

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Навчально-науковий інститут матеріалознавства

та зварювання ім. Є. О. Патона

(повна назва інституту/факультету)

Кафедра ливарного виробництва

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

М.М. Ямшинський

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ ” 2022р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 136 «Металургія»

за освітньо-професійною програмою «Комп'ютеризовані процеси лиття»

на тему: Технологія виготовлення виливків з чавуну та планування стрижневої
дільниці ливарного комплексу

Виконав: Студент 4 курсу, групи ФЛ-81

(шифр групи)

Карлінський Олександр Олегович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник

к.т.н. доцент Кочешков А.С

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Консультант

з охорони праці

д.т.н. доцент Левченко О. Г.

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Консультант

з економічної частини

к.е.н. доцент Нараєвський С.В.

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Консультант

З нормо контролю

к.т.н. доцент Лютий Р.В.

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент д.т.н. доцент Доній О.М.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент

(підпис)

Київ 2022

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

**Навчально-науковий інститут матеріалознавства
та зварювання ім. Є. О. Патона
Кафедра ливарного виробництва**

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)
Спеціальність 136 Металургія
Освітньо-професійна програма «Комп'ютеризовані процеси лиття»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Михайло ЯМШИНСЬКИЙ

“ ____ ” _____ 2022 р.

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

Карлінському Олександрю Олеговичу

1. Тема дипломного проєкту: «Технологія виготовлення виливків з чавуну та планування стрижневої дільниці ливарного комплексу», керівник: доц. к.т.н. Кочешков А. С. затверджені наказом по університету № 994-с від «09» червня 2022 року.
2. Строк подання студентом проєкту: 13 червня 2022 р.
3. Вихідні дані: матеріали, зібрані у процесі проходження практики; літературні джерела; державні стандарти та інші нормативні документи; проєктна потужність ливарного комплексу підприємства – 1 тис. т придатних виливків на рік; номенклатура виливків налічує 29 позицій масою від 7,0 кг до 180 кг з сірого чавуну.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:
 - 4.1 Провести аналіз виробничої програми ливарного комплексу;
 - 4.2 Спроєктувати стрижневе відділення ливарного комплексу енергетичного машинобудування;
 - 4.3 Розробити технологію виготовлення виливка у разових піщаних формах з сірого чавуну;
 - 4.4 Розрахувати основні параметри та спроєктувати устаткування для виготовлення стрижнів;

- 4.5 Розрахувати техніко-економічні показники;
 4.6 Розробити заходи з охорони праці.
 5. Перелік графічного матеріалу:
 5.1 План стрижневого відділення;
 5.2 Технологія виготовлення виливка «Кришка»;
 5.3 Модельна плита верху або низу із моделями;
 5.4 Стрижневий ящик;
 5.5 Форма у складеному вигляді;
 5.6 Устаткування для виготовлення стрижнів;
 5.7 Техніко-економічні показники.
 6. Консультанти розділів дипломного проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічна частина	Нараєвський С. В., доцент		
Охорона праці	Левченко О. Г., зав. каф.		

7. Дата видавання завдання: 03 травня 2022 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Практика	02.05.22-29.05.22 р.	
2	Аналіз номінальної виробничої програми ливарного комплексу	до 31.05.22 р.	
3	Проектування стрижневого відділення	до 02.06.22 р.	
4	Розроблення технології виготовлення виливка	до 06.06.22 р.	
5	Розрахунок та проектування устаткування для виготовлення стрижнів	до 07.06.22 р.	
6	Виконання економічної частини проєкту	до 08.06.22 р.	
7	Виконання частини проєкту щодо охорони праці	до 09.06.22 р.	
8	Виконання графічної частини проєкту	до 11.06.22 р.	
9	Оформлення розділів дипломного проєкту	до 13.06.22 р.	
10	Рецензування дипломного проєкту	до 18.06.22 р.	
11	Захист дипломного проєкту	22.06.22 р.	

Студент

Карлінський О. О.

Керівник



Кочешков А. С.

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення			Найменування	Кількість листів	Примітка	
1					Завдання на дипломний проєкт	2		
2		ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ			Пояснювальна записка			
3		ФЛ81.8102.1110.0001			План стрижневого відділення	1		
4		ФЛ81.8102.1110.0002			Технологія виготовлення виливка «Кришка»	1		
5		ФЛ81.8102.1110.0003			Модельна плита верху або низу із моделями	1		
6		ФЛ81.8102.1110.0004			Стрижневий ящик	1		
7		ФЛ81.8102.1110.0005			Форма у складеному вигляді	1		
8		ФЛ81.8102.1110.0006			Машина піскострільна стрижнева 2Б83	1		
9		ФЛ81.8102.1110.0007			Техніко-економічні показники	1		

Пояснювальна записка до дипломного проєкту

на тему: Технологія виготовлення виливків з чавуну та планування стрижневої ділянки ливарного комплексу

Київ – 2022 року

РЕФЕРАТ

Дипломний проєкт: 81 сторінок., 37 таблиць., 7 рисунки., 7 додатків.

Об'єкт проєктування – розробляється ливарна технологія виготовлення виливка з сірого чавуну «Кришка» масою 180,0 кг литтям у піщано-глинясті форми.

Предмет проєктування – технологія виготовлення деталі, планування стрижневого відділення.

Результати проєктування – розроблена технологія ливарної форми, виконано технічне планування стрижневого відділення та ливарного устаткування.

У дипломному проєкті проведено основні економічні розрахунки, а також приділено увагу захисту навколишнього середовища та покращенню санітарно-гігієнічні умови робочих місць.

КРИШКА, СІРИЙ ЧАВУН, ТЕМПЕРАТУРА ПЛАВЛЕННЯ, ПРИПУСКИ, МОДЕЛЬНА ОСНАСТКА, СТРИЖЕНЬ, ПІСКОДУВНИЙ МЕТОД, СТРИЖНЕВИЙ ЯЩИК, ЛИВАРНИЙ КОМПЛЕКС, , ПЕРІОД ОКУПНОСТІ, ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Карлінський			РЕФЕРАТ	Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Кочешков А.С.							
							6	81	
Н. Контр.		Лютий Р.В.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ, ЛВЧКМ, ФЛ-81			
Затверд.									

ABSTRACT

Diploma project: 81 pages, 37 tables, 7 figures, 7 appendices.

Object of design - foundry technology of casting of gray cast iron "Cover" weighing 180.0 kg by casting in sand-clay molds.

The subject of design - the technology of manufacturing parts, the planning of the rod compartment.

The results of the design - the technology of the foundry mold was developed, the technical planning of the rod department and the foundry equipment was performed.

The diploma project contains basic economic calculations, as well as attention to environmental protection and improvement of sanitary and hygienic conditions of workplaces.

COVER, GRAY CAST IRON, MELTING TEMPERATURE, ALLOWANCES, MODEL EQUIPMENT, CORE, CUTTING METHOD, CORE BOX, FOUNDRY, FOUNDRY COMP

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Карлінський			ABSTRACT	Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Кочешков А.С.					7	81	
						КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ, ЛВЧКМ, ФЛ-81			
Н. Контр.		Лютий Р.В.							
Затверд.									

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ ТА СКОРОЧЕНЬ ВСТУП

1	АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ	13
1.1	Виробнича програма	13
1.2	Характеристика виробництва та вибір технології виготовлення виливків.	16
1.3	Тип і структура цеху	17
2	РЕЖИМИ РОБОТИ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ ФОНДИ ЧАСУ РОБОТИ УСТАТКУВАННЯ І РОБІТНИКІВ	18
3	ПРОЄКТУВАННЯ СТРИЖНЕВОГО ВІДДІЛЕННЯ.....	19
4	РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА	24
4.1	Загальна характеристика виливка	24
4.2	Вибір технологічного процесу виготовлення виливка	25
4.3	Обґрунтування положення виливка при заливанні та площини розніму моделі та форми.....	25
4.4	Припуски на механічне оброблення поверхонь виливка.....	26
4.5	Обґрунтування потреби у стрижнях та визначення розмірів стрижневих ящиків	27
4.6	Обґрунтування потреби у використанні випорів та їх розрахунок	28
4.7	Визначення розмірів опок та вибір їх конструкції	28
4.8	Розрахунок ливникової системи та розмірів її елементів	30
4.9	Розрахунок лінійних розмірів елементів ливникової системи.....	32
4.10	Вибір конструкції, матеріалів та проєктування модельного комплекту.	34
4.11	Розрахунок лінійних розмірів моделі	34
4.12	Добір рецептур формувальної і стрижневої сумішей та протипригарної фарби	35

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Карлінський			ЗМІСТ	Літ.	Арк.
Перевір.		Кочешков А.С.					
						8	81
Н. Контр.		Лютин Р.В.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ, ЛВЧКМ, ФЛ-81	
Затверд.							

4.13	Технологія приготування сумішей.....	36
4.14	Методи попередження утворення пригару з боку стрижнів	37
4.15	Порядок виконання операцій при формуванні	38
4.16	Вибір способу попередження прилипання суміші до моделі.....	38
4.17	Вибір способу захисту виливка від пригару	38
4.18	Складання форм	39
4.19	Технологія виготовлення стрижнів.....	39
4.20	Розрахунок температури розплаву перед випусканням його з печі	39
4.21	Технологія заливання форми	40
4.22	Вибивання виливків з ливарної форми та стрижнів з виливка	40
4.23	Фінішні операції.....	40
4.24	Техніко-економічні показники	41
5	ПРОЄКТУВАННЯ ЛИВАРНОГО УСТАТКОВАННЯ.....	44
5.1	Призначення устаткування та межі його використання	44
5.2	Принцип роботи устаткування	44
5.3	Розрахунок основних параметрів піскострільної машини 2Б83	45
6	ОРГАНІЗАЦІЙНО – ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ	57
6.1	Визначення кількості електроенергії для забезпечення роботи відділення	57
6.2	Чисельність виробничих робітників плавильного відділення.....	59
6.3	Визначення фондів заробітної плати	59
6.4	Розрахунок капітальних вкладень	60
6.5	Визначення планової собівартості одиниці продукції	62
6.6	Розрахунок показників економічної ефективності проєктного рішення	63
7	ОХОРОНА ПРАЦІ	65
7.1	Загальна характеристика стрижневого відділення та умови його експлуатації.....	65
7.2	Оцінка потенційних небезпек і шкідливих виробничих факторів.....	68
7.3	Аналіз потенційних небезпек, які створюються на робочих місцях при експлуатації стрижневого відділення	69

7.3.1 Шкідливі речовини та запилення	69
7.3.2 Механізми і вироби що рухаються.....	71
7.3.3 Електронбезпека	74
7.3.4 Пожежна безпека.....	76

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТКИ

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

ІЧТ – індукційна чавуноплавильна тигельна піч;

ПГС – піщано-глиняста суміш;

шт. – штуки;

мм – міліметри;

см – сантиметри;

м – метри;

т – тони;

кг – кілограми;

Н – ньютони;

ДСТУ – Державний стандарт України

ГОСТ – Міждержавний стандарт.

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ ТА СКОРОЧЕНЬ	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Карлінський						
Перевір.		Кочешков А.С.					11	81
						КП ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ, ЛВЧКМ, ФЛ-81		
Н. Контр.		Лютин Р.В.						
Затверд.								

ВСТУП

Ливарне виробництво як одна з галузей металообробки виходить своїм корінням в глибоку давнину. Виготовлення перших виливків, за археологічними даними, було здійснено 6,5 тис. років тому. З того часу технологія ливарного виробництва пройшла величезний шлях, перетворившись в одну з найдосконаліших сучасних галузей техніки.

Ливарне виробництво – єдина галузь заготівельного виробництва, де формоутворення заготівлі здійснюється, коли її матеріал виконує фазовий перехід з рідкого стану в твердий, тобто твердне. Це визначає переваги та перспективність ливарних технологій з погляду універсальності формоутворення, економії енергетичних витрат, але водночас зумовлює й багато проблем, пов'язаних із появою різних дефектів при формуванні виливків[1].

Виготовлення деталей способами лиття дає можливість виконувати широкий спектр конфігурації відливок та одночасно забезпечувати механічні характеристики, які не поступаються в порівнянні з іншими способами створення металевої продукції.

Переоснащення цехів ливарного виробництва та окремих дільниць є актуальною темою сьогодення. Це є одним із чинників ціноутворення продукції і, відповідно, успіху на ринку, як в межах країни так і міжнародному.

У дипломній роботі розкрито тему проєктування стрижневого відділення чавуноливарного цеху. Для виконання даного завдання виконано розрахунок необхідного устаткування дільниці.

Також, окремою частиною проєкту є виконання ливарної технології для деталі «Кришка» з детальним описом використання матеріалів та модельного оснащення.

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВСТУП		
Розроб.		Карлінський					
Перевір.		Кочешков А.С.					
Н. Контр.		Лютый Р.В.					
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Акрушів
						12	81
					КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ, ЛВЧКМ, ФЛ-81		

1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ

1.1 Виробнича програма

Складові виробничої програми:

- річний випуск виливків на основні вироби, які виготовляє підприємство;
- річний випуск виливків на запасні частини до виробів, які виготовляє підприємство;
- литво для власних потреб підприємства і цеху (до 10 % від річного випуску виливків для основної продукції);
- литво для інших підприємств на замовлення[2].

Для проєктування будь-якого відділення основним документом є виробнича програма.

Продуктивність ливарного цеху становить 1000 тон литва на рік. Характер виробництва – серійне.

Для оптимального підбору устаткування в цеху поділяємо на дві групи номенклатуру виливків за масою:

- до 25 кг;
- понад 25 кг.

Номенклатура виливків представлена в таблиці 1.1

Оскільки характер виробництва чавуноливарного цеху сільськогосподарського машинобудування складає 1000 тон литва на рік, а маса одного виробу складає 2670,5 кг, то підприємство за рік виготовляє

$$1000000/2670,5 = 374 \text{ виробів/рік}$$

Формуємо точну виробничу програму, яку оформлюємо в табл. 1.2.

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ			
Розроб.		Карлінський						
Перевір.		Кочешков А.С.						
Н. Контр.		Лютин Р.В.						
Затверд.					КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ, ЛВЧКМ, ФЛ-81			
					Літ.	Арк.	Акрушів	
						13	81	

Таблиця 1.1 – Номенклатура виливків

Інд. Позиція	Найменування виробів і виливків	Код деталі	Матеріал виливка	Маса виливка, кг	Кількість деталей на 1 виріб, шт.	Маса комплекту виливків на 1 виріб, кг	ТО
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Зірочка 1	ФЛ-81-1	СЧ20	4,5	6	27,0	Відпал
2	Зірочка 2	ФЛ-81-2	СЧ20	15	3	45,0	
3	Зірочка 3	ФЛ-81-3	СЧ20	23,4	3	70,2	
4	Зірочка 4	ФЛ-81-4	СЧ20	21,8	5	109,0	
5	Зірочка 5	ФЛ-81-5	СЧ20	35	6	210	
6	Втулка 1	ФЛ-81-6	СЧ30	4,2	12	50,4	
7	Втулка 2	ФЛ-81-7	СЧ30	7,3	4	29,2	
8	Втулка 3	ФЛ-81-8	СЧ30	9,5	2	19,0	
9	Втулка 4	ФЛ-81-9	СЧ30	18,1	3	54,3	
10	Втулка 5	ФЛ-81-10	СЧ30	26,2	2	52,4	
11	Втулка 6	ФЛ-81-11	СЧ30	27,6	2	55,2	
12	Стояк 1	ФЛ-81-12	СЧ30	16,5	1	16,5	
13	Стояк 2	ФЛ-81-13	СЧ30	28,2	4	112,8	
14	Рама 1	ФЛ-81-14	СЧ20	11,5	1	11,5	
15	Рама 2	ФЛ-81-15	СЧ20	25,5	2	51,0	
16	Рама 3	ФЛ-81-16	СЧ20	17,6	2	35,2	
17	Фланець 1	ФЛ-81-17	СЧ20	7	1	7,0	
18	Фланець 2	ФЛ-81-18	СЧ20	26	2	52,0	
19	Фланець 3	ФЛ-81-19	СЧ20	50	2	100,0	
20	Хрестовина 1	ФЛ-81-20	СЧ15	83	1	83,0	
21	Хрестовина 2	ФЛ-81-21	СЧ15	96,7	1	96,7	
22	Державка 1	ФЛ-81-22	СЧ15	3,6	12	43,2	
23	Державка 2	ФЛ-81-23	СЧ15	7,4	5	37,0	
24	Державка 3	ФЛ-81-24	СЧ15	12	12	144,0	
25	Державка 4	ФЛ-81-25	СЧ15	8,5	8	68,0	
26	Плита 1	ФЛ-81-26	СЧ15	75,4	1	75,4	
27	Плита 2	ФЛ-81-27	СЧ15	112,5	1	112,5	
28	Диск 1	ФЛ-81-28	СЧ20	81,3	4	325,2	
29	Кришка	ФЛ-81-29	СЧ20	180,0	2	360,0	
30	Диск 3	ФЛ-81-30	СЧ20	108,9	2	217,8	
	Всього:					2670,5	

Таблиця 1.2 – Точна виробнича програма ливарного цеху

Інд. поз.	Код деталі	Найменування виробів і виливків	Мате- ріал виливка	Маса виливка, кг	Кількість деталей на 1 виріб, шт.	Маса комплекту виливків на виріб, кг	Річна програма випуску виливків						
							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
Вагова група 0-25													
1	ФЛ-81-1	Зірочка 1	СЧ20	4,5	6	27,0	1796	8,1	20	448	2,0	2244	10,1
2	ФЛ-81-2	Зірочка 2	СЧ20	15	3	45,0	898	13,5	20	224	3,4	1122	16,8
3	ФЛ-81-3	Зірочка 3	СЧ20	23,4	3	70,2	1010	23,6	10	112	2,6	1122	26,3
4	ФЛ-81-4	Зірочка 4	СЧ20	21,8	5	109,0	1683	36,7	10	187	4,1	1870	40,8
5	ФЛ-81-6	Втулка 1	СЧ30	4,2	12	50,4	3591	15,1	20	897	3,8	4488	18,8
6	ФЛ-81-7	Втулка 2	СЧ30	7,3	4	29,2	1197	8,7	20	299	2,2	1496	10,9
7	ФЛ-81-8	Втулка 3	СЧ30	9,5	2	19,0	599	5,7	20	149	1,4	748	7,1
8	ФЛ-81-9	Втулка 4	СЧ30	18,1	3	54,3	954	17,3	15	168	3,0	1122	20,3
9	ФЛ-81-12	Стояк 1	СЧ30	16,5	1	16,5	337	5,6	10	37	0,6	374	6,2
10	ФЛ-81-14	Рама 1	СЧ20	11,5	1	11,5	356	4,1	5	18	0,2	374	4,3
11	ФЛ-81-16	Рама 3	СЧ20	17,6	2	35,2	711	12,5	5	37	0,7	748	13,2
12	ФЛ-81-17	Фланець 1	СЧ20	7	1	7,0	318	2,2	15	56	0,4	374	2,6
13	ФЛ-81-22	Державка 1	СЧ15	3,6	12	43,2	3815	13,7	15	673	2,4	4488	16,2
14	ФЛ-81-23	Державка 2	СЧ15	7,4	5	37,0	1590	11,8	15	280	2,1	1870	13,8
15	ФЛ-81-24	Державка 3	СЧ15	12	12	144,0	3815	45,8	15	673	8,1	4488	53,9
16	ФЛ-81-25	Державка 4	СЧ15	8,5	8	68,0	2693	22,9	10	299	2,5	2992	25,4
Всього													286,7
Вагова група 25-180													
17	ФЛ-81-5	Зірочка 5	СЧ20	35	6	210,0	2020	70,7	10	224	7,8	2244	78,5
18	ФЛ-81-10	Втулка 5	СЧ30	26,2	2	52,4	636	16,7	15	112	2,9	748	19,6
19	ФЛ-81-11	Втулка 6	СЧ30	27,6	2	55,2	636	17,6	15	112	3,1	748	20,6
20	ФЛ-81-13	Стояк 2	СЧ30	28,2	4	112,8	1346	38,0	10	150	4,2	1496	42,2
21	ФЛ-81-15	Рама 2	СЧ20	25,5	2	51,0	673	17,2	10	75	1,9	748	19,1
22	ФЛ-81-18	Фланець 2	СЧ20	26	2	52,0	636	16,5	15	112	2,9	748	19,4
23	ФЛ-81-19	Фланець 3	СЧ20	50	2	100,0	636	31,8	15	112	5,6	748	37,4
24	ФЛ-81-20	Хрестовина 1	СЧ15	83	1	83,0	337	28,0	10	37	3,1	374	31,0

ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ

Продовження табл. 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
25	ФЛ-81-21	Хрестовина 2	СЧ15	96,7	1	96,7	337	32,6	10	37	3,6	374	36,2
26	ФЛ-81-26	Плита 1	СЧ15	75,4	1	75,4	355	26,8	5	19	1,4	374	28,2
27	ФЛ-81-27	Плита 2	СЧ15	112,5	1	112,5	355	39,9	5	19	2,1	374	42,1
28	ФЛ-81-28	Диск 1	СЧ20	81,3	4	325,2	1346	109,4	10	150	12,2	1496	121,6
29	ФЛ-81-29	Кришка	СЧ20	180,0	2	360,0	673	121,1	10	75	13,5	748	134,6
30	ФЛ-81-30	Диск 3	СЧ20	108,9	2	217,8	673	73,3	10	75	8,2	748	81,5
Всього													712,1
Разом													998,8

1.2 Характеристика виробництва та вибір технології виготовлення виливків

У ливарному цеху виготовляються виливки із сірого чавуну. Номенклатура налічує три марки чавуну – СЧ15, СЧ20, СЧ30. Згідно із заданими параметрами продуктивності, за характером виробництва ливарний цех відноситься до дрібносерійного.

Оптимальні методи виготовлення виливків і ливарні технології необхідно вибирати на підставі оцінки економічної ефективності різних апробованих варіантів і нових технологічних рішень [3].

Приймаємо технологію виготовлення виливків шляхом лиття в разові піщано-глинясті форми. Цей метод забезпечує отримання литих заготовок із заданими характеристиками згідно з технічною документацією.

1.3 Тип і структура цеху

Сучасний ливарний цех має такі складові:

- виробничі відділення та дільниці;
- допоміжні відділення та дільниці;
- склади;
- службово-побутові приміщення [2]

Виробничі відділення:

- формувально-складально-заливальне;
- плавильне;
- сумішоприготувальне;
- стрижневе;
- фінішних операцій.

Також передбачені складські приміщення: склад шихтових матеріалів, склад формувальних матеріалів та склад готової продукції.

Компоновка відділень ливарного цеху зображена на рисунку 1.1.

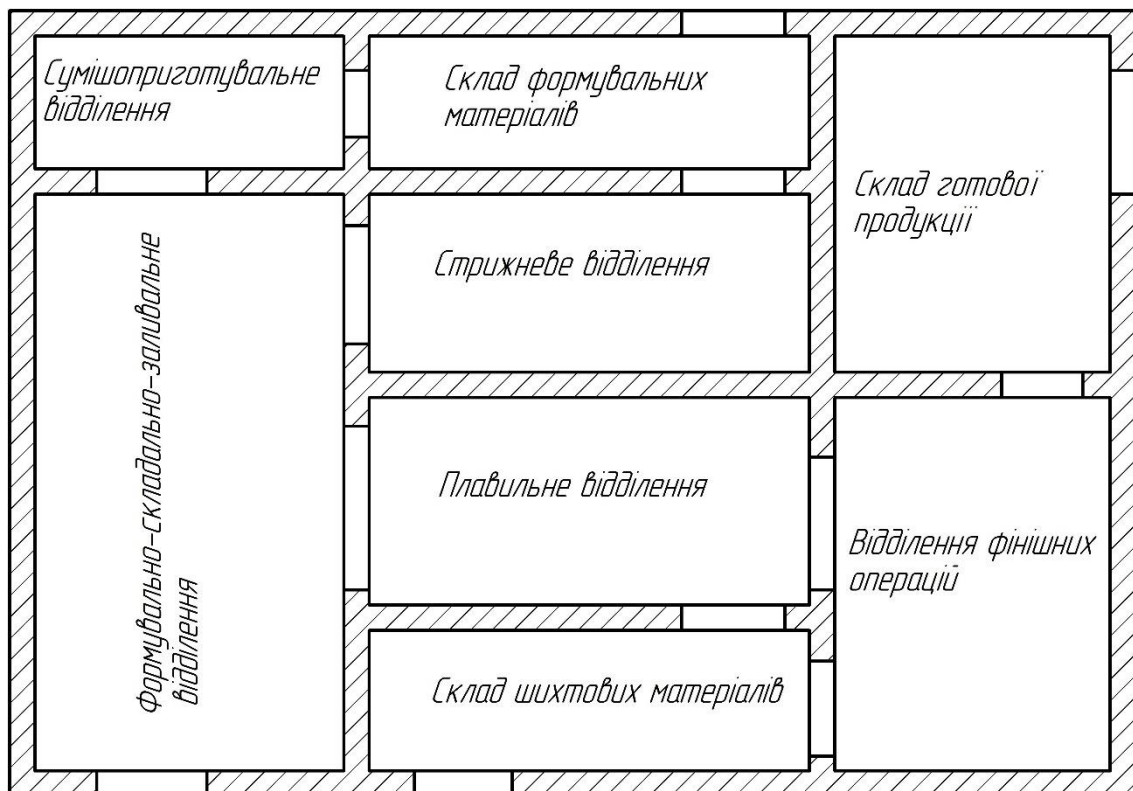


Рисунок 1.1 – Загальний план ливарного цеху

2 РЕЖИМ РОБОТИ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ І ФОНДИ ЧАСУ РОБОТИ УСТАТКУВАННЯ І РОБІТНИКІВ

Для роботи чавуноливарного цеху, що проєктується найоптимальнішим є послідовний тризмінний режим роботи[2]:

І зміна – виконують формування і складання форм;

II зміна – заливання форм і вибивання форм з минулого робочого дня;

III зміна фінішні операції і підготовка робочих місць I зміни.

Всі дані щодо режиму цеху і фондів часу робітників і фондів часу робітників та устаткування наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Режим роботи ливарного цеху та річні фонди часу

Індекс позиції	Найменування відділення, дільниці; тип устаткування	Кількість робочих змін за добу	Дійсний річний фонд часу роботи, год	
			устаткування	робітника
1	2	3	4	5
1	Дільниця чавунного лиття; ІЧТ	2	3600	1840
2	Сумішоприготувальне відділення; котковий змішувач, установка для регенерації суміші	1 2	1985 1980	1840
3	Стрижневе відділення; піскострільна стрижнева машина	2	1350	1840
4	Відділення фінішних опе- рацій; Дробометний барабан Гідрокамера	1 1	1940 1940	1840

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Карлінський			РЕЖИМИ РОБОТИ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ І ФОНДИ ЧСАУ РОБОТИ УСТАТКУВАННЯ ТА РОБІТНИКІВ				Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Кочешков А.С..									18	81
									КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ, ЛВЧКМ, ФЛ-81			
Н. Контр.		Лютий Р.В.										
Затверд.												

3 ПРОЄКТУВАННЯ СТРИЖНЕВОГО ВІДДІЛЕННЯ

Відділення слід проєктувати за такою послідовністю:

- визначити виливки, для яких необхідно використовувати стрижні;
- розподілити номенклатуру стрижнів за масовими групами і складністю;
- визначити технологічні процеси виготовлення стрижнів кожної групи;
- вибрати тип і розрахувати необхідну кількість устаткування;
- визначити площі складів стрижнів і стрижневих ящиків;
- розробити планування відділення з урахуванням транспорту;
- визначити площу стрижневого відділення [3].

Обсяг виробництва стрижневого відділення представлено в таблиці 3.1.

Втрати на брак виливків і ламання стрижнів приймаємо 10% від об'єму виробництва.

Кількість стрижневих машин розраховують за формулою

$$M_c = \frac{B_3 \cdot K_H}{(\Phi_d - t) \cdot q} \quad (3.1)$$

де B_3 – кількість знімань стрижнів на річну програму за масовими групами з урахуванням браку, кількості гнізд в ящику або поділення стрижня на частини, шт./рік;

K_H – коефіцієнт нерівномірності виготовлення і використання стрижнів;

Φ_d – дійсний річний фонд часу роботи стрижневого агрегату;

t – витрати часу на зміну стрижневих ящиків за рік, год;

q – продуктивність машини, знімань/год.

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПРОЄКТУВАННЯ СТРИЖНЕВОГО ВІДДІЛЕННЯ		
Розроб.		Карлінський					
Перевір.		Кочешков А.С.					
Н. Контр.		Лютій Р.В.					
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Акрушів
						19	
					КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ, ЛВЧКМ, ФЛ-81		

Таблиця 3.1 – Обсяг виробництва стрижневого відділення

Індекс позиції	Код деталі	Найменування деталі	Річна кількість виливків, шт.	Стрижні			Потреба в стрижнях, шт.			Маса стрижнів на річну програму, т
				номер	габаритні розміри, мм	маса, кг	на вилівок	на річний випуск виливків	річна з урахуванням браку виливків та стрижнів	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Вагова група 0-25										
1	ФЛ-81-1	Зірочка 1	2244	1	45x30x22	2	3	6732	7405	14,8
2	ФЛ-81-2	Зірочка 2	1122	1	56x30x25	3,5	3	3366	3703	13,0
3	ФЛ-81-3	Зірочка 3	1122	1	60x40x20	6,3	3	3366	3703	23,3
4	ФЛ-81-4	Зірочка 4	1870	1	55x30x25	4,8	3	5610	6171	29,6
5	ФЛ-81-6	Втулка 1	4488	1	ф65x20	3,1	1	4488	4937	15,3
6	ФЛ-81-7	Втулка 2	1496	1	ф72x42	5	1	1496	1646	8,2
7	ФЛ-81-8	Втулка 3	748	1	ф38x50	3,8	1	748	823	3,1
8	ФЛ-81-9	Втулка 4	1122	1	ф53x44	4,6	1	1122	1234	5,7
9	ФЛ-81-12	Стояк 1	374	-						0,0
10	ФЛ-81-14	Рама 1	374	1	40x22x15	2,2	4	1496	1646	3,6
11	ФЛ-81-16	Рама 3	748	1	45x20x20	2,4	4	2992	3291	7,9
12	ФЛ-81-17	Фланець 1	374	-						0,0
13	ФЛ-81-22	Державка 1	4488	-						0,0
14	ФЛ-81-23	Державка 2	1870	-						0,0
15	ФЛ-81-24	Державка 3	4488	-						0,0
16	ФЛ-81-25	Державка 4	2992	-						0
								Всього:	34558	124,6

ФЛ81.8102.110.000 ПЗ

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

20

Арк.

ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ

Apr.	21
------	----

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики стрижневих машин[2]

Індекс позиції	Параметр	2Б83	310
1	Найбільший об'єм стрижня, дм ³	4	25
2	Габаритні розміри стрижневого ящика, мм:		
	довжина	400	700
	ширина	320	450
	висота	400	200
3	Продуктивність циклова, зніманий/год	300	100
4	Розміри робочого стола, мм:		
	довжина	600	980
	ширина	450	400
5	Габаритні розміри машини, мм:		
	довжина	1130	2000
	ширина	765	1620
	висота	2045	2722
6	Маса	1300	6000

Визначаємо кількість стрижневих машин моделі 2Б83.

$$M_c = \frac{39494 \cdot 0,8}{(450 - 300) \cdot 300} = 0,7$$

Визначаємо кількість стрижневих машин моделі 310.

$$M_c = \frac{24684 \cdot 0,8}{(900 - 550) \cdot 100} = 0,56$$

Прийняту кількість стрижневих машин заносимо до таблиці 3.3

					ФЛ81.8102.1110.0006 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Таблиця 3.3 – Розрахунок кількості стрижневого обладнання

Групи стрижнів по масі, кг	Кількість стрижнів на рік, шт./рік	Тип машини	Максимальна маса стрижня, кг	Кількість стержнів у ящику, шт.	Кількість ящиків, шт.		Продуктивність обладнання, з/г	Кількість, шт.		Кз
					За рік	За год.		Розрахункова	прийнята	
до 6,5 кг	39494	2Б83	6,5	1	39494	210	300	0,70	1	0,70
понад 6,5 кг	24684	310	34,6	1	24684	56	100	0,56	1	0,56

У стрижневому відділенні передбаченні допоміжні дільниці та склади.

У проєктованому відділенні передбачена дільниця комплектування стрижнів. Вона призначена для виконання наступних технологічних операцій:

- зачищення частин стрижнів у кондукторах;
- складання стрижнів;
- склеювання або скріплення частин стрижнів.

Також на території відділення передбачаємо місце для зберігання матеріалів на добу та площу з етажерками для складування готових стрижнів перед відправленням на формувальну дільницю.

В окремому приміщенні в межах відділення обладнуємо кімнату зберігання стрижневих ящиків.

4. РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА

4.1 Загальна характеристика виливка

Оскільки деталь «Кришка» використовується в парі з корпусом та перевіряється в зборі на герметичність, лита заготовка повинна мати певні механічні і експлуатаційні властивості, які забезпечуватимуть здатність витримувати прикладені навантаження.

Геометрично деталь являє собою плоске тіло з габаритними розмірами 1145×720×70 мм та переважною товщиною стінки 30 мм.

Для виготовлення виливка «Кришка» в якості матеріалу використано сірий чавун марки СЧ20 ГОСТ 1412-85, хімічний склад якого та механічні властивості наведено в табл. 4.1, 4.2 відповідно.

Таблиця 4.1 – Масова частка компонентів сірого чавуну марки СЧ20
ГОСТ 1412-85

Позначення за ГОСТ	Масова частка елементів, %				
	вуглець	марганець	кремній	фосфор	сірка
				Не більше	
СЧ20	3,3...3,5	1,4...2,4	0,7...1,0	0,2	0,15

Таблиця 4.2 – Механічні властивості сірого чавуну марки СЧ20
ГОСТ 1412-85

Марка чавуну	Тимчасовий опір розриванню, МПа	Твердість (орієнтовні дані), НВ			
		товщина стінки 4 мм	товщина стінки 8 мм	товщина стінки 15 мм	товщина стінки 30 мм
		не більше			
СЧ20	200	255	240	230	216

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА		
Розроб.	Карлінський						
Перевір.	Кочешков А.С.						
Н. Контр.	Лютій Р.В.						
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Акрушіє
						24	81
					КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ, ЛВЧКМ, ФЛ-81		

Даний сплав, сірий чавун СЧ20 ГОСТ 1412-85, має такі ливарні властивості: температура плавлення 1150 °С; ливарна усадка 1,2 %.

Маса деталі 155 кг, виливка 180 кг.

4.2 Вибір технологічного процесу виготовлення виливка

При виборі технологічного процесу керуємося такими ознаками деталі: матеріал, клас точності, переважна товщина стінки, габаритні розміри, конфігурація, допустимі дефекти. Вибрана технологія повинна бути прибутковою згідно економічних показників[3].

Обираємо виготовлення виливка в сирих піщано-глинястих формах.

4.3 Обґрунтування положення виливка при заливанні та площини розніму моделі та форми

При виборі положення виливка під час заливання та площини розніму моделі (форми) керуємося наступними правилами, положеннями по ГОСТ 3.1125-88:

– найбільш відповідальні робочі частини, плоскі поверхні великої протяжності, місця, які підлягають механічному обробленню, потрібно, по можливості, розміщувати в нижній півформі; в крайньому випадку – вертикально або похило. При вимушеному розміщенні оброблюваних поверхонь у верхній півформі необхідно забезпечити такі умови, при яких піщані і газові раковини могли б утворюватися тільки в тих частинах виливка, які видаляються при обробленні;

– для попередження утворення недоливів тонкі стінки виливків необхідно розміщувати в нижній півформі, бажано вертикально або похило, при цьому шлях проходження металу від ливникової системи до тонких стінок повинен бути найкоротшим. Масивні теплові вузли виливка, кристалізація яких закінчується в останню чергу, розміщувати зверху; при такому розміщенні цих вузлів легше реалізувати їх направлену, послідовну кристалізацію та підживлення їх надливами;

– для виливків, котрі мають внутрішні порожнини, які утворюються за

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

допомогою стрижнів, вибране положення повинно забезпечити можливість контролю розмірів порожнини форми при збиранні, а також надійність кріплення стрижнів;

– виливки з сплавів зі значною усадкою розміщувати в положенні, зручному для живлення їх металом верхніми зливними або бічними відвідними надливами;

– положення вилівка у формі повинно забезпечити зручність підведення металу у форму та повне її заповнення;

– число рознімів повинно бути мінімальним та по можливості горизонтальними;

– площа розніму моделі повинна забезпечувати легке видалення моделі, без використання відокремлюваних частин[1].

Оскільки основна частина вилівка має просту геометричну форму, розмістимо його горизонтально. Дане положення забезпечує безперешкодне вилучення моделі з форми та відтворює конфігурацію деталі з використанням мінімальної кількості стрижнів.

4.4 Припуски на механічне оброблення поверхонь вилівка

Припуски на механічне оброблення призначаємо з метою забезпечення необхідної шорсткості робочих поверхонь та доведення вилівка до номінальних розмірів деталі відповідно до ГОСТ 26645-85. Значення припусків наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Припуски на механічне оброблення поверхонь вилівка по ГОСТ 26645-85

Тип сплаву	Чавун СЧ20
Технологічний процес	Форми по сирому із ПГС
Найбільший габаритний розмір	1145
Норми точності вилівка за ГОСТ 26645-85	
Клас розмірної точності вилівка	10
Ступінь жолоблення вилівка	7
Ступінь точності поверхонь	8
Клас точності маси вилівка	12
Ряд припусків	6

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Номинальні розміри, мм			
45	70	110,5	215
Допуски розмірів вилівка, мм			
2,4	2,8	3,2	3,6
Допуски форми та розміщення елементів вилівка, мм			
0,5	0,5	0,5	1,0
Загальний допуск елементу вилівка, мм			
3,2	3,2	4,0	4,4
Вид кінцевого механічного оброблення - чистове			
Загальний припуск на сторону, мм			
5,1	4,6	4,0	6,1

4.5 Обґрунтування потреби у стрижнях та визначення розмірів стрижневих ящиків

Для формування наскрізного отвору в литій заготовці «Кришка» використовується один вертикальний стрижень.

Встановлення й фіксація піщаного стрижня у ливарній формі здійснюється за допомогою спеціальних виступів, які називаються стрижневими знаками. Конфігурація і розміри стрижневих знаків визначаються розмірами вилівка і конфігурацією отворів, які оформлюються стрижнями. Вибір стрижневих знаків здійснюється залежно від розмірів стрижня та вилівка відповідно до вимог ГОСТ 3212-92.

Розміри знакових частин стрижня вибираємо залежно від довжини стрижня і розміщення його у формі відносно площини розніму.

Формувальні ухили вказані на технологічному кресленнику «Кришка» та в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 - Формувальні ухили та технологічні зазори

Позначення стрижня	Висота, мм	Габарит стрижня $(A+B)/2$, мм	Висота знака, мм	Зазор (h_1) $S_1=S_2$, мм	Кут α
1	2	3	4	5	6
Ст. №1	80	Ø203	40	0,4	7

Стрижні та їх знаки зображуємо за масштабом креслення суцільною тонкою лінією.

Також позначаємо стрілками напрям ущільнення стрижнів, місця виведення газів із стрижня літерами ВГ (виведення газів) згідно з ГОСТ 3.1125-88.

4.6 Обґрунтування потреби у використанні випорів та їх розрахунок

Для забезпечення безперешкодного виходу газів з порожнини форми встановлюємо на найвіддаленішій ділянці деталі сигнальний випор. Таке положення дозволяє проконтролювати заповнення форми рідким металом.

Розміри випору визначаємо згідно рекомендацій[4].

Діаметр в основі випору – 25 мм

Діаметр у верхній частині – 45 мм

Висота – не менше 100 мм. В нашому випадку висота випору відповідна до висоти опоки.

4.7 Визначення розмірів опок та вибір їх конструкції

Опока - пристрій, який слугує для утримання формувальної суміші, надання їй міцності та жорсткості, виконанню підйомно-транспортних операцій. Точність геометрії і розміри виливків, які вимагаються, особливо у масовому та серійному виробництві, здатність крупних форм витримувати без руйнувань та деформацій бути забезпечені без якісних, взаємозамінних, міцних за конструкцією опок.

Необхідні розміри опок визначаємо розрахунком, виходячи з розміщення виливків у формі, розміщення ливникової системи та існуючих нормативних відстаней між виливками, й виливками до стінки опоки, необхідного шару суміші над і під виливком.

Основна задача при виборі розмірів опок - мінімізувати витрати формувальної суміші.[5]

В даній технології у формі розміщено один виливок, підведення металу здійснено по розніму (показано на технологічному кресленнику).

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відстані від виливка до стінок опоки приймаємо у відповідності з табл. 4.5

Таблиця 4.5 – Відстані від моделі до стінок опоки[5]

Позначення	а	б	в	L _{MIN}	В _к
Рекомендовано, мм	20...50	30...60	50...75	50...80	20...30
Приймаємо, мм	50	45	75	80	30

Розрахунок ширини опоки:

$$B = 2 \cdot a + B \quad (4.1)$$

де В – ширина опоки, мм;

а – відстань від стінки опоки до виливка, мм;

Б – довжина виливка, мм;

Підставляємо відомі значення у формулу 4.1:

$$B = 2 \cdot 50 + 720 = 820, \text{ мм}$$

Розрахунок довжини опоки:

$$L = 2 \cdot a + L_{\text{MIN}} + A + B_{\text{к}} \quad (4.2)$$

де L – довжина опоки, мм;

а – відстань від стінки опоки до виливка, мм;

L_{MIN} – довжина живильника, мм;

A – довжина виливка, мм;

В_к – ширина шлаковловлювача, мм.

$$L = 2 \cdot 50 + 80 + 1145 + 30 = 1352, \text{ мм.}$$

Оскільки висота деталі 70 мм, що розділена роз'ємом форми, то висоту нижньої та верхньої опок обираємо мінімальну (погоджену ГОСТ-ом) при дотриманні розрахованих значень ширини і довжини.

Вибираємо опоки розмірами: ГОСТ 15008-69 1400x1000x200/200.

Використовуємо литі чавунні опоки прямокутної форми.

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Центрування опок проводимо за допомогою центрувальних та напрямівних штирів, які розміщені так, як показано на кресленнику «Форма в складеному вигляді».

Скріплення приливів опок проводимо за допомогою скоб відповідного типорозміру з розрахунку їх міцності на розрив. Транспортування опок, а також готових півформ виконуємо за допомогою кранових цапф.

4.8 Розрахунок ливникової системи та розмірів її елементів

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

Розрахунок загальної площі вузького перерізу (живильника) ливникової системи за формулою Озана-Дітерта, що являє собою спрощене вираження рівняння Бернуллі[2]:

$$\Sigma F_{\text{ж}} = \frac{G_{\text{в}}}{\mu \cdot \tau_3 \cdot 0,31 \cdot \sqrt{H_{\text{р}}}}, \quad (4.3)$$

де $\Sigma F_{\text{ж}}$ – сумарна площа живильників, м²;

$G_{\text{в}}$ – маса металу виливка, кг;

μ – коефіцієнт опору руху металу в каналах ливникової системи, що заливається в сиру форму з середнім опором руху становить:

$$\mu = 0,45;$$

τ_3 – час заповнення форми металом:

$$\tau_3 = S \cdot \sqrt[3]{\delta \cdot G}, \quad (4.4)$$

де S – коефіцієнт часу (приймаємо рівним $S=1,3$)

δ – переважна товщина стінки виливка, мм;

G – маса металу, необхідна для отримання виливка з ливниковою системою:

$$G = G_{\text{в}} + 0,1 \cdot G_{\text{в}} + G_{\text{вип.}}, \quad (4.5)$$

де $G_{\text{в}}$ – маса металу виливка, кг;

$G_{\text{н}}$ – маса випору, кг;

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G=180+0,1 \cdot 180 + 1,5 = 199,5 \text{ кг};$$

$$\tau_3=1,3 \cdot \sqrt[3]{10 \cdot 199,5} = 17 \text{ с};$$

H_p – розрахунковий металостатичний напір розраховуємо за формулою:

$$H_p=H_0-\frac{p^2}{2 \cdot C}, \quad (4.6)$$

де H_0 – напір металу у ливниковій системі (висота стояка з ливниковою воронкою або чашею);

p – відстань по вертикалі від місця підведення до металу до верхньої точки виливка;

C – висота виливка у положенні при заливанні.

$$H_p=20-\frac{1,95^2}{2 \cdot 7,97}=19,76 \text{ см.}$$

Підставляємо отримані дані у формулу для розрахунку сумарної площі живильників:

$$\Sigma F_{\text{ж}}=\frac{199,5}{0,45 \cdot 16 \cdot 0,31 \cdot \sqrt{19,76}}=20,1 \text{ см}^2$$

Розрахунок співвідношення між площами перетинів елементів ливникової системи:

$$\Sigma F_{\text{ст}} : \Sigma F_{\text{к}} : \Sigma F_{\text{ж}}=1,3:1,1:1,0 \quad (4.7)$$

де $\Sigma F_{\text{ст}}$ – сумарна площа перетину стояків , см^2 ;

$\Sigma F_{\text{ш}}$ – сумарна площа перетину шлаковловлювачів см^2 .

$\Sigma F_{\text{ж}}$ – сумарна площа перетину живильників см^2 .

$$26,1 : 22,1 : 20,1 \text{ см}^2.$$

Оскільки, на один виливок передбачено три живильники, , то

$$F_{\text{ж}} = \frac{\Sigma F_{\text{ж}}}{3}, \quad (4.8)$$

де $F_{\text{ж}}$ – площа перетину одного живильника, см^2 ;

$\Sigma F_{\text{ж}}$ – сумарна площа перетину живильників на форму, см^2 ;

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Звідси,

$$F_{\text{ж}} = 6,7 \text{ см}^2,$$

$$F_{\text{ш}} = 22,1 \text{ см}^2,$$

$$F_{\text{ст}} = 26,1 \text{ см}^2.$$

Лінійні розміри та поперечні перерізи живильника, шлаковловлювача і стояка зображені на технологічному кресленні.

4.9 Розрахунок лінійних розмірів елементів ливникової системи

У розрізі живильники мають форму трапеції, як показано на рисунку 4.1.

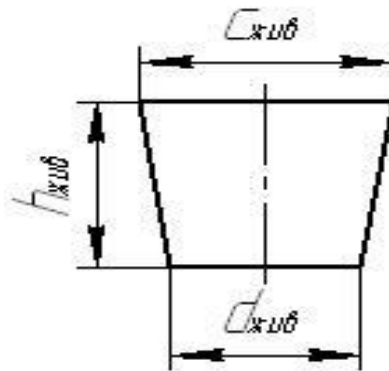


Рисунок 4.1 - Схематичне зображення поперечного перерізу живильника

Висоту живильника - $h_{\text{ж}}$, приймаємо рівною:

$$h_{\text{ж}} = 2,1 \text{ см};$$

$$C_{\text{жив}} + d_{\text{жив}} = 2 \cdot F_{\text{жив}} / h_{\text{жив}}$$

$$C_{\text{жив}} + d_{\text{жив}} = 2 \cdot 6,7 / 2,1 = 6,4 \text{ см}$$

$$C_{\text{жив}} = 1,3 \cdot d_{\text{жив}}$$

$$d_{\text{жив}} = 6,4 / 2,3 = 2,8 \text{ см}$$

$$C_{\text{жив}} = 6,4 - 2,8 = 3,6 \text{ см}$$

Зображення поперечного перерізу шлаковловлювача представлено на рисунку 4.2.

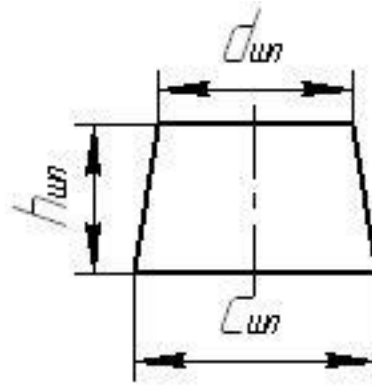


Рисунок 4.2 - Схематичне зображення перерізу шлаковловлювача

Висоту шлаковловлювача приймаємо

$$h_{\text{шп}} = 5,0 \text{ см};$$

$$C_{\text{шп}} + d_{\text{шп}} = 2 \cdot F_{\text{ш}} / h_{\text{шп}}$$

$$C_{\text{шп}} + d_{\text{шп}} = 2 \cdot 22,1 / 5,0 = 8,8 \text{ см}$$

$$C_{\text{шп}} = 1,2 \cdot d_{\text{шп}}$$

$$d_{\text{шп}} = 8,8 / 2,2 = 4,0 \text{ см}$$

$$C_{\text{шп}} = 9,4 - 4,0 = 5,4 \text{ см}$$

Розрахунок діаметру стояка:

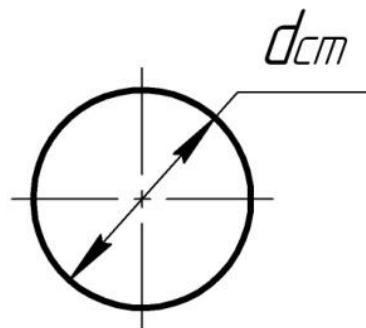


Рисунок 4.3 - Схематичне зображення поперечного перерізу стояка

$$d_{\text{СТ}} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{СТ}}}{\pi}},$$

$$d_{\text{СТ}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 26,1}{\pi}} = 5,8 \text{ см.}$$

Кут конусності приймаємо рівним 4° .

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.10 Вибір конструкції, матеріалів та проектування модельного комплекту

Враховуючи запланований об'єм виробництва (в подальшому багато-серійне за кооперацією) та те, що виливок відноситься до відповідального литва, до якого ставляться високі вимоги щодо геометричної та розмірної точності, виготовлення елементів модельного комплекту здійснюємо з алюмінієвого сплаву марки АК12 ГОСТ 1583-93, за 6 класом точності ГОСТ 3212-92.

Дане рішення забезпечує отримання моделі високої точності з гладкою поверхнею, високої зносостійкості та корозійної стійкості.

Для виготовлення нашого виливка модельний комплект має склад:

- модельна плита низу (1 шт.);
- модельна плита верху (1 шт.)
- модель низу (1 шт.)
- модель верху (1 шт.)
- моделі ливниково-живильної системи: живильника (3 шт.), шлаковловлювача (1 шт.), стояка (1 шт.) та випору (1 шт.);
- стрижневий ящик (1 шт.)
- опоки, штирі і скоби для скріплення опок.

4.11 Розрахунок лінійних розмірів моделі

$$L = ((L_{\text{вил}} + \delta) \cdot (100 + U) / 100) + l_{\text{зн}} + l_{\text{заяз}} \quad (4.9)$$

де L – лінійний розмір моделі виливка, мм;

$L_{\text{вил}}$ – лінійний розмір виливка, мм;

δ – величина припуску на механічне оброблення, мм;

U – усадка сплаву виливка, %;

$l_{\text{зн}}$ – величина знакової частини, мм;

$l_{\text{заяз}}$ – розмір технологічного зазору, мм.

Верхня частина моделі

$$((1145 + 0) \cdot (100 + 1) / 100) + 0 + 0 = 1156,5 \text{ мм}$$

$$((19,5 + 5,1) \cdot (100 + 1) / 100) + 0 + 0 = 24,8 \text{ мм}$$

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$((720+0) \cdot (100+1/100) + 0+0) = 727,2 \text{ мм}$$

Нижня частина моделі

$$((1145+0) \cdot (100+1)/100) + 0+0 = 1156,5 \text{ мм}$$

$$((50,5+4,6) \cdot (100+1/100) + 45+0) = 100,6 \text{ мм}$$

$$((720+0) \cdot (100+1/100) + 0+0) = 727,2 \text{ мм}$$

4.12. Добір рецептур формувальної і стрижневої сумішей та протипригарної фарби

Формування виливка відбувається при затвердінні металу в ливарній формі. При цьому розплав взаємодіє з поверхнею форми й у ній відбуваються складні механічні і фізико-хімічні процеси, що впливають на якість виливків. Так, форма повинна опиратися тиску розплаву, не змінюючи своїх розмірів, витримувати високі температури, не розплавляючи, і не вступати в хімічну взаємодію з металом і газами. Вибір складу сумішей визначається її призначенням, способом формоутворення і видом сплаву[6].

У зв'язку з високими вимогами до якості поверхні виливка використовуємо облицювальну та наповнювальну піщано-глинясті суміші. Склад та властивості вибраних сумішей заносимо в таблицях 4.6.

Таблиця 4.6 – Склад та властивості формувальних сумішей[6]

Найменування суміші	Склад суміші, %				Властивості		
	Оборотна суміш	Кварцовий пісок $2K_1O_3O_2$	Бентоніт ПІТ1А	Добавки (пил кам'яного вугілля)	Міцність при стиску, МПа	Вологість, %	Вміст активного бентоніту, %
1	2	3	4	5	6	7	8
Наповнювальна	90...95	3...8	1,0...2,5	0...0.5	0,05...0,07	3,5...4,5	4...6
Облицювальна	-	95...98	3,0...5,0	0...0,5	0,08...0,12	2,5...3,5	4...6

Склад стрижневої суміші наведено в табл. 4.7.

Таблиця 4.7 – Склад та властивості стрижневої суміші

Інд. поз.	Найменування параметра	Значення
1	Формувальний пісок марки $3K_3O_2016$, % мас.	100
2	Novanol (Німеччина), % мас.	2,5...3,0
3	Газопроникність, ум. од.	100...200
4	Час продування CO_2 стрижня в ящику, хв.	1,5...3,0
5	Міцність після витримки (24 год.), 10^5 Па	20...30

Кварцовий пісок, що використовується у формувальній суміші, як наповнювач, що вибираємо за ГОСТ 2138-91. Характеристика піску наведена в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Характеристика формувального піску

Марка піску	Масова частка компонентів, %			
	Глиниста складова	SiO_2	Коефіцієнт однорідності	Середній розмір зерна, мм
1	2	3	4	5
$2K_1O_302$	0,2...0,5	99	60...70	0,19...0,23

Для формувальної суміші зв'язувальним компонентом є бентонітова глина П1Т1А ГОСТ 28177-89.

4.13 Технологія приготування сумішей

Процес приготування сумішей складається з власне перемішування компонентів до рівномірного розподілу їх в усьому об'ємі та покриття поверхні наповнювача зв'язувальним компонентом.

					ФЛ81.8100.1110.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для приготування формувальних сумішей використовують коткові змішувачі періодичної дії. У змішувач подаються сухі компоненти (кварцовий пісок, оборотна суміш, бентонітова глина), а потім подається вода, яка змочуючи глину, утворює зв'язувальну композицію. Тривалість циклу перемішування 5..12 хв.

Приготування стрижневої суміші, як і формувальної, виконують у коткових змішувачах. У чашу бігунів подають визначені кількості кварцового піску і зв'язувального компоненту. Тривалість циклу перемішування – 6 хв. Після приготування суміш зберігають в герметичних бункерах, оскільки зв'язувальний компонент вступає в реакцію з повітрям навколишнього середовища.

4.14 Методи попередження утворення пригару з боку стрижнів

Для попередження утворення пригару з боку стрижня використовуємо фарбу наступного складу табл. 4.9.

Таблиця 4.9 – Склад протипригарної фарби

Інд. поз.	Найменування параметра	Значення
1	Призначення фарби	Чавунне литво
2	Маршаліт, % мас.	43...45
3	Глина вогнетривка, % мас.	4,0...4,5
4	Рідке скло, % мас.	5,0...6,5
5	Сульфат алюмінію	0,07...0,08

Приготування протипригарної фарби відбувається наступним чином. У лопатеву мішалку наливаємо рідке скло щільністю = 1,40-1,45 г/см³ з модулем М=2.9-3.0. Потім додається вода в розчин силікату натрію і доводиться до густини = 1.03-1.04 г/см³ (4.0-4.5%-ний розчин). У приготовлений розчин силікату натрію при постійному перемішуванні додаємо 8%-ний водний розчин сульфату алюмінію зі швидкістю 2-3 об/хв. Такий технологічний прийом дозволяє більш рівномірно розподілити модифікатор в об'ємі зв'язуючого з плавним зниженням величини його водневого показника (рН). Потім у робочу ємність мішалки подаються сухі компоненти. Перемішування здійснюється протягом 10-12 хв при швидкості обертання лопатей 18-20 об/хв.

					ФЛ81.8100.1110.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.15 Порядок виконання операцій при формуванні

Форма виготовляється на струшувальній формувальній машині з допресуванням моделі 22506А.

Послідовність операцій формування:

- на плиту формувальної машини встановлюємо та закріплюємо модельну плиту з моделями;
- встановлюємо опоку, centruємо та фіксуємо відносно модельної плити;
- проводим покриття поверхні моделі та площини рознімання розділовим покриттям;
- відкриваємо жалюзі бункера та заповнюємо опоку спочатку облицювальною сумішшю шаром до 5 см, а далі наповнювальною до контрладу опоки;
- вмикаємо режим струшування, відбувається ущільнення суміші;
- виконуємо доущільнення форми ручною пневмотрамбовкою;
- додаємо наповнювальної суміші до рівня нарощувальної рамки;
- вмикаємо пристрій допресування форми;
- вмикаємо механізм витяжки моделі;
- готова півформа кантується та зіштовхується на конвеєр.

Паралельно на іншій формувальній машині виконується нижня півформа.

4.16 Вибір способу попередження прилипання суміші до моделі

Для зменшення прилипання суміші до моделі її покривають розділовим покриттям, яке складається із суміші мазуту, гасу і сріблястого графіту в співвідношеннях 1:1:0,5 за масою[7].

4.17 Вибір способу захисту виливка від пригару

Пригар – шлакоподібний силікатний шар із оксидів металу, силікатних фаз та формувальних матеріалів, який міцно зчеплений з поверхнею виливка. Зменшити або ж уникнути утворення пригару можна шляхом створення відновлювальної

					ФЛ81.8100.1110.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

атмосфери в порожнині ливарної форми і на межі «метал-форма» при заповненні її розплавом до моменту утворення на поверхні виливка твердої кірочки затверділого сплаву[8].

Для попередження утворення пригару зі сторони форми додаємо до формувальної суміші пил кам'яного вугілля (до 0,5%).

Попередження утворення пригару з боку стрижня виконується нанесенням покриття протипригарною фарбою, склад якої наведений в таблиці 4.9.

4.18 Складання форм

Складання форм виконується на комплексній автоматичній лінії.

Основні технологічні операції і послідовність їхнього виконання:

- підготовка форми до складання. Продування півформу від залишків суміші та сміття;
- проводять накриття нижньої півформи верхньою;
- скріплення півформ.

4.19 Технологія виготовлення стрижнів

Виготовлення стрижнів виконується на піскострільній напівавтоматичній машині моделі 2Б83. Робочі поверхні стрижневого ящика змащують силіконовим розділовим покриттям, що попереджує прилипання стрижневої суміші. Після чого оснастка встановлюється на машину для виготовлення стрижнів і фіксується пневматичним затискачем. Вмикаємо режим подачі суміші в стрижневий ящик. Після заповнення підключаємо систему продування CO₂ на 2 хв. На пульті управління встановлюємо режим розкривання стрижневого ящика. Готовий стрижень вилучаємо з ящика вручну і розміщуємо на етажерці.

4.20 Розрахунок температури розплаву перед випусканням його з печі

Рекомендована температура заливання чавуну становить 1340...1360 °С.

При випусканні чавуну з печі втрачається 50...100 °С.

					ФЛ81.8100.1110.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При транспортуванні металу в ковшах, температура зменшується на 10...20 °С за хвилину.

Враховуючи всі вище наведені фактори , температура чавуну перед випусканням з печі складатиме:

$$t_{\text{вип}} = t_{\text{зал}} + 100 \quad (4.10)$$

де $t_{\text{вип}}$ – температура чавуну перед випусканням з печі,;

$t_{\text{зал}}$ – температура заливання.

Підставивши значення у формулу, отримаємо:

$$t_{\text{вип}} = 1340 + 100 = 1440 \text{ }^{\circ}$$

4.21 Технологія заливання форми

Для заливання нашої форми застосовуємо чайниковий ківш ємністю 0,3 т. Температура заливання чавуну СЧ20 становить 1340...1350 °С.

Після заливання виливок охолоджується і твердіє. Чавунні виливки вибиваються при температурі нижче 450...500 °С.

4.22 Вибивання виливків з ливарної форми та стрижнів з виливка

Вибивання виливків із ливарних форм проводимо на інерційній вибивній решітці (таблиця 4.10).

Таблиця 4.10 – Технічні характеристики інерційної вибивної решітки[1]

Модель	31212
Вантажопідйомність, т	1,6
Розміри стола, мм	1600 × 1250
Потужність двигуна, кВт	4,4
Маса, кг	2400

4.23 Фінішні операції

Виливки після видалення з ливарних форм тривалий час охолоджують, а потім їх передають у відділення фінішних операцій, де підвищують їх фізико- механічні

					ФЛ81.8100.1110.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

властивості та надають їм належного товарного вигляду.

Елементи ливникової системи від виливків відокремлюють ударами молотка під час вибивання форм.

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

Обрубвання виливків виконують пневматичними молотками із зубилами та шліфмашинами.

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

- декоративне замазування дрібних поверхневих раковин замазками і мастиками;
- просочування спеціальними розчинниками для усування поруватості виливків, які під час експлуатації піддаються гідравлічній дії;
- газове або електродугове заварювання.

Термічне оброблення виливків із сірого чавуну, для марки СЧ20 обираємо низькотемпературний відпал 500...600 °С для зняття внутрішніх напружень на протязом 2...4 год., нагріванням зі швидкістю 70...100°С/год., охолодженням зі швидкістю 20...50°С/год. до 250°С із подальшим охолодженням на повітрі.

4.24 Техніко-економічні показники

Розрахунок витрат формувальних матеріалів на тону придатного литва.

Розраховуємо об'єм формувальної суміші в опоці

$$V_{\text{ф.сум}} = V_{\text{ф}} - n_{\text{в}} \cdot V_{\text{в}} - V_{\text{л.с}} - n_{\text{ст}} \cdot V_{\text{ст}}, \quad (4.11)$$

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де V_{ϕ} – об’єм форми, м³;

$V_{\text{в}}$ – об’єм виливка, м³;

$V_{\text{л.с.}}$ – об’єм ливникової системи, м³;

$V_{\text{ст}}$ – об’єм стрижня, м³;

$n_{\text{в}}$ – кількість виливків;

$n_{\text{ст}}$ – кількість стрижнів.

Об’єми форми, виливка та ливникової системи визначаємо за формулами 4.12., 4.13 та 4.14 відповідно

$$V_{\phi} = l_{\text{оп}} \cdot b_{\text{оп}} \cdot 2h_{\text{оп}}, \quad (4.12)$$

$$V_{\text{в}} = m_{\text{в}} / \rho, \quad (4.13)$$

$$V_{\text{л.с.}} = m_{\text{л.с.}} / \rho, \quad (4.14)$$

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

$m_{\text{в}}$ – маса виливка, кг;

ρ – густина металу виливка, кг/м³

$m_{\text{л.с.}}$ – маса ливникової системи, кг;

$$V_{\phi} = 1,4 \cdot 1,0 \cdot 2 \cdot 0,2 = 0,56 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{в}} = 180 / 7200 = 0,025 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{л.с.}} = 22 / 7200 = 0,003 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{ст}} = 0,004 \text{ м}^3;$$

Підставляємо отримані значення в формулу 4.11

$$V_{\phi.\text{сум}} = 0,56 - 0,025 - 0,003 - 0,004 = 0,53 \text{ м}^3$$

Маса формувальної суміші, потрібної для виготовлення 1т придатних виливків:

$$M_{\phi.\text{сум}}(\text{на } 1\text{т}) = V_{\phi.\text{сум}} \cdot 1000 \cdot \rho_{\phi.\text{сум}} / (n_{\text{в}} \cdot m_{\text{в}} + m_{\text{л.с.}}), \quad (4.15)$$

де $V_{\phi.\text{сум}}$ – об’єм формувальної суміші в опоці, м³;

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\rho_{\text{ф.сум}}$ – густина формувальної суміші, кг/м³;

$n_{\text{в}}$ – кількість виливків;

$m_{\text{в}}$ – маса виливка, кг;

$m_{\text{л.с.}}$ – маса ливникової системи, кг.

$$M_{\text{ф.сум}}(\text{на } 1\text{т}) = 0,53 \cdot 1000 \cdot 1600 / (180 + 22) = 4198 \text{ кг.}$$

Маса стрижневої суміші, потрібної для виготовлення 1 т придатних виливків:

$$M_{\text{стсум}}(\text{на } 1\text{т}) = \rho_{\text{ст.с}} \cdot 1000 \cdot n_{\text{ст}} \cdot V_{\text{ст}} / (n_{\text{в}} \cdot m_{\text{в}} + m_{\text{л.с.}}), \quad (4.16)$$

$$M_{\text{стсум}}(\text{на } 1\text{т}) = 1600 \cdot 1000 \cdot 0,004 / (180 + 22) = 32 \text{ кг.}$$

Технологічний вихід придатного литва:

$$\text{ВП}_{\text{техн}} = n_{\text{в}} \cdot G_{\text{в}} \cdot 100\% / (n_{\text{в}} \cdot G_{\text{в}} + G_{\text{л.с.}}) \quad (4.17)$$

де $G_{\text{л.с.}}$ – маса ливникової системи, кг;

$$G_{\text{л.с.}} = G_{\text{жив}} + G_{\text{шл.}} + G_{\text{ст.}} = 22 \text{ кг.}$$

$G_{\text{в}}$ – маса виливка, кг;

$$G_{\text{в}} = 180 \text{ кг.}$$

$n_{\text{в}}$ – кількість виливків.

$$\text{ВП}_{\text{техн}} = 180 \cdot 100\% / (180 + 22) = 89 \text{ \%}.$$

Металургійний вихід придатного литва:

$$\text{ВП}_{\text{мет}} = ((100 - Y)(100 - B)(100 - Б)) \text{ ВП}_{\text{техн}} / 10^6 \quad (4.18)$$

де $Y = 5\%$ – угар чавуну;

$B = 1,5\%$ – беззворотні втрати;

$Б = 7\%$ – брак для чавунних виливків.

$$\text{ВП}_{\text{мет}} = ((100 - 5)(100 - 1,5)(100 - 7) 89) / 10^6 = 77,4 \text{ \%}.$$

Знаючи металургійний вихід придатного литва, ми можемо розрахувати масу металозавалки на 1 тону придатного литва:

$$M_{\text{мз}} = 1000 \cdot 100\% / \text{ВП}_{\text{мет}}, \quad (4.19)$$

$$M_{\text{мз}} = 1000 \cdot 100\% / 77,4 = 1292 \text{ кг}$$

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ПРОЄКТУВАННЯ ЛИВАРНОГО УСТАТКОВАННЯ

5.1 Призначення устаткування та межі його використання

Піскострільний стрижневий напівавтомат моделі 2Б83 призначений для виготовлення середніх по масі стрижнів з піщаних сумішей з границею міцності у вологому стані до 30 кПа.

Основні вузли машини: станина з необхідними пристроями, механізм дуття, живильник, насадки, стіл і пневматичний затиск. Колона станини одночасно слугує ресивером[2].

Робочий процес в піскострільному резервуарі полягає в проходженні завантаженої в гільзу суміші через видувний отвір і наступному формуванні стрижня в стрижневому ящику. Проходження суміші з резервуару відбувається в результаті перепаду тисків, що виникають при фільтрації стисненого повітря через суміш в гільзі.

Процес ущільнення стрижнів піскострільним способом включає два етапи: заповнення стрижневого ящика с попереднім ущільненням суміші під дією кінетичної енергії і перепаду тисків і ущільнення суміші шляхом витискання пресуючого кому з насадки в стрижневий ящик, яке відбувається внаслідок різниці тисків в робочому резервуарі і ящику[9].

5.2 Принцип роботи устаткування

Напівавтоматичний цикл роботи машини складається з таких операцій:

- затискування стрижневого ящика пневматичним затискачем;
- надування суміші в порожнину ящика;
- розкривання стрижневого ящика.

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПРОЄКТУВАННЯ ЛИВАРНОГО УСТАТКОВАННЯ	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Карлінський						
Перевір.		Кочешков А.С.					44	81
Н. Контр.		Лютій Р.В.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ, ЛВЧКМ, ФЛ-81		
Затверд.								

Стіл для регулювання розміру по висоті стрижневого ящика піднімають вручну за допомогою пари гвинт-гайка. Притискування стола зі стрижневим ящиком до механізму дуття виконує мембрана, яка після ввімкнення пневматики забезпечує додаткове піднімання стола на 15 мм.

У механізмі дуття сконцентровані робочий резервуар з пневматичним рушієм, клапан вдування і вихлопу, пульт керування, реле часу і манометр. Стрижнева суміш у піскострільну гільзу подається живильником, обладнаним пневматичним вібратором. Знизу на фланець робочого резервуара закріплюється насадка трьома болтами.

Машина забезпечена комплектом сопел, конусів і втулок, що дає змогу скомпонувати різні типи насадок відповідно до технологічних вимог. Кронштейни пневматичного затиску кріпляться до Т-подібних пазів стола за допомогою сухарів, які затягуються ексцентриком від повертання рукоятки, що дає можливість легко і швидко переналаштовувати машину на новий розмір стрижневого ящика.

5.2 Розрахунок основних параметрів піскострільної машини 2Б83

Розрахункова схема піскострільного резервуару зображена на рисунку 5.1.

Вихідні дані для розрахунку:

- об'єм стрижня $V=4 \text{ дм}^3$;
- розмір стрижневого ящика 300x255x150 мм.

Визначення маси стрижня

Масу стрижня визначаємо за формулою:

$$m_{\text{ст}} = V_{\text{ст}} \cdot \rho_{\text{ст}} \quad (5.1)$$

де $m_{\text{ст}}$ — маса стрижня, кг

$V_{\text{ст}}$ — об'єм стрижня, см^3 ;

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\rho_{\text{ст}}$ – ступінь ущільнення стрижня, г/см³;

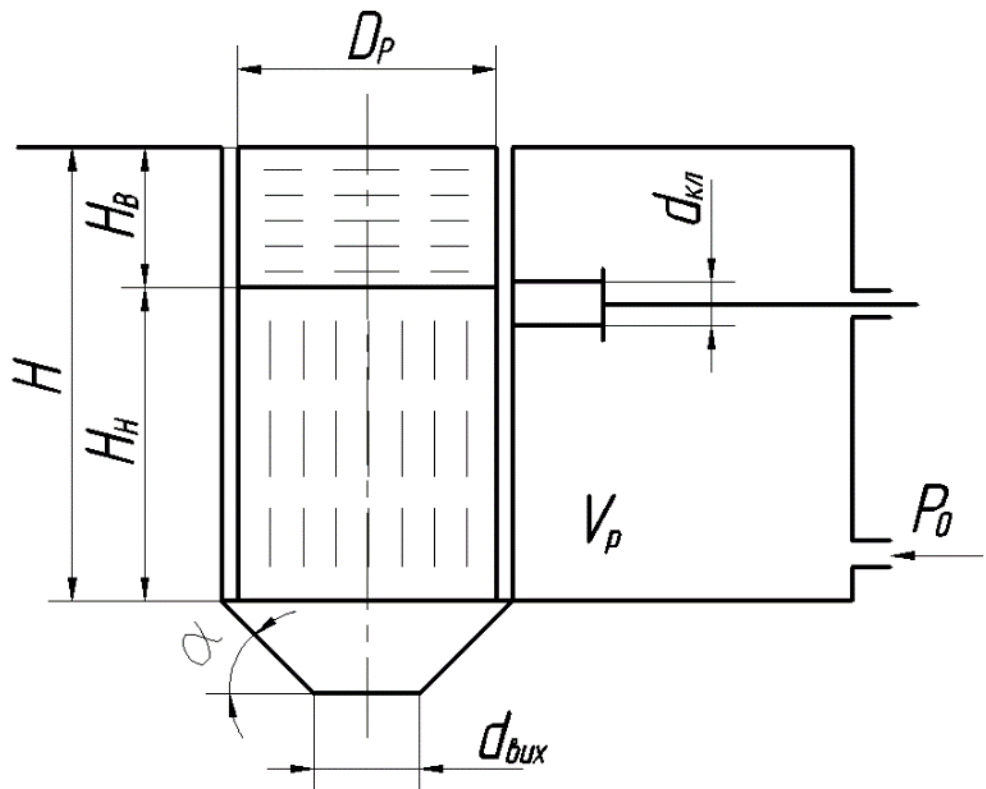


Рисунок 5.1 – Розрахункова схема піскострільного резервуару

Ступінь ущільнення стрижня знаходиться в межах

$$\rho_{\text{ст}} = 1,65 \dots 1,75, \text{ г/см}^3$$

Приймаємо: $\rho_{\text{ст}} = 1,7 \text{ г/см}^3$

Підставивши отримані дані у формулу (3.1) отримуємо :

$$m_{\text{ст}} = 1,7 \cdot 4 \cdot 10^3 = 6800 \text{ г} = 6,8 \text{ кг}$$

Діаметр гільзи піскострільного резервуару визначається за формулою:

$$D_p = (90 \dots 100) \sqrt[3]{m_{\text{ст}}}, \quad (5.2)$$

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

де D_p – діаметр гільзи піскострільного резервуару, мм;

$m_{ст}$ – маса стрижня, кг.

Підставивши значення у формулу (5.2) розраховуємо діаметр гільзи піскострільного резервуару:

$$D_p = 95 \cdot \sqrt[3]{6,8} = 180 \text{ мм}$$

Висота верхньої частини гільзи визначається за формулою

$$H_v = (0,4 \dots 0,6) \cdot D_p, \quad (5.3)$$

де H_v – висота верхньої частини гільзи, мм;

D_p – діаметр гільзи піскострільного резервуару, мм.

Приймаємо коефіцієнт 0,5.

Підставивши дані у формулу (5.3) отримуємо:

$$H_v = 0,5 \cdot 180 = 90 \text{ мм}$$

Висота нижньої частини гільзи визначається за формулою:

$$H_n = (1,5 \dots 1,8) \cdot D_p, \quad (5.4)$$

де H_n – висота нижньої частини гільзи, мм;

D_p – діаметр гільзи піскострільного резервуару, мм;

Приймаємо коефіцієнт 1,6.

Підставивши дані у формулу (5.4) отримуємо:

$$H_n = 1,6 \cdot 180 = 288 \text{ мм}$$

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальна висота гільзи визначається за формулою:

$$H = H_n + H_3, \quad (5.5)$$

де H – загальна висота гільзи, мм;

H_3 – висота нижньої частини гільзи, мм;

H_n – висота нижньої частини гільзи, мм;

Тоді, підставивши значення у формулу (5.5) отримуємо :

$$H = 288 + 90 = 378 \text{ мм}$$

Діаметр отвору вдувного клапана визначається за формулою:

$$d_{кл} = (0,2 \dots 0,5) \cdot D_p \quad (5.6)$$

де $d_{кл}$ – діаметр отвору вдувного клапана, мм;

D_p – діаметр гільзи піскострільного резервуару, мм;

Приймаємо коефіцієнт 0,3.

Підставивши дані у формулу (5.6) отримуємо :

$$d_{кл} = 0,3 \cdot 180 = 54 \text{ мм}$$

Відповідно рекомендації[9] ширину прорізів в верхній частині гільзи вибираємо: $b_v = (0,8 \dots 1,0)$ мм, а в нижній частині – $b_n = (0,3 \dots 0,5)$ мм.

Приймаємо $b_v = 1,0$ мм, $b_n = 0,4$ мм.

Площа прорізів у верхній частині гільзи визначається за формулою:

$$f_v = (0,3 \dots 0,4) \cdot F_{кл} \quad (5.7)$$

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де f_v – площа перетину прорізів у верхній частині гільзи, см^2 ;

$F_{\text{кл}}$ – площа клапана, см^2 .

Площа клапана визначається за формулою:

$$F_{\text{кл}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{кл}}^2}{4}, \quad (5.8)$$

де $F_{\text{кл}}$ – площа клапана, см^2 ;

$d_{\text{кл}}$ – діаметр отвору вдувного клапана, см ;

Підставивши дані у формулу (5.8) отримуємо:

$$F_{\text{кл}} = \frac{3,14 \cdot 5,4^2}{4} = 22,9 \text{ см}^2$$

Підставивши значення площі клапана у формулу (5.7) отримуємо:

$$f_v = 0,3 \cdot 22,9 = 6,9 \text{ см}^2$$

Площа перетину прорізів у нижній частині гільзи визначається за формулою:

$$f_n = (0,8 \dots 1,2) \cdot F_{\text{кл}}, \quad (5.9)$$

де f_n – площа перетину прорізів у нижній частині гільзи, см^2 ;

$F_{\text{кл}}$ – площа клапану, см^2 ;

Підставивши дані у формулу (5.9) визначаємо площу перетину прорізів у нижній частині гільзи:

$$f_n = 1,0 \cdot 22,9 = 22,9 \text{ см}^2$$

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість прорізів у верхній частині гільзи визначається за формулою:

$$n_{\text{в}} = \frac{f_{\text{в}}}{f_{\text{пр.в}}}, \quad (5.10)$$

де $n_{\text{в}}$ – кількість прорізів у верхній частині гільзи, шт.;

$f_{\text{в}}$ – площа перетину прорізів у верхній частині гільзи, см^2 ;

$f_{\text{пр.в}}$ – площа однієї прорізи у верхній частині гільзи, см^2 .

Площа однієї прорізи визначається у верхній частині гільзи визначається за формулою:

$$f_{\text{пр.в}} = b_{\text{в}} \cdot l_{\text{в}}, \quad (5.11)$$

де $f_{\text{пр.в}}$ – площа однієї прорізи у верхній частині гільзи, см^2 ;

$b_{\text{в}}$ – ширина прорізи у верхній частині гільзи;

$l_{\text{в}}$ – довжина прорізи у верхній частині гільзи; $l_{\text{в}} = 50 \dots 70 \text{ мм}$ [9].

Приймаємо: $l_{\text{в}} = 60 \text{ мм} = 6 \text{ см}$

Підставивши дані у формулу (5.11) отримуємо:

$$f_{\text{пр.в}} = 0,1 \cdot 6 = 0,6 \text{ см}^2$$

Підставивши дані у формулу (5.10) розраховуємо кількість прорізів у верхній частині гільзи:

$$n_{\text{в}} = \frac{6,9}{0,6} = 11,5 \text{ шт.} = 12 \text{ шт.}$$

Кількість прорізів у нижній частині гільзи визначається за формулою:

$$n_{\text{н}} = \frac{f_{\text{н}}}{f_{\text{пр.н}}}, \quad (5.12)$$

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де n_n – кількість прорізів у нижній частині гільзи, шт.;

f_n – площа перетину прорізів у нижній частині гільзи, см^2 ;

$f_{\text{пр.н}}$ – площа однієї прорізи у нижній частині гільзи, см^2 ;

Площа однієї прорізи у нижній частині гільзи визначається за формулою:

$$f_{\text{пр.н}} = b_n \cdot l_n, \quad (5.13)$$

де $f_{\text{пр.н}}$ – площа однієї прорізи у нижній частині гільзи, см^2 ;

b_n – ширина прорізи у нижній частині гільзи, см ;

l_n – довжина прорізи у нижній частині гільзи, см ; $l_n = 30 \dots 50$, мм [9].

Приймаємо: $l_n = 60 \text{ мм} = 6 \text{ см}$;

Підставивши дані у формулу (5.13) отримаємо:

$$f_{\text{пр.н}} = 0,04 \cdot 6 = 0,24 \text{ см}^2;$$

Підставивши площу однієї прорізи у нижній частині гільзи у формулу (5.12) розраховуємо кількість прорізів у нижній частині гільзи:

$$n_n = \frac{22,9}{0,24} = 95 \text{ шт.}$$

Діаметр вдувного отвору розраховується за формулою:

$$d_{\text{вих}} = (0,3 \dots 0,4) D_p \quad (5.14)$$

де $d_{\text{вих}}$ – діаметр вихідного отвору, мм ;

D_p – діаметр гільзи піскострільного резервуару, мм .

Підставивши дані у формулу (5.14) отримаємо:

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{\text{вих}} = 0,3 \cdot 180 = 54 \text{ мм}$$

Кут нахилу твірної конуса повинен складати $\alpha=45\dots60^\circ$ відповідно рекомендації [9] .

Приймаємо $\alpha=60^\circ$.

Сумарний перетин вент визначають за формулою:

$$F_{\text{вент}} = (0,5\dots1,0) F_{\text{вих}} , \quad (5.15)$$

де $F_{\text{вент}}$ – сумарний перетин вент, см^2

$F_{\text{вих}}$ – площа перетину вихідного отвору, см^2

Підставивши дані у формулу (5.15) розраховуємо сумарний перетин вент:

$$F_{\text{вент}} = 1,0 \cdot \frac{3,14 \cdot 5,4^2}{4} = 22,9 \text{ см}^2$$

Згідно ГОСТ 19396-74 з довідника обираємо венту марки: 0292-1191 (рисунок 5.2).

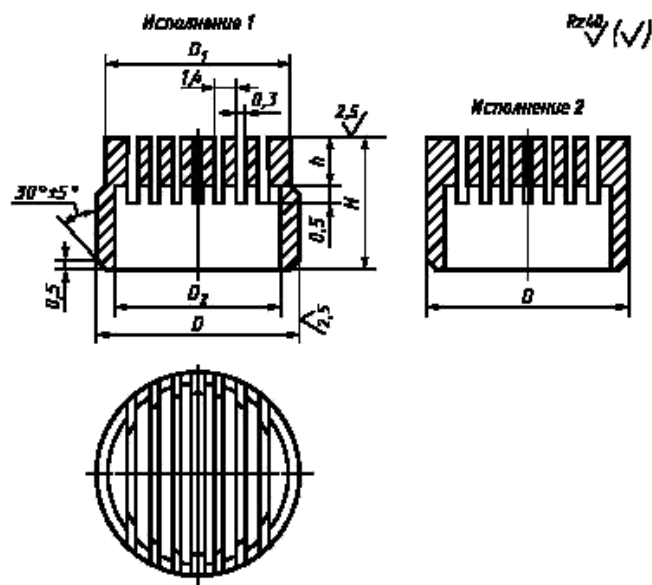


Рисунок 5.2 – Вента

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Характеристика венті:

$D_1=7,7\text{мм}$, $D_2=5,5\text{ мм}$, $N_{\text{п}}=4\text{ шт.}$, $B_{\text{п}}=0,3\text{ мм}$, $L_{\text{ср}}=6,6\text{ мм}=0,66\text{ см}$;

де D_1 – зовнішній діаметр венті, мм;

D_2 – внутрішній діаметр венті, мм;

N – кількість пазів, шт.;

$B_{\text{п}}$ – ширина одного пазу, мм;

$L_{\text{ср}}$ – середня довжина одного пазу, мм.

Площу перерізу однієї венті визначаємо за формулою:

$$F_1 = B_{\text{п}} \cdot L_{\text{ср}} \cdot N_{\text{п}}, \text{ см}^2 \quad (5.16)$$

де F_1 – площа перерізу вент, см^2 ;

$B_{\text{п}}$ – ширина одного пазу, см;

$L_{\text{ср}}$ – середня довжина одного пазу, см;

$N_{\text{п}}$ – кількість пазів, шт.

Підставивши дані у формулу (5.16) розраховуємо площа перетину однієї венті:

$$F_1 = 0,03 \cdot 0,66 \cdot 4 = 0,08 \text{ см}^2$$

Кількість вент в насадці визначається за формулою:

$$n = \frac{F_{\text{вент}}}{F_1}, \quad (5.17)$$

де n – кількість вент в насадці, шт;

$F_{\text{вент}}$ – сумарний перетин вент, см^2 ;

F_1 – площа перерізу вент, см^2 .

Підставивши дані у формулу (5.17) розраховуємо кількість вент в насадці:

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{22,9}{0,08} = 286,2 \approx 286 \text{ шт.}$$

Об'єм ресивера визначається за формулою:

$$V_p = V_\Gamma \cdot \left(\frac{\ln \frac{1}{\varphi}}{1,032 + 0,03 \cdot D_p} \right)^{3,7}, \quad (5.18)$$

де V_p – ємність ресивера, см^3 ;

V_Γ – об'єм гільзи піскострільного резервуару, см^3 ;

φ – коефіцієнт зменшення об'ємної маси стрижня, $\varphi = 0,01 \dots 0,05$ [9].

Приймаємо: $\varphi = 0,03$;

D_p – діаметр гільзи піскострільного резервуару, мм.

Об'єм гільзи піскострільного резервуару визначається за формулою:

$$V_\Gamma = \frac{\pi \cdot D_p^2}{4} \cdot H, \quad (5.19)$$

де V_Γ – об'єм гільзи піскострільного резервуару, см^3 ;

D_p – діаметр гільзи піскотрільного резервуару, см;

H – загальна висота гільзи, см.

Підставивши дані у формулу (5.19) розраховуємо об'єм гільзи піскострільного резервуару:

$$V_\Gamma = \frac{3,14 \cdot 18^2}{4} \cdot 37,8 = 9614 \text{ см}^3 = 10000 \text{ см}^3$$

Тоді, підставивши дані у формулу (3.17) розраховуємо ємність ресивера:

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_p = 10000 \cdot \left(\frac{\ln \frac{1}{0,03}}{1,032 + 0,03 \cdot 18} \right)^{3,7} = 193276 \text{ см}^2 = 195 \text{ дм}^3$$

Зусилля притискання столу визначається за формулою:

$$P_{\text{пр}} = (0,55 \dots 0,6) \cdot P_0 \cdot F_{\text{ящ}} + Q + R, \quad (5.20)$$

де $P_{\text{пр}}$ – зусилля притискання столу, кг;

P_0 – тиск повітря в мережі цеху, кг/см², $P_0 = 5 \dots 6$ кг/см²; [2].

Приймаємо: $P_0 = 6$ кг/см²;

$F_{\text{ящ}}$ – площа стрижневого ящика, см²;

Q – маса частин, що підіймається, кг, $Q = 600$ кг;

R – сила тертя, кг.

Площа основи стрижневого ящика визначається за формулою:

$$F_{\text{ящ}} = A \cdot B, \quad (5.21)$$

де $F_{\text{ящ}}$ – площа стрижневого ящика, см²;

A – довжина стрижневого ящика, см;

B – ширина стрижневого ящика, см.

Підставивши дані у формулу (5.21) отримуємо:

$$F_{\text{ящ}} = 30 \cdot 25,5 = 765 \text{ см}^2$$

Сила тертя визначається за формулою:

$$R = 0,25 \cdot Q, \quad (5.22)$$

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де R – сила тертя визначається за формулою, кг;

Q – маса частин, що підіймається, кг.

Підставивши дані у формулу (5.22) отримуємо:

$$R=0,25 \cdot 600=150 \text{ кг}$$

Підставивши дані у формулу (3.20) розраховуємо зусилля притискання столу:

$$P_{\text{пр}}=0,6 \cdot 6 \cdot 765+600+150=3504 \text{ кг}$$

Діаметр поршня притискного пристрою визначається за формулою:

$$D_n = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{\text{пр}}}{\pi \cdot P_0}}, \quad (5.23)$$

де D_n – діаметр поршня притискного пристрою, см;

$P_{\text{пр}}$ – зусилля притискання столу, кг;

P_0 – тиск повітря в мережі цеху, кг/см².

Підставивши дані у формулу (5.23) розраховуємо діаметр поршня притискного пристрою:

$$D_n = \sqrt{\frac{4 \cdot 3504}{3,14 \cdot 6}} = 27,3 \text{ см} = 273 \text{ мм}$$

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО – ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ

6.1 Визначення кількості електроенергії для забезпечення роботи відділення

Обсяг витрат електроенергії визначають на підставі вибору і розрахунку кількості технологічного обладнання, використання його встановленої потужності при запланованому режимі роботи [10].:

$$E = M \Phi_0 \eta_{зв} K_1 K_2 \quad (6.1)$$

де M – встановлена потужність обладнання, кВт;

Φ_0 – річний фонд часу роботи обладнання, год.;

$\eta_{зв}$ – коефіцієнт завантаження обладнання;

K_1 – коефіцієнт одночасності роботи (приймається рівним – 0,3);

K_2 – коефіцієнт використання потужності (приймається рівним 0,7).

Розраховані величини витрат електроенергії занесено в таблицю 6.1

Таблиця 6.1 – Витрати електроенергії обладнання відділення

№ п/п	Найменування обладнання	Кількість одиниць обладнання на відділенні	Встановлена потужність, кВт/год	Річний фонд часу, год	Коефі- цієнт заванта- ження	Витрати електроенергії кВт
1	Піскострільна стрижнева машина моделі 2Б83	1	24	450	0,7	1 587
2	Піскострільна стрижнева машина моделі 310	1	30	900	0,56	3 175
3	Мостовий кран	1	73,5	1840	0,60	17 040
4	Передавальний візок	2	8,74	1840	0,50	1 688
Всього:						23 490

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОРГАНІЗАЦІЙНО- ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ		
Розроб.		Карлінський О.					
Перевір.		Кочешков А.С.					
Н. Контр.		Лютий Р.В.					
Затверд.					Літ. Арк. Акрушів		
					57 81		
					КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ, ЛВЧКМ, ФЛ-81		

Розрахунок витрат енергії на освітлення для кожного приміщення виконують на основі загального плану цеху. Вихідні данні для розрахунку: площа приміщення, необхідна освітлюваність і режим роботи освітлювальних пристроїв[10].

Витрати енергії на освітлення розраховують за формулою:

$$Q = \frac{Sq\tau f}{1000}, \quad (6.2)$$

де S – освітлювальна площа, м²;

q – поверхнева густина теплового потоку, Вт/м²;

τ – число годин горіння на рік;

f – коефіцієнт одночасного горіння.

Величину q зазвичай приймають: для виробничих приміщень – 11...15 Вт/м².

Залежно від тривалості освітлювального періоду значення τ приймають рівним: для двозмінної роботи – 2500 год.

Коефіцієнт, який враховує одночасність горіння ламп, приймають: для виробничих прогонів – 0,8.

Таблиця 6.2 – Витрати електроенергії на освітлення

Найменування споживача	Освітлювальна площа, м ²	Поверхнева щільність теплового потоку, Вт/м ²	Кількість годин горіння на рік, год	Коефіцієнт одночасності горіння	Річні витрати електроенергії, кВт·год
Світлодіодний світильник LED 100B 6500K 10000Lm IP66	216	15	2500	0,8	6 480

6.2 Чисельність виробничих робітників плавильного відділення

Результати чисельності основних і допоміжних робітників (за робочими місцями) наведено в табл. 6.3.

Чисельність управлінського персоналу встановлюємо, виходячи з організаційної структури управління відділенням на аналогічному підприємстві.

Таблиця 6.3 – Чисельність основних і допоміжних робітників відділення

Професія, спеціальність	Кваліфікаційний розряд	Явочна чисельність по змінах		Загалом на добу	Коефіцієнт переведення явочної чисельності в облікову	Облікова чисельність
		1-а	2-а			
Основні робітники						
Оператор стрижне- вої машини	5	1	1	2	1,118	3
Стрижневик	3	1	1	2	1,118	3
Разом		2	2	4		6
Допоміжні працівники						
Наладчик	5	1	1	2	1,118	3
Черговий слюсар- електрик	4	1	1	2	1,118	3
Крановик	4	1	1	2	1,118	3
Разом		3	3	6		9
Усього робітників		5	5	10		15

6.3 Визначення фондів заробітної плати

Важливим елементом тарифної системи є тарифна ставка. Її абсолютну величину визначають згідно зі встановленим державою мінімальним розміром заробітної плати. Згідно державного бюджету України на 2021 рік мінімальна заробітна плата становить: у місячному розмірі – 6 000 грн, у погодинному розмірі – 36,11 грн .

Таблиця 6.4 – Розрахунок фонду заробітної плати управлінського та обслуговуючого персоналу

Штатна посада	Чисельність, осіб	Місячний посадовий оклад, грн	Річний фонд заробітної плати, грн
Управлінський персонал			
Майстер	2	14000	336000
Спеціалісти			
Провідний інженер-технолог	1	12000	144000
Службовці та молодший обслуговуючий персонал (МОП)			
Прибиральниця	1	6000	72000
Усього по стрижневому відділенню			552000

Таблиця 6.5 – Розрахунок фонду заробітної плати основних і допоміжних робітників

Професія та спеціальність	Кваліфікаційний розряд	Годинна тарифна ставка, грн	Обліковий склад, осіб	Кількість годин роботи за рік		Основна заробітна плата, тис грн	Розрахунок додаткової					Загальний фонд з.п., тис. грн
				Одного робітника	Усіх		Надбавки та доплати				Разом додаткова з.п.	
							Премії (40%)	За роботу в особливи умовах(18%)	Оплата відпусток (12%)	Інші доплати та надбавки (12%)		
Основні (технологічні) робітники												
Оператор стрижневої машини	5	55,28	3	1626	4878	269,7	107,9	48,5	32,4	32,4	221,2	490,9
Стриженщик	3	43,48	3	1626	4878	212,1	84,8	38,2	25,5	25,5	173,9	386,0
Разом						481,8					395,1	876,9
Допоміжні (обслуговуючі) робітники												
Наладчик	5	55,28	3	1626	4878	269,7	107,9	48,5	32,4	32,4	221,2	490,9
Черговий слюсар-електрик	4	47,12	3	1626	4878	229,8	91,9	41,4	27,6	27,6	188,4	418,2
Крановик	4	47,12	3	1626	4878	229,8	91,9	41,1	27,6	27,6	188,4	418,2
Разом						729,3					598,0	1327,3
Усього по стрижневому відділенню						1211,1					993,1	2204,2

6.4 Розрахунок капітальних вкладень

Розрахунок капіталовкладень в обладнання та підйомно-транспортувальні засоби наведено у табл. 6.6. Для розрахунку вартість транспортування

обладнання, його монтажу і налагодження беремо у розмірі 10...25 % від його ціни, а саме 20 %.

Таблиця 6.6 – Розрахунок капітальних вкладень в обладнання

Найменування устаткування, його модель або технічна характеристика	Кількість, одиниць	Вартість за одиницю, тис. грн	Загальна вартість, тис. грн	Витрати на транспортування та монтаж, тис. грн	Усього, тис. грн
Основне технологічне устаткування					
Стрижнева машина моделі 2Б83	1	800	800	160	960
Стрижнева машина моделі 310	1	1 300	1 300	260	1 560
Разом основне технологічне устаткування					2 520
Мостовий кран	1	450	450	90	540
Загалом по стрижневому відділенні					3 060

Обсяг капіталовкладень у виробничі будівлі та споруди визначають виходячи з площі цеху й усереднених нормативів вартості будівельних конструкцій і промислових проводок (табл. 6.7).

Таблиця 6.7 – Усереднені ринкові ціни на елементи будівельно-монтажних робіт та витрати на відділення

Елементи будівельно-монтажних робіт	Вартість, грн/м ³	На відділення, тис. грн
1. Виробничі будівлі		
1.1. Одноповерхові (12×18)	3000	648,00
2. Водопостачання виробничих приміщень	30	6,48
3. Каналізація виробничих приміщень	30	6,48
4. Електропроводка виробничих приміщень	50	10,8
4. Вентиляція виробничих приміщень	80	17,28
5. Зовнішній благоустрій	50	10,8
6. Невраховані витрати	500	108,00
Всього		807,84

Витрати на забезпечення матеріалами стрижневого відділення на протязі року наведені в таблиці 6.8

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.8 – Витрати річні на матеріали для стрижнів

№	Найменування Формувальних матеріалів	Усього, т	Ціна за 1 т, грн	Ціна матеріалів на річну програму, млн. грн
1	Кварцовий пісок	600	900	0,540
2	Novanol	18	78 200	1,408
3	Протипригарні покриття	8	65 000	0,520
4	Розділове покриття	6	80 000	0,480
Всього				2,948

6.5 Визначення планової собівартості одиниці продукції

Для визначення планової собівартості продукції на підприємствах, як правило, складають планові та фактичні калькуляції. Перші розраховують за плановими нормами витрат, другі – за їх фактичним рівнем. Складання калькуляцій передбачає визначення об'єкта калькулювання, вибір калькуляційних одиниць, калькуляційних статей витрат та методики обчислення[10].

Таблиця 6.9 – Планова калькуляція собівартості річного обсягу виробництва продукції

Найменування статей витрат	Витрати на річну програму, тис. грн	Примітки
1.Сировина та матеріали	2 948,0	
2. Паливо та енергія на технологічні цілі	233,0	
3. Основна заробітна плата технологічних робітників	481,8	з табл. 6.5
4. Додаткова заробітна плата технологічний робітників	395,1	з табл. 6.5
5.Єдиний соціальний внесок	192,9	22% від (3+4)
6. Утримання та експлуатація устаткування	722,7	3 1,5
7. Загальновиробничі витрати	481,8	100% від 3
8. Загальногосподарські витрати	481,8	100% від 3
9. Витрати на підготовку та освоєння виробництва	192,7	40% від 3
Виробнича собівартість річної програми	6 129,8	Сума 1-9
10. Позавиробничі витрати	429,1	7% від 1-9
Повна собівартість річної програми	6 558,9	Сума 10 і 9

6.6 Розрахунок показників економічної ефективності проєктного рішення

Трудомісткість продукції визначається як відношення витраченої кількості праці до загального обсягу виробленої продукції. Технологічна трудомісткість одиниці продукції розраховується як сума витрат часу по окремим операціям технологічного процесу. Менш точно технологічну трудомісткість (t) у норма- годинах можна розрахувати за формулою[10]:

$$t = \frac{\chi_{\text{ос}} \cdot \Phi_{\text{еф}}^{\text{пл}}}{G}, \quad (6.3)$$

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

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

G – річний обсяг (програма) випуску продукції.

$$t = \frac{6 \cdot 1840}{1000} = 11,04$$

Капіталомісткість (фондомісткість) продукції (K_G) визначається як відношення загальних капітальних витрат ($K_{\text{заг}}$) у будівництво чи реконструкцію цеху (дільниці) або на технічне переоснащення виробництва до річного планового обсягу виробництва продукції:

$$K_G = \frac{K_{\text{заг}}}{G}, \quad (6.4)$$

$$K_G = \frac{3\,868}{1000} = 3,9$$

Найбільш розповсюдженим показником економічної ефективності капітальних витрат на нове будівництво, реконструкцію, впровадження нового обладнання чи технології, є період окупності капітальних витрат ($\Pi_{\text{ок}}$ Пок), який має критеріальний характер:

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{ок} = \frac{K_{заг}}{ГП_p} < P_{ок}^н, \quad (6.5)$$

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

$P_{ок}^н$ – нормативний період окупності, років.

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

$$ГП_p = 0,82 \cdot (Ц - C_n) \cdot G + \sum A, \quad (6.6)$$

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

$Ц$ – ринкова ціна одиниці продукції, грн;

C_n – повна собівартість одиниці продукції, грн;

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

$$ГП_p = 0,82 \cdot (8,6 - 6,6) \cdot 1000 + 10000 = 3868$$

$$P_{ок} = \frac{3868}{1640} = 2,3$$

Перелік типових техніко-економічних показників наведений у таблиці 6.10.

Таблиця 6.10 – Техніко-економічні показники спроектованого об'єкта

Найменування показників	Одиниця виміру	Стрижневе відділення
1. Річний плановий обсяг виробництва продукції (G)	т	1000
2. Загальна площа цеху (дільниці)	м ²	216
3. Виробнича площа цеху (дільниці)	м ²	130
4. Капіталомісткість продукції (K_G)	$\frac{\text{грн}}{\text{т}}$	3 900
5. Загальна чисельність у тому числі: основний (технологічний) персонал допоміжний (технологічний) персонал управлінський та обслуговуючий персонал	осіб	19 6 9 4
6. Загальний річний фонд заробітної плати	грн	2 756 000
7. Середньомісячна заробітна плата одного працівника	грн	12 088
8. Річний виробіток на одного працівника (продуктивність праці)	$\frac{\text{т}}{\text{особу}}$	52
9. Технологічна трудомісткість продукції (t)	$\frac{\text{нормо} - \text{годин}}{\text{т}}$	11
10. Цехова собівартість одиниці продукції	$\frac{\text{грн}}{\text{т}}$	6 559
11. Період окупності ($P_{ок}$)	років	2,3

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

Завдання дипломного проєкту полягає в плануванні стрижневої ділянки ливарного комплексу. Розрахунки устаткування та його подальше розміщення на ділянці виконано на основі переліку номенклатури чавунних виливків та рекомендацій [2]. Технологічний процес стрижневого відділення складається з наступних операцій:

- приготування піщано-смоляної суміші шляхом перемішування в котковому змішувачі;
- транспортування суміші мостовим краном до стрижневих машин;
- заповнення піскодувним методом металевих стрижневих ящиків;
- продування заповнених стрижневих ящиків CO_2 (забезпечення затвердіння суміші);
- вилучення готових стрижнів з оснастки;
- склеювання окремих частин стрижнів;
- фарбування стрижнів спиртовим покриттям;
- транспортування стрижнів до формувальної ділянки.

7.1 Загальна характеристика стрижневого відділення та умови його експлуатації

Специфічними умовами праці в стрижневих відділеннях, які негативно впливають на здоров'я робітників, є:

- виокремлення газів під час сушіння стрижнів, виготовлених із сумішей, що містять органічні зв'язувальні компоненти;
- виокремлення кварцового пилу під час роботи піскодувних і піскострільних машин [2].

Специфікація технологічного обладнання, що використовується в процесі

експлуатації стрижневого відділення представлена в таблиці 7.1

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Карлінський					
Перевір.		Кочешков А.С.					
Н. Контр.		Лютий Р.В.					
Затверд.							
					ОХОРОНА ПРАЦІ		
					Літ.	Арк.	Акрушів
						65	81
					КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ, ЛВЧКМ, ФЛ-81		

Таблиця 7.1 – Обладнання і оснащення стрижневого відділення

№ п.п.	Найменування	Розміри Д/Ш/В, мм	Основні характеристики	Кількість	Позиція на рисунку
1	2	3	4	5	6
1	Стрижнева машина моделі 2Б83	1130×765×2045	- продуктивність циклова 300 знімань/год.	1	3
2	Стрижнева машина моделі 310	2000×1620×2722	- продуктивність циклова 100 знімань/год.	1	2
3	Мостовий кран	12000х3600х3000	Вантажопідйомність 5 т	1	4
4	Котковий змішувач	1800х4000х2800	Місткість чаші 800 кг. Вага 4 т	1	5
5	Механічний візок	1650х1100х820	Матеріал - метал	2	1

Стрижнєве відділення обмежене стінами товщиною 500 мм. Для виконання ручних робіт в приміщенні організовано 4 робочих місця, які обмежені стінами товщиною 250 мм. На територію відділення передбачений заїзд, для безпечного транспортування балонів з діоксидом вуглецю, а до інших технологічних частин прокладені проходи.

Для забезпечення природного освітлення в стінах розташовані вікна шириною 3 м у кількості 4 шт. Штучне освітлення стрижневого відділення створене шляхом розміщення люмінесцентних ламп низького тиску ЛБ-80 (80 Вт, 5200 Лм) у кількості 8 шт.

Розміри відділення: 12000х18000х6000.

Площа відділення – 216 м²

Об'єм відділення – 1296 м³

План та розміри обладнання стрижневого відділення зображено на рисунку 7.1.

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

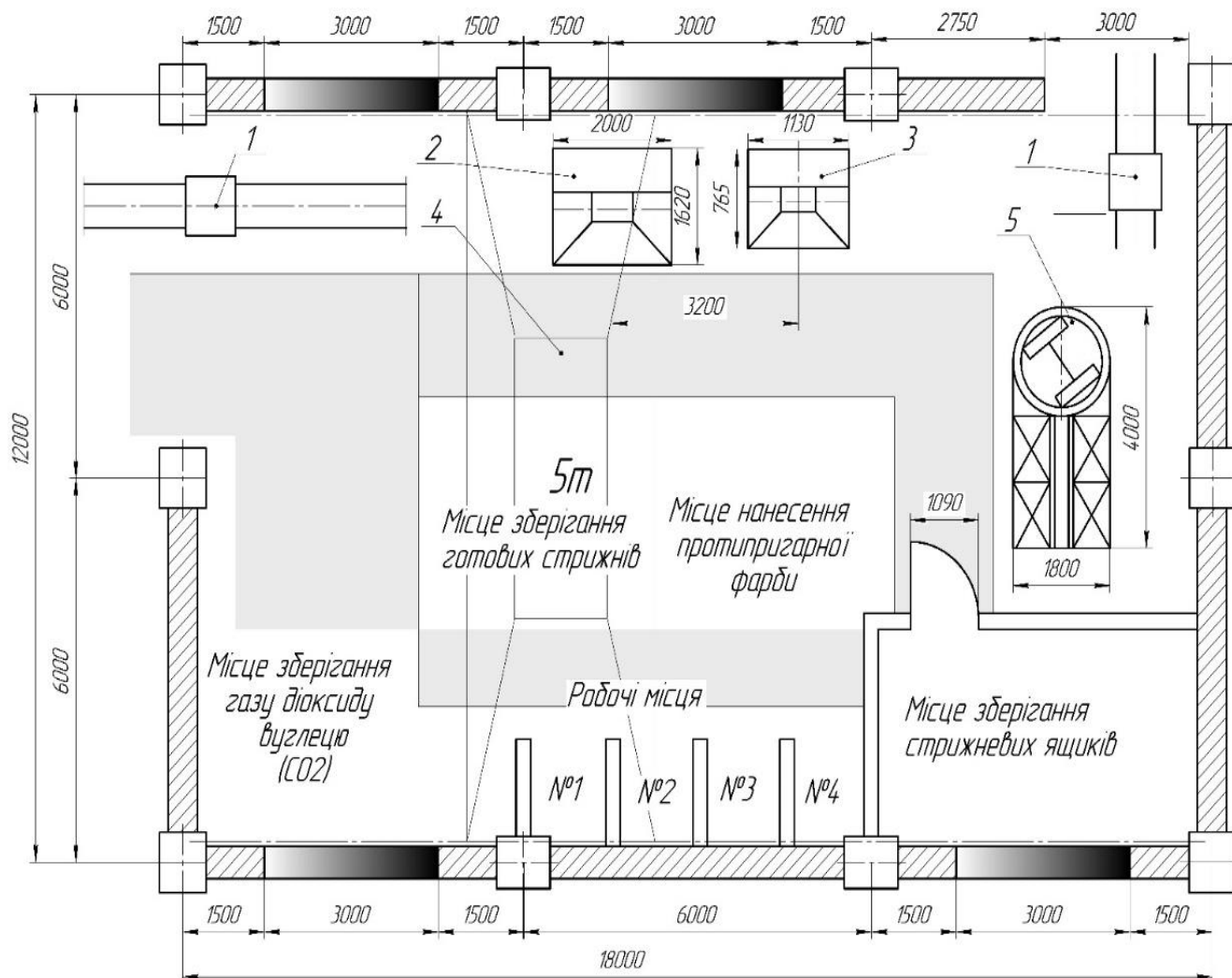


Рисунок 7.1 – План стрижневого відділення

Для планомірної роботи в стрижневому відділенні працює 15 робітників:

- оператор стрижневої машини (3 особи);
- стриженщик (3 особи);
- технолог (2 особи);
- майстер (2 особи);
- наладчик (3 особи);
- кранівник (2 особи).

Реальні та нормативні характеристики приміщення і розміщення технологічного обладнання наведено в таблиці 7.2.

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Таблиця 7.2 – Порівняння реальних та нормативних характеристик

Параметри	Нормативне значення	Реальне значення
Площа на 1 працівника, м ²	4,5	14,4
Об'єм на 1 працівника, м ³	15	86,4
Мінімальна ширина проходу, м	1,5	3

7.2 Оцінка потенційних небезпек і шкідливих виробничих факторів

Визначено небезпечні і шкідливі виробничі фактори в стрижневому відділенні, що дозволять виявити небезпеки та розробити заходи по покращенню (нормалізації) умов праці (табл.7.3).

Таблиця 7.3 – Основні небезпечні та шкідливі фактори

Види процесів	Шкідливі виробничі фактори										Небезпечні виробничі фактори			
	Шкідливі речовини	Випромінювання в оптичному діапазоні			Електромагнітні поля	Магнітні поля	Іонізуючі випромінювання	Шум	Ультразвук	Статичне навантаження на руку	Електричний струм	Іскри, бризки і викиди розплавленого металу	Механізми і вироби, що рухаються	Системи, які знаходяться під тиском
		Ультрафіолетове	Видиме	Інфрачервоне										
Піскострільне заповнення оснастки стрижневою сумішшю	хх	-	-	-	-	-	-	хх	-	-	х	-	хх	хх
Приготування стрижневої суміші	хх	-	-	-	-	-	-	хх	-	-	х	-	хх	-

Примітки: хх – інтенсивний фактор; х – помірний фактор; (-) – незначний фактор чи його відсутність

7.3 Аналіз потенційних небезпек, які створюються на робочих місцях при експлуатації стрижневого відділення

На всіх виробництвах повинні бути розроблені на підставі типових положень і затверджені роботодавцем такі інструкції:

- з охорони праці для працівників кожної професії та за видами робіт;
- технологічні;
- з технічного обслуговування та експлуатації устаткування, у тому числі електрообладнання;
- з ремонту та очищення устаткування;
- з пожежної безпеки [11].

7.3.1. Шкідливі речовини та запилення

Шкідливими називаються речовини, що при контакті з організмом можуть викликати захворювання чи відхилення від нормального стану здоров'я, що виявляються сучасними методами як у процесі контакту з ними, так і у віддалений термін, в тому числі і в наступних поколіннях [12].

У процесі виготовлення стрижнів використовуються такі хімічно-шкідливі речовини:

- фенольні смоли (зв'язувальний компонент стрижневої суміші);
- спирт ізопропіловий (розчинник протипригарної фарби).

Основним джерелом запилювання приміщення є кварцовий пісок. В процесі приготування, транспортування суміші, а також при виправленні дефектів стрижнів в середовище відділення потрапляє значна кількість пилу.

Небезпеки та джерела їх утворення, які створюються в технологічному процесі стрижневого відділення занесено в таблицю 7.4.

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Таблиця 7.4 – Основні небезпеки, які створюються в технологічному процесі

№	Найменування обладнання	Джерело небезпеки	Причини небезпеки	Наслідки небезпеки
1	Змішувач котковий	Чаша змішувача в період приготування формувальної суміші, що полягає в змішуванні фенольної смоли з кварцовим піском	Потрапляння пилу та випарів смоли в середовище приміщення приготування сумішей	Потрапляння пилу в легені Отруєння Хімічні опіки слизових оболонок
2	Стрижнева машина	Піскострільний резервуар, де зберігається суміш перед використанням	Потрапляння пилу в приміщення в процесі заповнення резервуару	Потрапляння пилу в легені

Успіх функціонування системи керування параметрами повітряного середовища, що діє на людину, залежить від ефективності всіх її ієрархічних і функціональних рівнів. Однак, для сучасного підприємства найбільш розповсюдженим інженерним методом впливу на атмосферу є організація повітрообміну (вентиляція) у приміщеннях, а також локалізація джерел викидів з наступним видаленням забрудненого повітря і його очищенням (аспірація) [12].

Перелік заходів забезпечення безпеки працівників у відділенні, де використовуються шкідливі речовини наведено у таблиці 7.5.

Таблиця 7.5. – Заходи з охорони праці від шкідливих речовин та запилення

№ п.п.	Група номенклатурних заходів з охорони праці	Вид заходу	Критерій вибору
1	2	3	4
1	Технічні заходи	Встановлення місцевої вентиляції безпосередньо на робочих місцях стриженщиків	Забезпечення відводу шкідливих речовин з приміщення;

1	2	3	4
1	Технічні заходи	Розміщення робочого місця стриженика на максимально безпечній відстані від стрижневої машини	Перебування працівника на відстані, що забезпечить допустимий вплив шкідливих речовин
2	Організаційні заходи	Проведення інструктажів по техніці безпеки на робочому місці з обов'язковим відображенням в журналі дільниці дати і номера наказу; Обов'язкова наявність на робочому місці інструкції по експлуатації устаткування дільниці; Щоденне прибирання робочого місця, з метою уникнення накопичення пилу	Доступність знань щодо безпеки експлуатації; Збереження чистоти приміщення
3	Експлуатаційні	Перевірка піскодувного резервуару на наявність пошкоджень, що спричиняють викиди в навколишнє середовище шкідливих речовин; Своєчасна чистка на ТО вентиляційної системи устаткування та на робочих місцях працівників; Забезпечення герметичними тарами, що використовуються для транспортування стрижневої суміші;	Забезпечення безпечної роботи.
4	Засоби індивідуального захисту	Забезпечення працівників дільниці респіраторами, спецодягом, захисними окулярами та рукавицями.	Забезпечення безпечної роботи.

7.3.2. Механізми і вироби що рухаються

Стрижневе відділення оснащено наступним устаткуванням, що має рухомі механізми:

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

- мостовий кран;
- механічні візки;
- котковий змішувач;
- стрижневі машини.

Під час роботи відділення виконує усі технологічні операції в паралельному режимі. Це означає, що працівники повинні досконало розуміти принцип роботи не лише оснащення, з яким працює безпосередньо, а й всього відділення.

Перелік небезпек від механізмів і виробів що рухаються стрижневого відділення занесено в таблицю 7.6.

Таблиця 7.6 – Основні небезпеки, які створюються в технологічному процесі

№	Найменування обладнання	Джерело небезпеки	Причини небезпеки	Наслідки небезпеки
1	Стрижнева машина моделі 2Б83 Стрижнева машина моделі 310	Піскодувний резервуар	Робота машини у відкритому стані (без закривання робочого середовища дверцятами) Неправильна фіксація оснастки в машині за допомогою притискного стола	Отримання фізичних травм
2	Котковий змішувач	Чаша змішувача з розміщеними в котках	Завантаження компонентів суміші до чаші змішувача; Вивантаження готової суміші в тару для переміщення між ділянками	Отримання фізичних травм
3	Мостовий кран	Механізм кріплення вантажу	Транспортування суміші до стрижневих машин; Транспортування готових стрижнів до формувального відділення	Отримання фізичних травм
4	Механічні візки	Корпус візка	Розміщення на візку вантажу без надійної фіксації	Отримання фізичних травм

Основні небезпеки в приміщенні стрижневого відділення внаслідок механізмів та виробів, що рухаються, створюють можливість отримання працівниками фізичних травм. Здебільшого, це відбувається внаслідок недотримання персоналом правил безпеки праці. Але водночас існують інші чинники, що призводять травмувань. Перелік заходів, що мінімізують ризик отримання фізичних травм наведено у таблиці 7.7 наведені заходи з забезпечення охорони праці від механізмів і виробів що рухаються.

Таблиця 7.7. – Заходи забезпечення охорони праці від механізмів і виробів що рухаються

№ п.п.	Група номенклатурних заходів з охорони праці	Вид заходу	Критерій вибору
1	2	3	4
1	Технічні заходи	Автоматизація процесів для можливості виконання технологічних процесів на безпечній відстані. Встановлення блокування роботи машини без закривання кришкою робочого простору	Уникнення прямого контакту з частинами, що рухаються
2	Організаційні заходи	Проведення планових перевірок щодо дотримання правил техніки безпеки. Проведення інструктажів по техніці безпеки на робочому місці. Обов'язкова наявність на робочому місці інструкції по експлуатації устаткування дільниці	Доступність знань щодо безпеки експлуатації
3	Експлуатаційні	Проведення техоглядів устаткування на дільниці. Заміна пошкоджених елементів та вузлів устаткування	Забезпечення безпечної роботи.
4	Засоби індивідуального захисту	Забезпечення працівників дільниці спецодягом, касками та рукавицями.	Забезпечення безпечної роботи.

7.3.3. Електронебезпека

Електробезпека – відсутність загрози з боку електроустановок життю, здоров'ю та майну людей, тваринам, рослинам і довкіллю, яка перевищує допустимий ризик.

Актуальність проблем електробезпеки в наш час характеризується наступними умовами:

- широким розповсюдженням електричної енергії в усіх без винятку
- проявах життя і діяльності людини: на виробництві, транспорті, побуті тощо;
- умовами виникнення електротравм;
- особливостями електротравматизму;
- великою кількістю електротравм в Україні [13].

Оснащення стрижневого відділення працює від системи електропостачання і несе в собі небезпеку ураження струмом. Основними причинами є недотримання вимог ізоляції пультів управління та незнання працівниками безпечних правил експлуатації устаткування.

Основні небезпеки пов'язані з дією на організм людини електричного струму, який використовується в технологічному процесі при формувальних роботах занесено в таблицю 7.8.

Таблиця 7.8 – Електричні джерела небезпеки

№ п/п	Найменування обладнання	Джерело небезпеки	Причини небезпеки	Наслідки небезпеки
1	Стрижнева машина моделі 2Б83 Стрижнева машина моделі 310	Шафа керування	Пошкодження ізоляції електропроводки	Ураження струмом
2	Змішувач котковий	Шафа керування	Пошкодження ізоляції електропроводки	Ураження струмом

Шляхом зіставлення проєктованих рівнів показників з їх нормативно допустимими рівнями, складена таблиця 7.9.

Таблиця 7.9 - Реальні та нормативні фактори небезпеки ураження електричним струмом

№ п/п	Фактор небезпеки	Реальне значення	Нормативне значення
1	Максимальний струм	>A	0,025 А
2	Максимальна напруга	220В	42 В

Для зниження ймовірності настання небезпечної ситуації, необхідно дотримуватись заходів безпеки, які наведені в таблиці 7.10.

Таблиця 7.10 – Засоби захисту від електротравм

№	Група номенклатурних заходів	Вид заходу	Критерій вибору
1	2	3	4
1	Технічні	- захисні заземлення електричного устаткування, такого як шафи управління устаткування.	Уникнення пробую, витоків струму; Уникнення контакту з частинами, що під напругою
2	Організаційні	- інструктаж з правил електробезпеки з обов'язковим відображенням у журналі відділення; - наявність на робочому місці «інструкції по експлуатації» устаткування - організація заходів з перевіркою знань робітників правил роботи з електроустаткуванням та демонстрація прийняття мір у разі виникнення небезпеки ураження струмом	Доступність знань щодо безпеки експлуатації

1	2	3	4
3	Режимні	- Перевірка несправностей у відключеному стані - встановити такий порядок, щоб працівники, на яких покладено обов'язки з обслуговування електроустановок, вели ретельні спостереження за дорученим їм обладнанням і мережами – оглядом, перевіркою дії, випробуванням і вимірюванням [14]; - Проведення планових ТО згідно з журналами ППР	Уникнення контакту з елементами під напругою
4	Експлуатаційні	- Своєчасна заміна будь-яких пошкоджених елементів - Перевірка ізоляції елементів агрегатів, що знаходяться під напругою	Забезпечення безпечної роботи з об'єктом
5	Засоби індивідуального захисту	- Забезпечення працівників спецодягом, взуттям та рукавицями	Організація безпечної роботи з об'єктом

7.3.4 Пожежна безпека

Пожежна небезпека – це наявність газоподібних, рідких та твердих речовин, матеріалів або сумішей, які здатні підтримувати горіння [12].

Вогнегасник - технічний засіб, призначений для припинення горіння подаванням вогнегасної речовини, що міститься в його корпусі, під дією надлишкового тиску, за масою і конструктивним виконанням придатний для транспортування і застосування людиною. Найпоширенішими є порошкові вогнегасники завдяки універсальності, а також кращому співвідношенню ціна-якість. Ними можна гасити практично всі поверхні, матеріали та навіть електроприлади під напругою до 1000 В. Порошкові вогнегасники — це балон, заповнений вогнегасним порошком, під певним тиском [15].

Заходи з пожежної безпеки стрижневого відділення ливарного комплексу наведено в таблиці 7.11

Таблиця 7.11 – Заходи пожежної безпеки

№	Група номенклатурних заходів	Вид заходу	Критерій вибору
1	2	3	4
1	Технічні	- Ізоляція ділянок, передбачених для зберігання фенольної смоли та ізопропілового спирту; - Розміщення в приміщенні пожежного щита з наступною комплектацією: ящик для піску, вогнегасник порошковий ВП-5, лом, лопата, відро конусне, кошма; - Забезпечення відділення звуковою системою оповіщення аварійної небезпеки.	Уникнення потрапляння відкритого вогню до місць зберігання легкозаймистих речовин. Забезпечення відділення знаряддям ліквідації пожежі. Попередження персоналу про наявність небезпеки.
2	Організаційні	- проведення навчань з питань пожежної безпеки, включаючи інструктажі та пожежно-технічні мінімуми; - проведення перевірок, оглядів стану пожежної безпеки приміщення.	Доступність знань щодо безпеки експлуатації знарядь ліквідації пожежі. Дотримання вимог пожежної безпеки при оснащенні приміщення.
3	Режимні	- заборону куріння та застосування відкритого вогню в недозволених місцях; - недопущення появи сторонніх осіб на об'єкті, особливо у вибухо-небезпечних приміщеннях чи об'єктах	Попередження появи у відділенні джерела відкритого вогню

ВИСНОВКИ

При виконанні даного дипломного проєкту було реалізовано такі завдання:

- спроектовано стрижневе відділення, обрано високопродуктивне устаткування, яке виконує всі технологічно необхідні операції на цій ділянці;
- окремо розроблено та розраховано устаткування, що працює у спроектованому відділенні, а саме піскострільний стрижневий напівавтомат моделі 2Б83
- розроблено технологію виготовлення виливка «Кришка», яка здійснюється литтям в об'ємні разові сирі піщано-глинясті форми. Технологія забезпечує наближення виливка до готової деталі за розмірами та конфігурацією;
- проведені економічні розрахунки підтверджують доцільність роботи відділення, обраного устаткування та технології виготовлення виливка;
- аналіз небезпечних та шкідливих чинників, які існують при виконанні даної роботи, має допустимі результати, що є забезпеченням здорових умов праці та низький рівень забрудненості навколишнього середовища.

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ			
Розроб.		Карлінський						
Перевір.		Кочешков А.С.						
Н. Контр.		Лютий Р.В.						
Затверд.					Літ. Арк. Акрушів 78 81 КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ, ЛВЧКМ, ФЛ-81			

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Технология литейного производства [Электронный ресурс]: учебник / Ю. И. Категоренко [и др.]; под ред. Ю. И. Категоренко, В. М. Миляева. 2-е изд., перераб. и доп. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2018. 684 с.
2. Проектування ливарних цехів. Ч.1: підручник / Г. Є. Федоров, М. М. Ямшинський, В. Г. Могилатенко та ін. — К. : НТУУ «КП», 2011. — 588 с.
3. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту за освітньо-кваліфікаційним рівнем підготовки «бакалавр». Напрямок підготовки 6.050402 – Ливарне виробництво / Г.Є. Федоров, В.М. Дробязко, Л.М.Сиропоршнєв, М.М. Ямшинський.— К.: ВПК «Політехніка», 2011. – 67 с.
4. Б.С. Чуркин «Конструирование и расчет литниковых систем и прибылей для отливок», Екатеринбург, 2012, табл. 2.7, стр.106
5. Опоки ливарні. / С.П. Дорошенко, Г.Є. Федоров, М.М. Ямшинський, А.М. Фесенко, М.А. Фесенко. –К.: ДДМА, 2008. – 120 с.
6. Дорошенко С.П. Формувальні суміші. – К.: ІЗМН МОУ, 1997. – 140 с.
7. Чугун. Справочник / Под ред. А.Д. Шермана и А.А. Жукова. – М.: Металлургия, 1991 – 576 с.
8. Технологія ливарної форми [Текст]: метод. вказівки до виконання курсового проекту для студентів напряму 136 «Металургія», спеціальності «Ливарне виробництво чорних і кольорових металів» / Уклад.: Л.М. Сиропоршнєв, Р.В. Лютий. – К.: НТУУ «КП», 2015. – 72 с
9. Матвеев И.В., Тарский В.Л. Оборудование литейных цехов. Учебник для техникумов – М., «Машиностроение», 1976 – 440 с.
- 10.Гавриш О.А. та ін. Методичні рекомендації до розробки економічної частини дипломних проектів і робіт/О.А. Гавриш, В.І. Кривда, С.В. Нараєвський. – К.: ІВЦ “Політехніка”. – 2010. – 54 с.
- 11.НПАОП 27.0-1.01-08. Правила охорони праці в металургійній промисловості.

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Карлінський			ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Кочешков А.С.					79	81	
						КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ, ЛВЧКМ, ФЛ-81			
Н. Контр.		Лютий Р.В.							
Затверд.									

12. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання / К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний та ін. – К.: Основа, 2006. – 448 с.
13. Охорона праці та цивільний захист / О.Г. Левченко, О.І. Полукаров, В.В. Зацарний та ін. // За ред. О.Г. Левченка. □ К.: Основа, 2019. – 472 с.
14. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.
15. НАПБ Б.01.008-2018. Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників.

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					ФЛ81.8102.1110.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Карлінський			ДОДАТКИ			Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Кочешков А.С..								81	81
								КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ, ЛВЧКМ, ФЛ-81			
Н. Контр.		Лютий Р.В.									
Затверд.											

Перш. прийм.		Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	кп.	Примітки
Справ. №						Документація		
		A1		ФЛ81.8102.1110.001	Стрижневе відділення			
					Складальні одиниці			
			1	ФЛ81.8102.1110.001.001	Механічний візок	2		
			2	ФЛ81.8102.1110.001.002	Машина стрижнева моделі 310	1		
			3	ФЛ81.8102.1110.001.003	Кран мостовий 5 т	1		
			4	ФЛ81.8102.1110.001.004	Машина стрижнева моделі 2Б83	1		
			5	ФЛ81.8102.1110.001.005	Котковий змішувач	1		
Підп. і дата								
Зам. інв. №								
Підп. і дата								
Інв. № орг.								
ФЛ81.8102.1110.001 СП								
Зм. Арк. № докум. Підпис Дата								
Розробив Карлінський					Літ. Аркцш Аркцшів			
Перевірив Кочешков А.С.					1			
Н.контр. Лютий Р.В.					КПІ ім І. Сікорського			
Затверд.					ННІ ІМЗ, ЛВЧКМ, ФЛ-81			

Копіював

Формат А4

Формат		Зона	Поз.	Позначення	Найменування	кіль.	Примітка
А1					Документація		
				ФЛ81.8102.1110.003	Модельна плита з моделлю верха		
					Стандартні вироби		
			1	ФЛ81.8102.1110.003.001	Модель стояка	1	
			2	ФЛ81.8102.1110.003.002	Модель випору	1	
			3	ФЛ81.8102.1110.003.003	Модельна плита	1	
			4	ФЛ81.8102.1110.003.004	Модель виливка	1	
			5	ФЛ81.8102.1110.003.005	Модель шлаковика	1	
					Стандартні вироби		
			6		Болт М8х30	8	
					ГОСТ 20342-74		
			7		Штифт 8х30	2	
					ГОСТ 20340-74		
			8		Шайба 17.6	1	
					ГОСТ 20342-74		
			9		Штир 8х30	1	
					ГОСТ 20339-74		
				ФЛ81.8102.1110.003 СП			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Разробив		Карлінський			Модельна плита з моделлю верха		
Перевірів		Кочешков А.С.					
Н.контр.		Лютин Р.В.					
Затверд.							
		Літ.	Аркцш	Аркцшів			
				1			
КПІ ім І. Сікорського ННІ ІМЗ, ЛВЧКМ, ФЛ-81							

[illegible]

Ім'я користувача:
Михайло Михайлович Ямшинський

ID перевірки:
1011617265

Дата перевірки:
20.06.2022 11:08:19 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Library

Дата звіту:
20.06.2022 11:16:02 EEST

ID користувача:
76785

Назва документа: Диплом Карлінський

Кількість сторінок: 91 Кількість слів: 10736 Кількість символів: 102669 Розмір файлу: 2.08 MB ID файлу: 1011485428

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

7.47%
Схожість

Найбільша схожість: 2.08% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1011448582)

Пошук збігів з Інтернетом не проводився

7.47% Джерела з Бібліотеки

990

Сторінка 93

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0%
Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

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

Замінені символи

258

Підозріле форматування

69
сторінок