4.4	Скорочення робочого часу матерям, підліткам та інш.	1
5	Плановий фонд, за рік, днів	210

На підставі балансу робочого часу визначаємо обліковий склад робітників, який в свою чергу розраховується за допомогою коефіцієнта облікового складу  $K_o$ .

бл.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОРГАНІЗАЦІЙНО- ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Шевчук В.І.					104	134
Перевір.								
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.						НТУУ ІФФ гр. ФЛ-71		

$$K_{\text{обл}} = \Phi_{\text{реж.}} / \Phi_{\text{пл.}}, \quad (12.1)$$

де  $K_{\text{обл}}$  – обліковий склад робітників;

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

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

$$K_{\text{обл}} = 251/210 = 1,18.$$

### 12.1.1.2 Допоміжні робітники

Чисельність цієї категорії персоналу за професіями та розрядами встановлюємо за даними підприємства – аналога «ПрАТ - ВЛКЗ» від заводу «ім. Артема згідно з їх часткою по відношенню до чисельності основних робітників.

### 12.1.2 Управлінський персонал

Чисельність управлінського персоналу встановлюємо виходячи із структури управління сталеливарного цеху підприємства – аналога «ПрАТ - ВЛКЗ» від заводу «ім. Артема».

### 12.1.3 Загальна чисельність працівників

Таблиця 12.2 – Загальна чисельність робітників в цеху

Професія, спеціальність, посада	Кваліфікація, розряд	Явочний штат		Разом	Коефіцієнт облікового складу	Обліковий склад
		1-а	2-а			
1	2	3	4	5	6	7
<b>ОСНОВНІ РОБІТНИКИ</b>						
Шихтувальник	4	2	2	4	1,18	5
Плавильник	5	2	2	4	1,18	5
Заливальник	5	2	2	4	1,18	5
Стрижнювальник	4	2	-	2	1,18	2
Вибивальник	3	-	2	2	1,18	2
Сумішоприготувач	4	1	-	1	1,18	2

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		105

## Продовження таблиці 12.2

1	2	3	4	5	6	7
Обрубник	3	-	2	2	1,18	2
Терміст	4	2	2	4	1,18	5
Шліфувальник	3	2	2	4	1,18	5
Збиральник модельних блоків	5	2	2	4	1,18	5
Формувальник	4	2	2	4	1,18	5
Разом		17	18	35		43
<b>ДОПОМІЖНІ РОБІТНИКИ</b>						
Крановик	4	2	2	4	1,18	5
Вантажник	1	1	1	2	1,18	2
Сортувальник	2	-	2	2	1,18	2
Комірник	4	1	-	1	1,18	1
Різноробочий	2	1	1	2	1,18	2
Слюсар по ремонту тех. уст.	6	1	1	2	1,18	2
Слюсар по ремонту плав. уст.	5	1	1	2	1,18	2
Електромонтер	6	1	1	2	1,18	2
Разом		8	9	17		18
<b>УПРАВЛІНСЬКИЙ ПЕРСОНАЛ ТА МОП</b>						
Начальник цеху	-	1	-	1	-	1
Старший майстер	-	1	-	1	-	1
Майстер	-	2	2	4	-	5
Механік	-	1	-	1	-	1
Прибиральниця	-	2	-	2	-	2
Разом		8	3	11		10

## 12.1.4 Розрахунок фондів заробітної плати

Витрати на оплату праці складаються з:

- основної заробітної плати;
- додаткової заробітної плати;
- інших заохочувальних та компенсаційних виплат.

Розрахунок фондів заробітної плати основних та допоміжних робітників наведено в табл. 12.3

Заробітна плата управлінського персоналу вираховується без розподілу її на основну та допоміжну, таблиця 12.4.

Загальний фонд заробітної плати складає:

$$1749878 + 681602 + 89000 = 2520480 \text{ грн}$$

					ФЛЗ71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		106



Таблиця 12.3 – Розрахунок фондів заробітної плати основних та допоміжних робітників

Професія, спеціальність	Кваліфікаційний розряд	Тарифна ставка, грн	Облік складу, осіб	Плановий фонд, роб., час	Основна заробітна плата, грн	Розрахунок додаткової плати				Разом додатково зарплата
						надбавки				
						Премія, 20 %	Особливі умови, 12%	Відпустка, 12%	Інші, 10%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>ОСНОВНІ РОБІТНИКИ</b>										
Шихтувальник	4	38	5	1840	539600	107920	64752	64752	53960	291384
Плавильник	5	40	5	1840	368000	73600	44160	44160	36800	198720
Заливальник	5	38	5	1840	349600	69920	41952	41952	34960	188748
Стрижнювальник	4	42	2	1840	154560	30912	18547	18547	15456	83462
Вибивальник	3	40	2	1840	147200	29440	17664	17664	14720	79488
Сумішоприготувальник	4	40	2	1840	147200	29440	17664	17664	14720	79488
Обрубник	3	42	2	1840	154560	30912	18547	18547	15456	83462
Терміст	4	38	5	1840	349600	69920	41952	41952	34960	188748
Шліфувальник	3	38	5	1840	349600	69920	41952	41952	34960	188748
Збиральник модельних блоків	5	40	5	1840	368000	73600	44160	44160	36800	198720
Формувальник	4	34	5	1840	312800	62560	37536	37536	31280	168912
Разом			43		3240720					1749878
<b>ДОПОМІЖНІ РОБІТНИКИ</b>										
Крановик	4	42	5	1840	386400	77280	46368	46368	38640	208656
Вантажник	1	40	2	1840	147200	29440	17664	17664	14720	79488
Сортувальник	6	34	2	1840	125120	25024	15014	15014	12512	67564
Комірник	2	36	1	1840	66240	13248	7948	7948	6624	35768
Різноробочий	4	36	2	1840	132480	26496	15897	15897	13248	71538
Слюсар по ремонту тех. уст.	2	34	2	1840	125120	25024	15014	15014	12512	67564
Слюсар по ремонту плав. уст.	6	38	2	1840	139840	27968	16780	16780	13984	75512
Електромонтер	5	38	2	1840	139840	27968	16780	16780	13984	75512
Разом			18		1262240					681602

Таблиця 12.4 – Розрахунок фонду заробітної плати управлінського персоналу

Посада	Місячний посад. оклад, грн	Чисельність, осіб	Загальний річний фонд зар. плати
Начальник цеху	13000	1	13000
Старший майстер	10000	2	20000
Майстер	9000	4	36000
Механік	8000	1	8000
Прибиральниця	6000	2	12000
Разом		10	89000

#### 12.1.5. Розрахунок показника продуктивності праці

Продуктивність праці – це річний обсяг продукції, виробленої з розрахунку на одного працівника цеху.

$$P = G / n_{\text{заг}}, \quad (12.2)$$

де  $G$  – продуктивність роботи цеху, т/рік;

$P$  – продуктивність праці, т/особу;

$n_{\text{заг}}$  – загальна кількість основних та допоміжних працівників і управлінського персоналу, осіб.

$$n_{\text{заг}} = 43 + 18 + 10 = 71 \text{ осіб} \quad (12.3)$$

$$P = 1500 / 71 = 21,127 \text{ т/особу}$$

## 12.2 Економічний розділ

### 12.2.1 Визначення обсягів капітальних вкладень в цех, що проектується

Величина капітальних вкладень (в грн) розраховується за формулою:

$$K = K_{уст} + K_{буд} + K_{п} + K_{осн} + K_{м} + K_{з} \quad (12.4)$$

де  $K$  – величина капітальних вкладень, грн.;

$K_{уст}$  – капітальні вкладення в необхідне устаткування;

$K_{буд}$  – капіталовкладення в будівлі і споруди;

$K_{п}$  – капітальні вкладення в прилади ;

$K_{осн}$  – капіталовкладення в оснащення і інвентар;

$K_{м}$  – капіталовкладення в запаси матеріалів, палива, напівфабрикатів;

$K_{з}$  – капіталовкладення в заділи.

Капітальні вкладення в необхідне обладнання (в грн) розраховують за формулою:

$$K_0 = K_T + K_{пт} + K_{ен} + K_{уп}, \quad (12.5)$$

де  $K_0$  – капітальні вкладення в необхідне обладнання, грн.;

$K_T$  - капіталовкладення у необхідне технологічне устаткування;

$K_{пт}$  - капіталовкладення в підйомно-транспортне устаткування;

$K_{ен}$  - капіталовкладення в енергоустаткування;

$K_{уп}$  - капіталовкладення в засоби управління і контролю.

Витрати на придбання, доставлення і встановлення одиниці необхідного устаткування розраховуються за допомогою наступної формули:

$$K = Ц(1 + a_T + a_б + a_м), \quad (12.6)$$

де  $K$  – витрати на придбання, доставлення і встановлення одиниці необхідного устаткування, грн.;

$Ц$  – оптова або договірна ціна одиниці технологічного устаткування;

$a_T$  – коефіцієнт, який враховує транспортно-заготівельні витрати на придбання устаткування (0,05... 0,1);

$a_б$  – коефіцієнт, який враховує будівельні роботи (0,02...0,08);

$a_м$  – коефіцієнт, який враховує витрати на монтажні роботи (0,05... 0,1).

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		109

Таблиця 12.5 – Розрахунок капітальних вкладень в устаткуваннях

Найменування та модель устаткування	Кількість, шт.	Вартість за од, грн	Загальна вартість грн	Витрати на монтаж та трансна, грн (10%)	Всього грн
1	2	3	4	5	6
<b>ОСНОВНЕ ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ</b>					
Електрогідравлічна установка 6А93	1	121750	121750	12175	133925
Електродугові печі мод. ДСП- 1?%	2	36000	72000	7200	79200
Гідролізер	1	13000	3250	325	3575
Змішувач	5	25200	126000	12600	129780
Стрижнева машина – ЛП061	1	20000	20000	2000	22000
Лінія формувальна Л220	1	184000	46000	4600	50600
Разом					427900
<b>ДОПОМІЖНЕ УСТАТКОВАННЯ</b>					
Вибивна гратка мод. 31211	1	6500	6500	650	7150
Термічна піч СНО 4,8	4	7140	7140	714	8658
Галтувальний барабан 312	2	7530	15060	1506	16566
Заточувальний верстат	5	1750	10500	1050	9800
Змішувач для ХТС	1	5031	5031	503	5561
Аератор	1	2400	2400	240	2640
Стенд сушки ковшів	1	2000	2000	200	2200
Сушило	2	13230	26460	2646	29106
Разом		56441	75091	7509	82600
<b>ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНЕ ОБЛАДНАННЯ</b>					
Електромостовий, 10т	6	64640	387840	387	397536
Електромостовий, 5т	6	80260	481560	12039	493599
Стрічковий транспортер	30	37200	1116000	27900	1143900
Візок передавальний	20	1400	28000	700	28700
Разом		183500	2013400	50335	2214740
Разом поцеху					2725240

При розрахунку вартості транспортного устаткування на його монтаж і наладку додають витрати у розмірі 10 ... 25% від його вартості [10].

Капітальні вкладення у виробничі будівлі та споруди визначаємо із площі цеху і нормативів вартості будівельних конструкцій та проводок.

Таблиця 12.6 – Капітальні вкладення у споруди

Елементи будівельно-монтажних робіт	Тип будівлі	Вартість робіт, грн/м <sup>3</sup>	Об'єм будівлі, м <sup>3</sup>	Розміри капітальних вкладень
Приміщення	Виробничо побутові	500 / 400	30240 / 7128	1512009 / 285120
Водопостачання	Виробничо побутові	3,5 / 4,5	30240 / 7128	10184 / 3208
Каналізація	Виробничо побутові	3 / 10,5	30240 / 7128	9072 / 7484
Електропроводка	Виробничо побутові	5 / 6	30240 / 7128	15120 / 4277
Вентиляція	Виробничо побутові	7 / 8	30240 / 7128	21168 / 5702
Зовнішній благоустрій	Загальні	6		22421
Невраховані витрати	Загальні	72,5		270418
Усього				2167074

Капітальні вкладення в пристрої складають 20% від вартості устаткування:

$$K_{\text{пр}} = 2725240 \cdot 0,2 = 545048 \text{ грн.}$$

Розмір обігових коштів, які необхідні для безперервної виробничої діяльності цеху, розраховуються за елементами:

- виробничі запаси сировини, матеріалів;
- готова продукція;
- інші елементи.

Розмір капітальних вкладень у виробничі запаси матеріалів розраховано за формулою:

$$K_3 = M^{\text{пл}} \cdot n^3 / T_{\text{пл}}, \quad (12.7)$$

де  $K_3$  – розмір капітальних вкладень у виробничі запаси матеріалів, грн.;

$M^{\text{пл}}$  – суми витрат на матеріали даного різновиду у плановому періоді, грн.;

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		111

$n^3$  – норма планового запасу матеріалів, днів;

$T_{пл}$  – кількість днів у плановому періоді.

Дані про суму витрат на матеріали зводимо до табл. 12.7.

Таблиця 12.7 – Визначення вартості річної потреби основних матеріалів

Назва матеріалу	Необхідна кількість, т	Вартість, грн/т	Вартість Загальна
Зворот власного виробництва	722,4	1600	1155840
Сталевий брухт	961,5	2130	2047995
Чавун переробний ПЛ-1	114,255	4100	468445,5
Феромарганець ФМн05	16,254	10125	164571,8
Феросиліцій ФС45	18,06	8000	144480
Алюміній А88	1,806	25000	45150
Разом	2403,9		4026482,3

Розмір капітальних вкладень у поточні виробничі запаси:

$$K_3 = 4026482,3 \cdot 20 / 360 = 223693,4 \text{ грн.}$$

Величину резервного технологічного запасу беремо у розмірі 50% від вартості оцінки планового запасу.

$$K_{p,3} = 0,5 \cdot 207652,6 = 103826,3 \text{ грн.}$$

Сума оборотних коштів у незавершеному виробництві розраховується таким чином:

$$\sum_{об.} K_{у.п.в.} = V_{пл} \cdot T_d \cdot K_{нв} / T_{пл}, \quad (12.8)$$

де  $\sum_{об.} K_{у.п.в.}$  – сума оборотних коштів у незавершеному виробництві, грн.;

$V_{пл}$  – виробництво товарної продукції у плановому періоді за виробничою собівартістю, грн.,

$T_d$  – тривалість циклу виготовлення продукції, днів.

$$\sum_{об.} K_{у.п.в.} = 3737746,6 \cdot 2 \cdot 0,8 / 360 = 16612,2 \text{ грн.}$$

Вартість всіх інших елементів оборотних коштів складає близько 25% від вартості планового запасу матеріалів.

$$K_{ост} = 0,25 \cdot 207652,6 = 51913,1 \text{ грн.}$$

Сумарний розмір оборотних коштів складає:

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		112

$$207652,6 - 103826,3 + 16612,2 + 51913,1 = 172351,6 \text{ грн.}$$

Після цього загальні номінальні вкладення наведені в табл. 12.8.

Таблиця 12.8 – Розрахунок загальних капітальних вкладень

Елементи капітальних вкладень	Вартість	
	тис. грн	%
Будівлі виробничі та побутові	29016	37,9
Споруди	7032	3,2
Устаткування в тому числі	6521	2,6
Основне технологічне	36323	41,1
Допоміжне	6313	2,8
Підйомно – транспортне	5864	2,2
Нормативні оборотні кошти	9466	6,8
Загалом у виробничі фонди	100535	100

### 12.3 Визначення планової собівартості одиниці продукції

Розрахунок проводимо згідно з переліком калькуляційних статей цехової собівартості:

– витрати силової електроенергії в кВт\*год/рік на виконання виробничих операцій визначаємо:

$$E_c = ( M_y \cdot F_E \cdot K_{з.в} \cdot K_{з.н} \cdot K_o ) / K_c \cdot n, \quad (12.9)$$

де  $E_c$  – витрати силової електроенергії, кВт год/рік;

$M_y$  – сумарна потужність електродвигунів, кВт;

$F_E$  – ефективний фонд часу роботи електродвигунів за рік, год;

$K_{з.в}$  – коефіцієнт завантаження електродвигунів за часом;

$K_o$  – коефіцієнт одночасної роботи двигунів;

$K_{з.н}$  – коефіцієнт завантаження за потужністю;

$K_c$  – коефіцієнт завантаження електродвигунів з розрахунком витрат електроенергії;

$$n = 0,95.$$

$$E_c = ( 13060 \cdot 3800 \cdot 0,51 \cdot 1 \cdot 0,6 ) / ( 0,65 \cdot 0,95 ) = 24592984,6 \text{ кВт год/рік}$$

Кількість електроенергії для освітлення приміщень:

$$E_o = ( C \cdot M_{cp} \cdot F_E \cdot K_c ) / 1000 \quad (12.10)$$

де  $E_o$  – кількість електроенергії для освітлення приміщень, кВт год/рік

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		113

$C$  – кількість ліхтарів, од.;

$M_{cp}$  – середня потужність одного ліхтаря, кВт; □

$F_E$  – ефективний фонд часу роботи ліхтаря за рік, год/

$$E_o = M_n \cdot F_E \cdot n,$$

$$E_o = 3954 \cdot 0,95 \cdot 335700 = 1260989910 \text{ кВт} \cdot \text{т/рік.}$$

Визначаємо вартість електроенергії, враховуючи вартість 1 кВт · год електроенергії, яка складає 1,3404 коп.

$$C_E = (24592984,6 + 360311 - 1260989910) \cdot 1,3404 = 165676,29 \text{ грн.}$$

Вартість стисненого повітря для кожної одиниці устаткування визначається:

$$n = K_n \cdot P \cdot F_c \cdot k_1 \cdot K_3, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (12.11)$$

де  $n$  – вартість стисненого повітря для кожної одиниці устаткування, м<sup>3</sup>/год;

$K_n$  – коефіцієнт, який враховує витрати повітря в трубопроводах;

$P$  – витрати повітря за годину, м<sup>3</sup> ;

$k_1$  – коефіцієнт використання повітря;

$K_3$  – коефіцієнт завантаження приміщення;

$$n = 1,5 \cdot 1980 \cdot 3800 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 9593100 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Витрати на стиснуте повітря ведемо з розрахунку 26 грн. за 100 м<sup>3</sup>:

$$C_n = 9820 \cdot 26 = 255320 \text{ грн.}$$

Кількість води, що витрачається визначаємо з розрахунку 100 м<sup>3</sup>/год на технологічні та побутові потреби: 200 л на один кран, 500 л на одну сітку душа, 45 л на одну особу за зміну ( господарчі потреби ), 3 л на полив 1 м<sup>3</sup> підлоги на добу.

Вартість води 12 грн. за 1 м<sup>3</sup> для технічної води та 16 грн. – для питної .

Розрахунок наведено до табл. 12.9.

Газ для сушіння ковшів і піску: Середні витрати 220 м<sup>3</sup>/год.

Загальні витрати:

$$Q_r = 220 \cdot 3800 = 836000 \text{ м}^3.$$

Вартість газу визначаємо з розрахунку 5756грн. за 1000 м<sup>3</sup>, вона дорівнює:

					ФЛЗ71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
						114
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$5756 \cdot 83,6 = 481206 \text{ грн.}$$

– витрати на допоміжні матеріали поділяються на:

а) витрати на матеріали для технологічного процесу складають 3070180 грн;

б) витрати на матеріали для експлуатації устаткування 3529200 грн.;

– витрати на утримання в робочому стані та ремонт устаткування приймаються у розмірі 10...20% від його балансової вартості:

$$2725240 \cdot 0,12 = 327028 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт будівель та споруд складають 2% від їх вартості.

$$2725240 \cdot 0,02 = 54504 \text{ грн.}$$

– розрахунок річних амортизаційних відрахувань представлено у табл. 12.10.

Таблиця 12.9 – Визначення витрат на воду

Напрямок витрат	Кількість од. обл.	Фонд часу, год	Норма витрат води, м <sup>3</sup> /год	Річні витрати, м <sup>3</sup> /год	Ціна за 1 м <sup>3</sup> , грн	Вартість, грн
<b>ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОТРЕБИ</b>						
Печі ДСП-1,5	2	3720	2,4	17856	12	214272
<b>ПОБУТОВІ ПОТРЕБИ</b>						
Мийка	-	1840	0,6	1104	12	2208
Душові	-	172	3,0	517,5	12	1035
Питна вода	-		0,6	337,5	16	1012
Підлога	-		3,0	959	12	1918
Разом						220445

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
						115
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 12.10 – Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

Групи основних фондів	Вартість елементів основних засобів, грн	Роки експлуатації	Амортизаційні відрахування, грн
Будівлі та споруди	2167074	50	43341
Основне та допоміжне устаткування	2725240	20	136262
Оснастка та інвентар	42790	3	14263
Разом			193866

– транспортні засоби:

$$12 \cdot 3024 = 36288 \text{ грн.}$$

– витрати, пов'язані з забезпеченням охорони праці та техніки безпеки складають приблизно 30 грн. на кожного працівника:  $228 \cdot 30 = 6840$  грн.

– поштово – телеграфні витрати визначаємо з розрахунку 50 грн. на одного службовця:

$$31 \cdot 50 = 1550 \text{ грн.}$$

– витрати на дослідження та випробовування слід приймати рівними 5% від основної заробітної плати основних робітників:

$$2520480 \cdot 0,05 = 126024 \text{ грн.}$$

– витрати на винахідництво та раціоналізацію приймаються рівними 40 грн. на кожного працівника:

$$228 \cdot 40 = 9120 \text{ грн.}$$

– інші невраховані витрати можна приймати рівними 2 ... 8 грн. на тонну литва:

$$5 \cdot 3024 = 15120 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку загально виробничих цехових витрат зводимо до табл. 12.11.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		116

Таблиця 12.11 – Загальні виробничі витрати по цеху

Найменування статті витрат	Сума, тис грн
Заробітна плата (основна та додаткова):	
1. 1 – допоміжних працівників	802
1. 2 – управлінського персоналу	354
1.3 – Єдиний соціальний внесок	446,9
Енергетичні витрати:	
2.1 – електроенергія	165,7
2. 2 – стиснене повітря	255,32
2. 3 – вода	220,4
2. 4 – газ	4812,1
Допоміжні матеріали	
3. 1 – матеріал для здійснення технологічного процесу	3070,18
3. 2 – матеріали для експлуатації устаткування	3529,2
3. 3 – матеріали для цехових потреб	1002,14
Ремонт та утримання в робочому стані	
4. 1 – устаткування	110,8
4.2 – будівлі	53
4.3 – інвентарю	4,6
Амортизація:	
5.1 – устаткування	136262
5.2 – будівлі	43341
5.3 – інвентарю	14263
Транспортні витрати	36,2
Витрати на дослідження, випробування	224,7
Витрати на охорону праці	6,8
Витрати на винахідництво та раціоналізацію	9,1
Поштово – телеграфні та канцелярські витрати	1,55
Інші витрати	15
Разом	209211

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ФЛЗ71мп.7106.1110.0000 ПЗ

Арк.

117

Таблиця 12.12 – Планова калькуляція собівартості 1 т рідкого металу та придатної продукції

Найменування статей витрат	% до метало-завалки	Кількість на 1 т виливків, кг	Планова ціна за 1 т, грн	Вартість на 1 т, грн
<b>1. Металева шихта:</b>				
– сталевий брухт				
– зворот власного виробництва	40	641,04	2130	1365,4
– чавун переробний ПЛ1	52	833,4	1600	1333,4
– феросиліцій ФС45	6	96,1	4100	394,0
– феромарганець ФМн 1,5	1,0	16,02	8000	128,16
– алюміній А88 для розкислення	0,9	14,4	10125	145,8
	0,1	1,6	25000	40
Разом	100	1602,6	-	3406,76
Угар	4	64,1	-	
Загалом рідкого металу	96	1538,5	-	3214,56
<b>2. Відходи власного виробництва</b>				
		538,5	1600	-861,6
Разом				2352,96
<b>3. Флюс універсальний</b>				
		65	5700	370,5
<b>4. Заробітна плата плавильників, заливальників, шихтувальників та ін.</b>				
а) основна				883,67
б) додаткова				535,2
<b>5. Єдиний соціальний внесок</b>				
				548,53
<b>6. Енергоносії</b>				
				106,05
<b>7. Загальновиробничі витрати</b>				
				1027,6
<b>8. Витрати від браку</b>				
				106,5
Разом (цехова собівартість) :				8283,97

#### 12.4 Розрахунок показників економічної ефективності проектного рішення

Для порівняння варіантів технічних рішень застосовуємо такі показники економічної ефективності.

1 – трудомісткість продукції:

$$t = \text{Ч}_{\text{осн}} \cdot \Phi_{\text{ор}}^{\text{пл}} / Q, \quad (12.12)$$

де  $t$  – трудомісткість продукції, нормо · год/т;

$\text{Ч}_{\text{осн}}$  – чисельність основних робітників, осіб;

$\Phi_{\text{ор}}^{\text{пл}}$  – плановий час роботи робітника за рік, год;

$Q$  – плановий річний обсяг виробництва продукції, т.

$$t = 48 \cdot 1840 / 1500 = 58.88 \text{ нормо} \cdot \text{год/т}$$

Період окупності капітальних витрат:

$$\text{П}_{\text{ок}} = (K_{\text{заг}} / \text{ГП}_{\text{р}}) < \text{П}_{\text{ок}}^{\text{н}}, \quad (12.13)$$

де:  $\text{П}_{\text{ок}}$  – період окупності капітальних витрат, років;

$\text{ГП}_{\text{р}}$  – річна сума грошового потоку, грн.,

$\text{П}_{\text{ок}}^{\text{н}}$  – нормативний період окупності (3...5 років).

$$\text{ГП}_{\text{р}} = 0,81 \cdot (\text{Ц} - \text{С}_{\text{п}}) \cdot Q + \sum A, \quad (12.14)$$

де  $\text{ГП}_{\text{р}}$  – грошовий потік,

0,81 – коефіцієнт частки чистого прибутку;

$\text{Ц}$  – ринкова ціна продукції;

$\text{С}_{\text{п}}$  – повна собівартість продукції;

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

За даними заводу – аналога, повна собівартість продукції, яка включає крім цехової собівартості ще і адміністративні витрати та позавиробничі витрати на маркетинг та збут, на 38% перевищує цехову собівартість [10].

$$\text{С}_{\text{п}} = 8283,97 \cdot 1,38 = 11431,88 \text{ грн,}$$

$$\text{ГП}_{\text{р}} = 0,81 \cdot (18.772,08 - 11431,88) \cdot 1500 + 193,866 = 9.112,209 \text{ грн,}$$

$$\text{П}_{\text{ок}} = 44290000 / 9.112,209 = 4,8 \text{ років.}$$

Перелік типових порівняльних техніко - економічних показників наведений у табл. 12.13.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
						119
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 12.13 – Типові порівняльні ТЕП

Найменування показників	Одиниця виміру	Значення за варіантами	
		базовий	Спроектований
1. Річний плановий обсяг виробництва продукції	т	500	1500
2. Загальна площа цеху	м <sup>2</sup>	11024	14284
3. Виробнича площа цеху	м <sup>2</sup>	10760	13824
4. Загальна чисельність працівників у т. ч.:	осіб	61	71
4.1 Основних	осіб	32	43
4.2 Допоміжних	осіб	16	18
4.3 Управлінський персонал	осіб	13	10
5. Середньомісячний заробіток одного працівника	грн.	5600	8500
6. Продуктивність праці на рік	т/осіб	5,6	21,1
7. Повна собівартість однієї тонни продукції	грн. / т	12670	11431,88
8. Період окупності	рік	-	4,8

## 13 БІЗНЕС-ПРОЕКТ

### 13.1 Команда

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

Лідер команди:

Ямшинський М.М. (к.т.н., доц.)

Генератор ідей:

Самарай В.П. (к.т.н., доц.)

Виконавці:

Шевчук В.І. (студент)

### 13.2 Назва проекту

«Розробка протипригарних покриттів для сталевих виливків»

### 13.3 Короткий опис проекту

Розроблено склади водних протипригарних покриттів на основі цирконового концентрату з перлітом, та дістенсиліманіту.

Які переваги для споживачів:

- Запобігання хімічному, термічному та механічному пригару.
- Підвищення виробництва виливків за рахунок швидкосохнучих протипригарних покриттів.
- Зменшення трудовитрат при кінцевому очищенню поверхонь.

					ФЛз71мп.7106. 1110.0000.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Шевчук В.І.			Бізнес проект	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Самарай В.П.					119	
<i>Т. Контр.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>						ІФФ ФЛ-71		

## **13.4 Бізнес-модель**

### **13.4.1 Цінний продукт**

Покриття з протипригарними властивостями на основі води для сталевих виливків

### **13.4.2 Сегмент споживачів**

Споживачі ринку протипригарних покриттів є промислові підприємства виробники сталевих виливків.

- ТОВ «Белоцерківський ливарний завод» (м. Біла Церква);
- ТОВ «КАМЕТМАШ» (м. Радомишль, Житомирська обл.);
- ТОВ «ТинІмпекс» (м. Хмельницький);
- ТОВ «Жмеренське РП Агромаш» (м. Жмеринка);

### **13.4.3 Канали збуту**

Використовуються прямі канали збуту. Безпосередній контакт з потенційними покупцями через візити на підприємства та презентації товару. Контакт через тематичні та галузеві виставки та конференції. Збут через інтернет-ресурси (інтернет-магазин), послуги компаній перевізників.

### **13.4.4 Взаємодія з споживачами**

Підтримка інформаційних інтернет-ресурсів: сайт проекту, блог новин проекту, інтернет-магазин, реклама на інших сайтах, використання безкоштовних дошок оголошень, банерна реклама. Застосування «програми лояльності» до клієнтів (гарантійні зобов'язання).

					ФЛз71мп.7106. 1110.0000.ПЗ	Арку
						120
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



### **13.4.5 Дохід (монетизація)**

Отримання доходу з продажу готових виробів основної номенклатури та індивідуальних замовлень.

### **13.4.6 Ключові види діяльності**

Виробництво виробів. Наукова діяльність. Маркетингова діяльність.

### **13.4.7 Ключові ресурси**

Матеріальні – органічні розчинники, вогнетривкі наповнювачі, стабілізатори, зв'язувальні компоненти. Технологія виробництва. Охоронні документи (патенти). Науково-технічні працівники.

### **13.4.8 Ключові партнери**

Підприємства які забезпечують виробничу базу. Постачальники сировини та енергоресурсів для виробництва. Партнери що надають логістичні послуги.

### **13.4.9 Витрати**

Витрати на оренду промислових потужностей. Витрати на ресурсо-забезпечення, логістику, підтримку інтернет-ресурсів.

					ФЛз71мп.7106. 1110.0000.ПЗ	Арку
						121
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### **13.5 Споживчі властивості товару**

"Розроблені протипригарні покриття", вирішують проблеми споживача мають щодо покращення фізико-технологічних властивостей, зменшення поверхневих дефектів виливків.

### **13.6 Дослідження ринку**

За результатами аналізу існуючого ринку продукції аналогічного призначення можна зробити висновок, що:

- річний обсяг виробництва протипригарного покриття аналогічного призначення становить близько 1.5 млрд. грн;
- технології, які сьогодні використовуються для виробництва протипригарних покриттів програють пропонованій розробленій.
- основними матеріалами для виготовлення протипригарних покриттів є вогнетривкі наповнювачі перліт, концентрат цирконовий, концентрат дістен-силіманітовий.

### **13.7 Дослідження конкурентного оточення**

Ймовірні конкуренти в Україні :

- ДП «КОМЕКСИМ Україна» (с. Счастливое, Бориспольський р-н Київська обл.);
- ТОВ «Сталь» (м. Днепр);

### **13.8 Маркетингова стратегія просування**

Маркетингова стратегія просування проекту складатиметься з:

- просування проекту в мережі Internet;

					ФЛз71мп.7106. 1110.0000.ПЗ	Арку
						122
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- участі у галузевих виставках та конференціях;
- проведення презентацій для потенційних покупців;
- зустрічей безпосередньо на підприємствах, які користуються запропонованою продукцією та проведення демонстрацій та «особистих продажів» виробів;

### **13.9 Елементи фінансового плану**

#### **13.9.1 Опис бізнес-проекту**

Мета проекту - отримання прибутку шляхом продажу протипригарних покриттів для сталевих виливків. Протипригарні покриття мають достатні фізикотехнологічні властивості для запобігання утворення пригару та поверхневих дефектів.

Актуальність проекту - існує проблема утворення поверхневих дефектів та особливо пригару на сталевих виливках,. Для її вирішення пропонують склади протипригарних покриттів, які запобігають утворення дефектів та пригару на сталевих виливках.

#### **13.9.2 Опис товару/послуги/технології**

Номенклатура виробів складається з вогнетривких наповнювачів, перліта, концентрат цирконового, органічного розчинника, стабілізатора і дисперсійного середовища, зв'язувального компонента.

#### **13.9.3 Маркетинг та продаж**

Цільовий сегмент – B2B. Підприємства які виготовляють сталеві виливки.

Маркетингова стратегія просування проекту на початкових етапах включає в себе:

					ФЛз71мп.7106. 1110.0000.ПЗ	Арку
						123
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- просування проекту в мережі Internet;
- участь у галузевих виставках та конференціях;
- проведення презентацій для потенційних покупців.

Для продажу застосовуються прямі канали збуту:

- безпосередній контакт з потенційними покупцями;
- збут через інтернет-ресурси.

#### **13.9.4 Фінансовий план**

На поточному етапі існування проекту фінансовий план у необхідному обсязі не прораховувався. Однак, розраховано, що заплановані інвестиції для впровадження у виробництво технології та виробництво протипригарних покриттів підприємства складуть:

- оренда промислової потужності: 5000 \$
- відпрацювання технології в умовах виробництва: 2000 \$
- Забезпечення ресурсами: 7000 \$
- затрати на логістику, маркетинг, з/п: 4000 \$

Поточна ситуація по проекту:

- проект на стадії відпрацювання та удосконалення технології в лабораторних умовах;

#### **13.9.5 Резюме**

Проект призначений для вирішення проблеми утворення пригару та дефектів які виникають на поверхні сталевих виливків .

Заплановані інвестиції для впровадження у виробництво на одному підприємстві становлять 15000 \$.

					ФЛз71мп.7106. 1110.0000.ПЗ	Арку
						124
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

1. Реконструйований цех на випуск 1500 т литва за рік може бути рекомендований для впровадження на ПрАТ «ВЛКЗ» або на інших підприємствах у цехах з дрібносерійним і серійним виробництвом.

2. Використовування в цеху сучасного вітчизняного устаткування дає можливість використовувати самі прогресивні технічні процеси виготовлення виливків.

3. Розроблений технологічний процес виготовлення двох конкретних виливків добре показує можливість створення реального протезу.

4. Представлена вибивна решітка може бути використана у цеху.

5. Економічні розрахунки підтверджують правильність виконаного технічного переозброєння існуючого цеху і вибору технологічних процесів виготовлення виливків.

6. Аналіз небезпечних та шкідливих чинників, які мають місце при виконанні даної роботи, має позитивний результат, що є забезпеченням здорових умов праці та низький рівень забрудненості навколишнього середовища.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Шевчук В.І.			ВИСНОВКИ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Самарай В.П.					125	134
Реценз.						НТУУ ІФФ гр. ФЛ-71		
Н. Контр.								
Затверд.								

## CONCLUSIONS

1. Reconstructed plant to produce 1500 tons of castings per year can be considered for implementation at JSC "VLKZ" or in other enterprises in the shops of small-scale and mass production.

2. Using a modern domestic plant equipment makes it possible to use the most advanced technical processes in manufacturing castings.

3. The technological process of making two concrete castings clearly shows the ability to create real prosthesis.

4. Submitted stamped grid can be used in the plant.

5. The economic calculations confirm the correctness of accomplishment of revamping the existing plant and selection processes of manufacturing castings.

6. Analysis of dangerous and harmful factors that play a role in carrying out this work, a positive result that is providing healthy working conditions and low environmental contamination.

					ФЛЗ71МП.7106.1110.0000 ПЗ	Арк.
						126
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ЛІТЕРАТУРА

1. Специальные виды литья - Гини Э.Ч., Зарубин А.М., Рыбкин В.А. – М.: Академия, 2005. –352 с.
2. Специальные способы литья: Справочник/ В.А. Ефимов, Г. А. Анисович В. К. Бабич и др.: Под общ. ред. В.А. Ефимова.- М.: Машиностроение. 1991.- 436 с.
3. Литье по выплавляемым моделям/ В.Н. Иванов, С. А. Казеннов, В. С. Курчман и др.: Под общ. ред. Я. Й. Шкленника, В. А. Озерова. - 3-е изд. перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1984. - 408 с.
4. Технічна документація, технічне бюро Вишнівського ливарно-ковальського заводу ГАХК ”Артем”.
5. Основы проектирования литейных цехов и заводов: Учебник для вузов по специальностям «Машины и технология литейного производства» и «Литейное производство черных и цветных металлов»/ Л.И. Фанталов, Б.В. Кнорре, С.И. Четверухин и др. Под ред. Б.В. Кнорре – 2-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1979. – 376 с., ил.
6. Проектування ливарних цехів: підруч.: у 2 ч./ Г.Є. Федоров, М.М. Ямшинський, В.Г. Могилатенко та ін. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – Ч. 2. – 316 с. – Бібліогр.: с. 289. – 100 пр.
7. Ткачук К.Н., Иванчук Д.Ф. и др. Справочник по охране труда на промышленном предприятии, – К.: Техника, 1991. –285 с.
8. Методическое указание к экономической части дипломных проектов Сост. Кривда В. И., Елтышев В. Н. – К.6 КПИ, 1981. – 22 с.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						
Разраб.		Шевчук В.І.			ЛІТЕРАТУРА		Лит.	Лист	Листов	
Провер.		Самарай В.П.						127		
Реценз.										
Н. Контр.										
Утверд.										
					НТУУ”КПІ” ІФФ, гр. ФЛ71					

# ДОДАТКИ



ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ,  
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

кг – кілограми;

год – години;

кВт – кіловати;

с – секунди;

мм – міліметри;

кН – кілоньютони;

М – маса виливка;

$\tau$  – тривалість сушки;

$\rho$  – густина сплаву;

м<sup>3</sup> – метр кубічний;

°С – градус Цельсія;

Г-16 – гідролізер.

					ФЛз71мп.7106.1110.0000 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Шевчук В.І.						
Провер.		Самарай В.П.					129	
Реценз.						НТУУ "КПІ" ІФФ, гр.ФЛ71		
Н. Контр.								
Утверд.								