

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

ІНСТИТУТ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ТА ЗВАРЮВАННЯ ім. Є.О. ПАТОНА

Кафедра ливарного виробництва

До захисту допущено

Завідувач кафедри

_____ М.М. Ямшинський

(підпис) (ініціали, прізвище)

“ _____ ” _____ 20__ р.

**Дипломний проєкт на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Комп’ютеризовані процеси лиття»
спеціальності 136 «Металургія»**

**на тему: «Розроблення технологічного процесу виготовлення чавунного
виливка «Ступиця» та та організація роботи стрижневого відділення
ливарного цеху»**

Виконав: студент III курсу, групи ФЛ-п91

Криволап Григорій Павлович

(прізвище, ім’я, по батькові)

_____ (підпис)

Науковий керівник

доц. к.т.н. Сиропоршнєв Л.М.

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

_____ (підпис)

Консультант з економічно-
організаційної частини

к.е.н., ст. викл. Нараєвський С.В.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Консультант з охорони праці

д.т.н., проф. Левченко О.Г.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Консультант
з нормоконтролю

к.т.н., доц. Лютий Р.В.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент

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

_____ (підпис)

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

Студент _____

(підпис)

Київ – 2022 р.

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/П	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проєкт	2	
2	A4	ФЛ-п91.9102.1110.0000 ПЗ	Пояснювальна записка	73	
3	A1	ФЛ-п91.9102.1110.0001	Стрижневе відділення	1	
4	A1	ФЛ-п91.9102.1110.0002	Супорт	1	
5	A2	ФЛ-п91.9102.1110.0003	Модельна плита	1	
6	A2	ФЛ-п91.9102.1110.0004	Стрижневий ящик	1	
7	A1	ФЛ-п91.9102.1110.0005	Форма в зборі	1	
8	A1	ФЛ-п91.9102.1110.0006	Піскострільна машина	1	

					ФЛ-п91.9102.1110.0000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ				Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Криволап									
Перевір.		Сиропоршнів									
Реценз.									НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Н. Контр.											
Затверд.											

**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 СТУДЕНТА**

Криволапа Григорія Павловича

1. Тема дипломного проєкту: «Розроблення технологічного процесу виготовлення чавунного виливка «Ступиця» та організація роботи стрижневого відділення ливарного цеху», керівник: доц. к.т.н. Сиропоршнів Л.М.

Затверджено наказом по університету № Наказ № 994-с від 09 червня 2022 р.

2. Строк подання студентом проєкту: 14 червня 2022 р.

3. Вихідні дані: матеріали, зібрані у процесі проходження практики; літературні джерела; державні стандарти та інші нормативні документи; проєктна потужність ливарного цеху підприємства – 25 тис. т придатних виливків на рік; номенклатура виливків налічує 30 позицій масою від 8 кг до 43 кг із високоміцного чавуну та сталі; для виробництва виливка «Ступиця» застосовується високоміцний чавун марки ВЧ 400-15.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: 4.1 Розробити технологію виготовлення виливка у разових піщаних формах; 4.2 Спроектувати модельне та стрижневе оснащення; 4.3 Обґрунтувати вибір рецептур формувальних і стрижневих сумішей, протипригарних покриттів; 4.4 Розрахувати основні параметри та спроектувати устаткування для виготовлення стрижнів; 4.5 Розрахувати техніко-економічні показники; 4.6 Провести аналіз виробничої програми ливарного цеху; 4.7 Спроектувати стрижневе відділення ливарного цеху; 4.8 Розробити заходи з охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу: 5.1 Технологія виготовлення виливка «Ступиця»; 5.2 Модельна плита верху або низу із моделями; 5.3 Стрижневий ящик; 5.4 Форма у складеному вигляді; 5.5 План стрижневого відділення; 5.6 Устаткування для виготовлення стрижнів; 5.7 Техніко-економічні показники.

6. Консультанти розділів дипломного проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та по-сада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічна частина	Нарасєвський 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	23.06.22 р.	

Студент

Криволап Г. П.

Керівник

Сиропоршнев Л. М.

Пояснювальна записка
до дипломного проєкту
на тему: «Розроблення технологічного процесу виготовлення
чавунного виливка «Ступиця» та організація роботи
стрижневого відділення ливарного цеху»

РЕФЕРАТ

Дипломний проект: 73 стор., 37 табл., 7 рис., 21 посилань.

Об'єкт проектування – Технологічний процес виготовлення виливка з чавуну марки ВЧ400-15 "Ступиця" та організація роботи стрижневого відділення.

Предмет проектування – технологія ливарної форми та організація роботи стрижневого відділення.

Результати проектування – розроблено технологію ливарної форми, виконано технічне планування стрижневого відділення та розрахунок ливарного устаткування.

Результати проектування можуть бути рекомендовані: для впровадження при виробництві виливка масою до 100 кг, середньої складності в умовах серійного виробництва.

Галузь використання – машинобудування, військовопромисловий комплекс тощо.

СТУПИЦЯ, ПІСКОСТРІЛЬНА МАШИНА, ФОРМА ЛИВАРНА, МОДЕЛЬНА ПЛИТА, СТРИЖНЕВИЙ ЯЩИК, ВІДДІЛЕННЯ СТРИЖНЕВЕ

					ФЛ-п91.9102.1110.0000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РЕФЕРАТ					
Розроб.	Криволап									
Перевір.	Сиропоршнев									
Реценз.										
Н. Контр.										
Затверд.										
					Літ.		Арк.		Акрушів	
							6			
					НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського					

ABSTRACT

Thesis project: 73 pages, 37 tables, 7 figures, 21 links.

Object of design - Technological process of making cast iron castings of Gray cast iron 15 brand "Hub" and organization of work of the rod department.

Subject of design - molding technology and organization of the rod department.

Design results - foundry technology developed, technical planning of the rod department and calculation of foundry equipment.

The design results can be recommended: for implementation in the production of castings weighing up to 100 kg, medium complexity in terms of mass production.

Field of use - mechanical engineering, instrument making, military-industrial complex, etc.

HUB, CORE BLOWING MACHINE, FOUNDRY FORM, MODEL PLATE, ROD BOX, CORE DEPARTMENT

					ФЛ-п91.9102.1110.0000 ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Криволап			ABSTRACT				Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Сиропоршнів									7	
Реценз.									НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського			
Н. Контр.												
Затверд.												

ЗМІСТ

ВСТУП	10
1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ	11
1.1. Виробнича програма	11
1.2. Аналіз виробничої програми	13
1.1. Характеристика виробництва та вибір технології виготовлення	13
2. СТРУКТУРА ЛИВАРНОГО ЦЕХУ	16
3. РЕЖИМ РОБОТИ ТА ФОНДИ ЧАСУ	18
4. ПРОЕКТУВАННЯ СТРИЖНЕВОГО ВІДДІЛЕННЯ	20
5. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «СТУПИЦЯ»	23
5.1. Обґрунтування технології виготовлення виливка	23
5.1.1. Загальна характеристика литої деталі	23
5.1.2. Аналіз можливих способів виготовлення виливка	23
5.1.3. Обґрунтування положення виливка у формі	24
5.1.4. Усадка металу	25
5.1.5. Вибір припусків на механічне оброблення	25
5.1.6. Вибір кількості і меж стрижнів	26
5.2. Вибір типу та розрахунок розмірів опок	27
5.2.1. Визначення кількості виливків та їх розміщення у формі	27
5.2.2. Розрахунок лінійних розмірів опок	28
5.2.3. Характеристика вибраних опок	31
5.3. Розрахунок ливникової системи	31
5.3.1. Обґрунтування вибраної конструкції ливникової системи	31
5.3.2. Розрахунок площ основних елементів ливникової системи	32
5.3.3. Визначення лінійних розмірів усіх елементів	33
5.3.4. Розрахунок маси ливникової системи	35
5.4. Формувальні та стрижневі суміші	36
5.4.1. Обґрунтування вибору складу сумішей	36
5.4.2. Рецептатура та властивості сумішей	37
5.4.3. Методи запобігання утворенню пригару	37
5.4.4. Технологія приготування сумішей і фарб	38
5.5. Характеристика модельного комплекту	39
5.5.1. Обґрунтування вибраних матеріалів	39

					ФЛ-п91.9102.1110.0000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЗМІСТ		
Розроб.		Криволап					
Перевір.		Сиропоршнєв					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Акрушів
						8	73
					НТУУ КПІ		
					ім. Ігоря Сікорського		

5.5.2. Склад модельного комплекту	39
5.5.3. Особливості конструкції модельної плити	40
5.5.4. Особливості конструкції стрижневого ящика	40
5.6. Опис технології виготовлення виливка	41
5.6.1. Порядок операцій при формуванні	41
5.6.2. Порядок операцій при виготовленні стрижня	41
5.6.3. Порядок операцій при складанні форми	42
5.6.4. Заливання і вибивання форми	42
5.6.5. Використовувані пристрої для виготовлення форм і стрижнів	43
5.6.6. Технологія очищення та обрубки виливка	43
5.6.7. Можливі дефекти виливка	43
5.7. Техніко-економічні показники	44
5.7.1. Розрахунок піднімальної сили	44
5.7.2. Розрахунок витрати сумішей на тонну придатного литва	46
5.7.3. Розрахунок виходу придатного литва	48
6. ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНОГО УСТАТКУВАННЯ	49
6.1. Призначення та межі використання	49
6.2. Розрахунок основних параметрів машини	49
6.3. Технічна характеристика піскострільної машини та догляд за нею	55
7. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ	57
7.1. Розрахунок електроенергії для забезпечення роботи спроектованого відділення	57
7.2. Чисельність виробничих робітників відділення	59
7.3. Визначення фондів заробітної плати	59
7.4. Розрахунок капітальних вкладень	61
7.5. Визначення планової собівартості одиниці продукції	62
8. ОХОРОНА ПРАЦІ	63
8.1. Загальна характеристика умов праці у стрижневому відділенні	63
8.2. Відповідність реальних та нормативних вимогам розташування технологічного обладнання	64
8.3. Шкідливі виробничі фактори та їх оцінка	64
8.4. Заходи пожежної безпеки	69
8.5. Висновок до розділу	70
ВИСНОВКИ	71
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	72
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Ливарне виробництво – це частина металургійної промисловості, що займається отриманням виливків з різних металів чи сплавів шляхом заливанням останіх у порожнину ливарної форми, конфігурація якої відповідає конфігурації виливка.

З кожним роком попит на продукцію, що виготовляється за допомогою ливарного виробництва не зменшується, а тільки зростає. Тому збільшується і необхідність максимально модернізувати ливарні цехи у сторону автоматизації та механізації усіх процесів.

Найбільш простим та легким способом виготовлення виливів, з боку кількості та складності операцій при виготовленні – є лиття в піщано-глинясті форми, оскільки воно має ряд переваг перед іншими: полегшує навчання працівників на виробництві, невеликі витрати і собівартість продукції, можливість перероблення відходів виробництва (перероблення відпрацьованої суміші та браку виливків, тощо), що і утримує даний вид лиття на плаву та з кожним роком додає науковцям, у даній сфері, натхнення для модернізації та удосконалення цих процесів.

Завданням даного диплому є розроблення технології виготовлення чавунного виливка та проектування стрижневої дільниці.

					ФЛ-п91.9102.1110.0000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Криволап			ВСТУП			Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Сиропоршнєв								10	
Реценз.								НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського			
Н. Контр.											
Затверд.											

1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ

1.1. Виробнича програма

Виробнича програма є базовим документом для розроблення та проектування будь-якого з технологічних відділень ливарного цеху [1].

Виробнича програма містить завдання на робочих рік для заданого цеху, За робочий рік даний цех має випускати задану кількість придатного литва. Річна кількість виливків розраховується з урахуванням річної програми.

Цех заданий для проектування, відноситься до ливарних цехів великосерійного виробництва, для яких номенклатура виливків складає не більше за 200 найменувань і серійність не менше 1000 шт. в рік, і має масу виливків – від 0,3 кг до 43,0 кг. [1].

Номенклатура представлена у таблиці 1.1

					ФЛ-п91.9102.1110.0000 ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Криволап			АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ				Лім.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Сиропоршнєв									11	
Реценз.									НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського			
Н. Контр.												
Затверд.												

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			
1.	Барабан 1	ФЛ-п91-1	ВЧ400-15	12,0	1	12,0	Низькотемп. відпал
2.	Ступиця	ФЛ-п91-2	ВЧ400-15	43,0	1	43,0	Низькотемп. відпал
3.	Вушко	ФЛ-п91-3	35Л	2,9	2	5,80	Нормалізація+ відпуск
4.	Накладка 1	ФЛ-п91-4	35Л	0,9	2	1,80	Нормалізація+ відпуск
5.	Опора 1	ФЛ-п91-5	ВЧ400-15	6,5	2	13,00	Низькотемп. відпал
6.	Опора 2	ФЛ-п91-6	ВЧ400-15	6,5	2	13,00	Низькотемп. відпал
7.	Кронштейн 1	ФЛ-п91-7	35Л	2,7	1	2,70	Нормалізація+ відпуск
8.	Кронштейн 2	ФЛ-п91-8	35Л	3,9	1	3,90	Нормалізація+ відпуск
9.	Кронштейн 3	ФЛ-п91-9	35Л	3,9	2	7,80	Нормалізація+ відпуск
10.	Кронштейн 4	ФЛ-п91-10	35Л	4,5	1	4,50	Нормалізація+ відпуск
11.	Кронштейн 5	ФЛ-п91-11	35Л	4,2	1	4,20	Нормалізація+ відпуск
12.	Корпус 1	ФЛ-п91-12	35Л	2,8	1	2,80	Нормалізація+ відпуск
13.	Опора 3	ФЛ-п91-13	ВЧ400-15	5,2	4	20,80	Низькотемп. відпал
14.	Кришка 1	ФЛ-п91-14	35Л	4,2	1	4,20	Нормалізація+ відпуск
15.	Притиск	ФЛ-п91-15	ВЧ400-15	0,7	1	0,70	Низькотемп. відпал
16.	Вилка	ФЛ-п91-16	ВЧ400-15	7,6	1	7,60	Низькотемп. відпал
17.	Ковш	ФЛ-п91-17	ВЧ400-15	2,5	1	2,50	Низькотемп. відпал
18.	Клин ковша	ФЛ-п91-18	ВЧ400-15	0,3	1	0,30	Низькотемп. відпал
19.	Корпус 2	ФЛ-п91-19	35Л	6	1	6,00	Нормалізація+ відпуск
20.	Обмежувач	ФЛ-п91-20	ВЧ400-15	5,2	1	5,20	Низькотемп. відпал
21.	Кронштейн 6	ФЛ-п91-21	35Л	6	1	6,00	Нормалізація+ відпуск
22.	Кронштейн 7	ФЛ-п91-22	35Л	6,2	1	6,20	Нормалізація+ відпуск
23.	Кронштейн 8	ФЛ-п91-23	35Л	3,2	2	6,40	Нормалізація+ відпуск
24.	Кронштейн 9	ФЛ-п91-24	35Л	1,2	2	2,40	Нормалізація+ відпуск
25.	Кронштейн 10	ФЛ-п91-25	35Л	4,3	1	4,30	Нормалізація+ відпуск
26.	Кронштейн 11	ФЛ-п91-26	35Л	4,8	1	4,80	Нормалізація+ відпуск
27.	Кришка 2	ФЛ-п91-27	35Л	6,4	2	12,80	Нормалізація+ відпуск
28.	Супорт 1	ФЛ-п91-28	ВЧ400-15	12	2	24,00	Низькотемп. відпал
29.	Супорт 2	ФЛ-п91-29	ВЧ400-15	12	2	24,00	Низькотемп. відпал
30.	Подушка	ФЛ-п91-30	ВЧ400-15	3,8	4	15,20	Низькотемп. відпал
Всього						268,20	

					ФЛ-п91.9102.1110.0000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			12

1.2 Аналіз виробничої програми

Дані з таблиці 1.1 використовуємо для розрахунку річної кількості виливків кожного найменування. Згідно з розрахунками складаємо точну виробничу програму ливарного цеху (табл. 1.2).

Номенклатуру виливків розбиваємо на дві масові групи:

1-ша група – маса виливків складає від 0,3 до 10 кг;

2-га група – маса виливків складає від 10 до 43,0 кг.

Для виливків розраховуємо їхню кількість, виходячи з річної програми цеху.

Для цього визначаємо кількість виробів за рік. Спочатку розраховуємо масу литва на один виріб (це алгебраїчна сума мас усіх виливків за номенклатурою), яка складає 268,2 кг.

Розраховуємо кількість виробів на рік:

$$N = 25000 / 0,2682 = 93214 \text{ виробів за рік}$$

Тобто, якщо цех буде випускати 93214 виробів за рік це буде відповідати продуктивності 25000 тис. тон за рік.

1.3. Характеристика виробництва та вибір технології виготовлення

Згідно номенклатури та призначення ливарного цеху у ньому виготовляються виливки із сталі 35Л та ВЧ400-15. Потужність цеху 25000 тон придатного литва за рік. За характером виробництва цех відноситься до цехів великосерійного виробництва.

Головними чинниками для вибору технології литва і обладнання для виробництва виливків є: характер виробництва, маса виливків та їх габарити, клас розмірної точності, рід сплаву, вид виробничої програми та потужність ливарного цеху.

Враховуючи вище зазначене, приймаємо, що в проектованому цеху литво виробляється в разових об'ємних піщано-глинястих сирих формах.

					ФЛ-п91.9102.1110.0000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2 – Точна виробнича програма ливарного цеху

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	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 0-10												
1.	Вушко	ФЛ-п91-3	35Л	2,9	2	5,80	158464	459,5	15	27964	81,1	186428	540,6
2.	Накладка 1	ФЛ-п91-4	35Л	0,9	2	1,80	158464	142,6	15	27964	25,2	186428	167,8
3.	Опора 1	ФЛ-п91-5	ВЧ400-15	6,5	2	13,00	158464	1030,0	15	27964	181,8	186428	1211,8
4.	Опора 2	ФЛ-п91-6	ВЧ400-15	6,5	2	13,00	158464	1030,0	15	27964	181,8	186428	1211,8
5.	Кронштейн 1	ФЛ-п91-7	35Л	2,7	1	2,70	79232	213,9	15	13982	37,8	93214	251,7
6.	Кронштейн 2	ФЛ-п91-8	35Л	3,9	1	3,90	79232	309,0	15	13982	54,5	93214	363,5
7.	Кронштейн 3	ФЛ-п91-9	35Л	3,9	2	7,80	158464	618,0	15	27964	109,1	186428	727,1
8.	Кронштейн 4	ФЛ-п91-10	35Л	4,5	1	4,50	79232	356,5	15	13982	62,9	93214	419,5
9.	Кронштейн 5	ФЛ-п91-11	35Л	4,2	1	4,20	79232	332,8	15	13982	58,7	93214	391,5
10.	Корпус 1	ФЛ-п91-12	35Л	2,8	1	2,80	79232	221,8	15	13982	39,1	93214	261,0
11.	Опора 3	ФЛ-п91-13	ВЧ400-15	5,2	4	20,80	316928	1648,0	15	55928	290,8	372856	1938,9
12.	Кришка 1	ФЛ-п91-14	35Л	4,2	1	4,20	79232	332,8	15	13982	58,7	93214	391,5
13.	Притиск	ФЛ-п91-15	ВЧ400-15	0,7	1	0,70	79232	55,5	15	13982	9,8	93214	65,2
14.	Вилка	ФЛ-п91-16	ВЧ400-15	7,6	1	7,60	79232	602,2	15	13982	106,3	93214	708,4
15.	Ковш	ФЛ-п91-17	ВЧ400-15	2,5	1	2,50	79232	198,1	15	13982	35,0	93214	233,0
16.	Клин ковша	ФЛ-п91-18	ВЧ400-15	0,3	1	0,30	79232	23,8	15	13982	4,2	93214	28,0
17.	Корпус 2	ФЛ-п91-19	35Л	6	1	6,00	79232	475,4	15	13982	83,9	93214	559,3
18.	Обмежувач	ФЛ-п91-20	ВЧ400-15	5,2	1	5,20	79232	412,0	15	13982	72,7	93214	484,7
19.	Кронштейн 6	ФЛ-п91-21	35Л	6	1	6,00	79232	475,4	15	13982	83,9	93214	559,3
20.	Кронштейн 7	ФЛ-п91-22	35Л	6,2	1	6,20	79232	491,2	15	13982	86,7	93214	577,9
21.	Кронштейн 8	ФЛ-п91-23	35Л	3,2	2	6,40	158464	507,1	15	27964	89,5	186428	596,6
22.	Кронштейн 9	ФЛ-п91-24	35Л	1,2	2	2,40	158464	190,2	15	27964	33,6	186428	223,7
Всього												1741500	3995,8

ФЛ-п91.9102.1110.0000 ЦЗ

2.СТРУКТУРА ЛИВАРНОГО ЦЕХУ

Ливарний цех у своїй структурі повинен мати такі основні та допоміжні відділення (дільниці):

1) виробничі відділення:

відділення плавлення металу;

формувальне відділення;

стрижневе відділення;

сумішоприготувальне відділення;

обрубувально-очисне відділення з термічними печами;

2) допоміжні відділення:

ремонтно-механічна дільниця;

ділянка зберігання та ремонту ковшів;

ділянка регенерації суміші;

земельна лабораторія та лабораторія експрес-аналізу металу;

3) склади:

підготовки та зберігання шихти и формувальних матеріалів;

модельного оснащення;

готової продукції;

4) адміністративно-побутові приміщення.

Ділянка, яка проектується, розміщується у ливарному цеху компонування якого представлено на рис. 2.1. Таке компонування притаманне цехам великосерійного виробництва дрібних та середніх виливків.

					ФЛ-п91.9102.1110.0000 ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Криволап			СТРУКТУРА ЛИВАРНО-ГО ЦЕХУ				Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Сиропоршнів									16	
Реценз.									НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського			
Н. Контр.												
Затверд.												

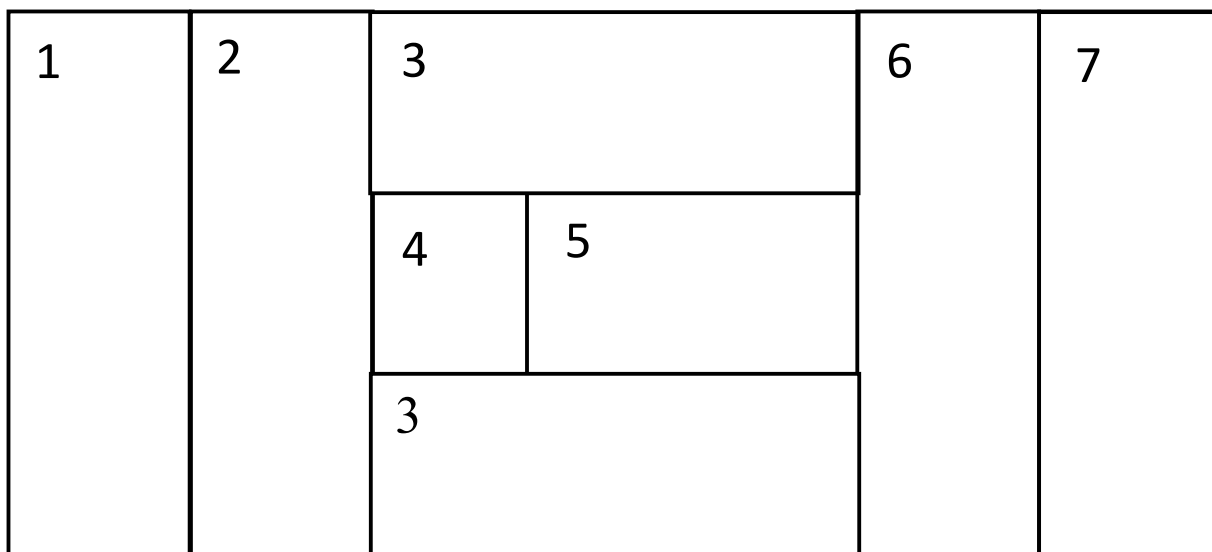


Рис.2.1. Схема компонування ливарного цеху.

- 1 – дільниця підготовки шихтових матеріалів;
- 2 – плавильна дільниця;
- 3 – формувальна дільниця;
- 4 – стрижневе відділення;
- 5 – сумішоприготувальне відділення;
- 6 – обрубувально-очисне відділення;
- 7 – склад для придатних виливків.

3 РЕЖИМ РОБОТИ ТА ФОНДИ ЧАСУ

Режим роботи ливарного цеху залежить від режиму виконання операцій процесів визначених технологією, а також організації виробничого процесу.

Найбільшого поширення набув двозмінний паралельний режим, при якому третя зміна відводиться для профілактики і ремонту устаткування. Фактори які обумовлюють вибір режиму роботи [2]:

- маса вилівка;
- потужність цеху;
- кількість працівників;
- серійності виробництва;
- технологічної складності лиття;
- роду металу;
- типу плавильних агрегатів.

Приймаємо двозмінний паралельний режим роботи, що дозволить раціонально використовувати площі цеху та відповідне обладнання.

Встановлюємо фонди часу роботи устаткування та робітників згідно формули[1]:

$$\Phi_k = P \cdot D, \quad (3.1)$$

де Φ_k – календарний фонд часу, год;

P – кількість днів у році, днів;

D – кількість годин у добі, год.

Підставивши дані у формулу матимемо:

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

Номінальний фонд часу – це час, протягом якого виконується робота за прийнятим режимом, але без урахування планових та непередбачуваних втрат часу.

					ФЛ-п91.9102.1110.0000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Криволап			РЕЖИМ РОБОТИ ТА ФОНДИ ЧАСУ			Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Сиропоршнев								18	
Реценз.								НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського			
Н. Контр.											
Затверд.											

Номінальний фонд часу розраховується за формулою[1]:

$$\Phi_n = C \cdot \Gamma, \quad (3.2)$$

де Φ_n – номінальний фонд часу, год;

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

Γ – кількість годин в залежності від кількості змін, 1 зм. – 8 год.

З урахуваннями святкових та вихідний днів рік має 250 робочих днів.

При однозмінному (8ми годинному) режимі роботи номінальний фонд часу розраховуємо за формулою 3.2.: $\Phi_n = 250 \cdot 8 = 2000$ год. При дво-змінному режимі роботи за формулою 3.2 матимемо:

$$\Phi_n = 250 \cdot 16 = 4000 \text{ год.}$$

Дійсний фонд визначаємо за формулою 3.3[1]:

$$\Phi_d = \Phi_n - B, \quad (3.3)$$

де Φ_n – номінальний фонд часу, год;

B – витрати часу на освоєння виробництва та непередбачені витрати.

За умови сорока годинного робочого тижня і 28-денній відпустці дійсний фонд часу для робочих становить:

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

Дані щодо режиму роботи цеху та фондів часу наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Режим роботи ливарного цеху та фонди часу роботи устаткування і робітників

№ по пор.	Найменування відділень, дільниць, тип обладнання	Кількість робочих змін за добу	Дійсний річний фонд часу, год	
			Устаткування	Робітників
1	2	3	4	5
1	Плавильне (індукційні печі)	2	3760	1776
2	Формувальне	2	3600	1840
3	Стрижневе	2	3680	1840
4	Сумішоприготувальне	2	3600	1840
5	Фінішних операцій: Вибивне очисне обладнання	2	3680	1840
6	Допоміжні відділення	2	3800	1840

4. ПРОЕКТУВАННЯ СТРИЖНЕВОГО ВІДДІЛЕННЯ

Стрижневе відділення розробляємо у наступному порядку :

- визначаємо литво у котрому застосовуються стрижні;
- поділяємо стрижні за масою та складністю виготовлення;
- обираємо техноцес отримання стрижнів;
- обираємо необхідне обладнання;
- обираємо розміри складів;
- розроблення відділення з врахуванням транспортних потоків;
- визначаємо площу відділення.

Об'єм виробництва та орієнтовну номенклатуру стрижнів для чавунних і сталевих виливків (якщо технологічна документація відсутня) визначаємо за нормативами розрахункової кількості стрижнів на 1 т придатних виливків і заносими у таблицю 4.1.

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

Кількість автоматичних або механізованих ліній для виготовлення стрижнів за кількістю зйомів за рік (табл. 4.2) визначаємо за формулою:

$$L_c = B_p \cdot K_n / (\Phi_d \cdot q),$$

де: B_p – річна кількість зйомів, шт.;

K_n – коефіцієнт нерівномірності роботи лінії (1,05 – 1,3);

q – продуктивність лінії, зйомів/год.;

Φ_d – дійсний фонд часу роботи устаткування, год.

Розрахунок кількості устаткування зводимо у таблицю 4.2.

					ФЛ-п91.9102.1110.0000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПРОЕКТУВАННЯ СТРИЖНЕВОГО ВІДДІЛЕННЯ		
Розроб.		Криволап					
Перевір.		Сиропоршнєв					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Акрушів
						20	
					НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського		

Таблиця 4.1 – Визначення кількості стрижнів

Середня маса стрижня кг	Розподілення стрижнів по ваговим групам, шт.				Всього, шт.	
	0-10		10-43		на	З врахуванням браку
	на 1 т	на рік	на 1 т	на рік	рік	
1	2	3	4	5	6	7
0,5	138	2121196	24,5	235911	2357107	2592818
1,75	63	968372	8,6	82809	1051182	1156300
4,25	43	660953	19,3	185840	846792	931472
8	5,4	83003	7,8	75106	158110	173921
13,35	1,5	23056	3,7	35627	58684	64552
20,85	1,5	23056	2	19258	42314	46546
32,5	2	30742	4,2	40442	71184	78302

Таблиця 4.2 – Розрахунок кількості стрижневого обладнання

Групи стрижнів по масі, кг	Кількість стрижнів на рік, шт./рік	Тип машини	Максимальна маса стрижня, кг	Кількість стрижнів у ящику, шт.	Кількість ящиків, шт.		Продуктивність обладнання, з/г	Кількість, шт		Кз
					За рік	За год.		Розрахункова.	прийн.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,5	2592818	L5	6	12	216069	385,7	100	3,86	5	0,77
1,75	1156300	L5	6	3	385434					
4,25	931472	L5	6	1	931472					
8	173921	Л16Х	16	2	86961	41,6	60	0,69	1	0,69
13,35	64552	Л16Х	16	1	64553					
20,85	46546	Л40Х	40	1	46546	34,3	50	0,69	1	0,69
32,5	78302	Л40Х	40	1	78303					

Для виготовлення стержнів масою до 100 кг вибираємо швидкотвердіючі суміші, які виготовляють у шнекових змішувачах. Для виготовлення стержнів масою до 6 кг використовуємо піскострільную машину мод. L5. Для забезпечення високої якості і продуктивності стержні масою до 16 і 40 кг виготовляються на механізованих лініях моделей Л16Х і Л40Х відповідно.

					ФЛ-п91.9102.1110.0000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						21

Для фарбування стержнів вибираємо фарбувальні камери, що збільшує продуктивність і не забруднює атмосферу цеху.

Готові стержні зберігаються на складі, який обладнаний підвісним штовхаючим конвеєром з рейками-накоплювачами, що знижує тяжку монотонну роботу по навантаженні і розвантаженні.

Для складування оснастки на відділенні проектуємо стелажі, які компактні і не займають багато місця.

Технічна характеристика обраного обладнання приведена в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Технічна характеристика обладнання

Параметри	Л16Х	Л40Х
1. Найбільший об'єм стрижня, кг	16	40
2. Габарити стрижневого ящика, мм:		
- довжина	630	800
- ширина	500	630
- висота	445	495
3. Циклова продуктивність, з/год	120	100
4. Витрати стиснутого повітря, м ³ /ц	120	270
5. Габаритні розміри, мм:		
- довжина	20720	23000
- ширина	4260	5180
- висота	-	-
6. Маса, кг	39300	45000

5. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «СТУПИЦЯ»

5.1. Обґрунтування технології виготовлення виливка

5.1.1. Загальна характеристика литої деталі

Деталь “Ступиця” – корпусна деталь, яка призначена для встановлення підшипників, та з’єднання декількох вузлів механізму.

Деталь “Ступиця” виготовлена зі сплаву ВЧ400-15 ДСТУ 3925-99 має габаритні розміри Ø487x240 мм, з середньою товщиною стінки – 14 мм. Наша деталь має оброблювані поверхні для встановлення підшипників та отвори для фіксації деталі «Ступиця» по корпусу.

Маса деталі становить – 43 кг, і відноситься до середнього литва та 4 групи складності.

Деталь “Ступиця” має десять оброблюваних поверхонь

Шорсткість оброблюваних поверхонь: Ra 2,5, Ra 5, Ra 10.

Для деталі “Ступиця” вибираємо механічні властивості та хімічний склад чавуну марки ВЧ400-15 по ДСТУ 3925-99 [2]

Таблиця 5.1. Хімічний склад сплаву ВЧ400-15 по ДСТУ 3925-99

Масова доля елементів, %						
Вуглець	Кремній	Марганець	Магній	Фосфор	Сірка	Хром
				не більше		
3,3-3,8	1,9-2,9	0,2-0,6	0,04-0,08	0,1	0,02	0,1

Границя міцності на розтяг – 400 МПа.

Відносне подовження - 15 %

Твердість - 140 – 202 НВ.

5.1.2. Аналіз можливих способів виготовлення виливка

При обґрунтуванні способу виготовлення виливка беремо до уваги серійність виробництва, матеріал виробу та технічні вимоги, які висуваються

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Криволап			ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА			Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Сиропоршнєв								23	
Реценз.								НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського			
Н. Контр.											
Затверд.											

до нього, що в свою чергу впливає на ціноутворення опочно-модельного оснащення.

Враховуючи, що виливок «Ступиця» виготовляється в умовах ливарного цеху великосерійного виробництва, вибираємо виготовлення виливка в разових об'ємних піщано-глинястих сирих формах з використанням формування на автоматичній формувальній лінії, що забезпечує високу продуктивність, точність виливка, механізацію трудомістких операцій ущільнення формувальної суміші і вилучення моделі.

Стрижні виготовляємо з хімічно-тверднучої суміші.

5.1.3. Обґрунтування положення виливка у формі

Згідно з ГОСТ 3.1125-88 для вибору площини рознімання форми та моделі застосовуємо певні рекомендації:

- відповідальні робочі частини, плоскі поверхні великої відстані, механічно оброблювані поверхні, за можливості, розміщуємо внизу; у крайньому випадку - вертикально або похило;
- для деталей, які мають стрижні, необхідно передбачати надійне кріплення стрижнів та передбачати контроль розмірів між формою та стрижнем, при встановленні останнього;
- тонкі стінки виливків розміщуємо у нижній частині пів форми, вертикально або похило для запобігання недодавання литва.

Вибір площини роз'єму форми залежить від визначення положення ливарної форми при заливанні. Для визначення поверхні роз'єму застосовують такі рекомендації:

- форма и модель повинні мати одну поверхню роз'єднання, бажано плоску горизонтальну, зручну для виготовлення і збирання форми;
- модель повинна вільно вилучатися із форми;
- всю відливку, якщо дозволяє її конструкція, потрібно розміщувати в одній (переважно нижній) напівформі з метою попередження перекосів ;

						Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- при формуванні у парних опоках необхідно прагнути до того, щоб загальна висота форми була мінімальною.

Застосовуючи вище наведенні рекомендації, виливок розміщуємо вертикально, пропорційно у верхній та нижній півформах. Це положення у формі дозволяє підвести рідкий сплав у порожнину ливарної форми без утруднень. Отвори діаметром до 20 мм методом литва не отримуємо.

5.1.4. Усадка металу

Усадка виливка (зміна об'єму та лінійних розмірів) проходить на всіх стадіях формування виливка із рідкого металу. Вона сприяє утворенню усадкових раковин та поруватості, ливарних напружень, гарячих та холодних тріщин, впливає на вагову точність виливка, його герметичність та щільність.

Усадкові процеси, які протікають при формуванні виливка, визначаються хімічним складом металу, температурою його перегрівання над лінією ліквідусу, фазовими переходами в рідкому та твердому станах, наявністю домішок в металі та швидкістю відведення тепла як при кристалізації розплаву, так і при подальшому його охолодженні в формі.

За літературними даними ливарна (утруднена) усадка, чавунного сплаву марки ВЧ400-15 по ДСТУ 3925-99 становить $\gamma = 1,2 \dots 1,7 \%$.

Приймаємо усадку сплаву – $\gamma = 1,5\%$.

5.1.5. Вибір припусків на механічне оброблення

Для досягнення потрібної шорсткості робочих поверхонь необхідно призначити припуски на механічне оброблення.

Величину припусків на механічне оброблення призначаємо у відповідності до вимог ГОСТ 26645-85. Вибрані припуски на механічне оброблення занесено до таблиці 5.2.

						Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.2. Припуски на механічне оброблення [3]

1. Тип сплаву	ВЧ400-15 по ДСТУ 3925-99					
2. Технологічний процес	форми по сирому, з піщано-глиняної суміші з вологістю 3,4 – 3,8 %					
3. Найбільший габаритний розмір, мм	487					
4. Клас розмірної точності	(9-13) 11					
5. Степінь жолоблення	(7 - 10) 9					
6. Степінь точності поверхні	(13 -19) 15					
7. Клас точності мас	(8 - 15) 12					
8. Номінальний розмір вилівка, мм	26н	145в	Ø 180	240 н/в	Ø 270	Ø487
9. Шорсткість поверхні	10	10	2,5	5	5	10
10. Допуск розмірів вилівка, мм	3,6	5,0	5,6	5,6	6,4	7,0
11. Допуск форми та розташування вилівка, мм	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	3,2
12. Загальний допуск, мм	4,0/ 2,0	5,0/ 2,5	6,4/ 3,2	7,0/ 3,5	7,0/ 3,5	9,0/ 4,5
13. Вид кінцевої обробки	напівчистова		чистова	напівчистова		
14. Ряд припусків	(6 - 9) 8					
15. Загальний припуск на сторону, мм	3,0	3,6	4,5	4,3	4,3	5,3
16. Прийнятий припуск, мм	3	5	5	4/5	5	6

Точність вилівка 11 – 9 – 15 – 12 ГОСТ 24665-85.

Припуск на механічне оброблення наносимо на креслення деталі, для зручності візуалізації робимо його червоним кольором.

Розмір припуску на оброблення вказуємо перед знаком оброблення.

5.1.6. Вибір кількості і меж стрижнів

Для отримання внутрішньої конфігурації литва використовуються болвани та стрижні. Щоб стрижень при заливанні не зміщувався використовуються фіксатори – стрижневі знаки.

Розміри стрижневих знаків залежать від габаритів самого стрижня, стану форми та розміщення стрижня у формі, та вибираються по ГОСТ 3212-92 [4].

Для отримання виливка «Ступиця», так як він має розгалужену внутрішню будову використовуємо 2 стрижні. Стрижень №1 має лише нижній вертикальний знак, стрижень №2 верхній та нижній вертикальний знак.

Розміри стрижневих знаків та зазорів, що вибрали по ГОСТ 3212-92 заносимо у табл.5.3.

Таблиця 5.3. Вибір розмірів знаків, зазорів, ухилів стрижневих знаків

Номер стрижня	Діаметр або(a+v)/2 стрижня, мм	Висота стрижня Н, мм	Висота нижнього знаку, h _н мм	Висота верхнього знаку, h _н мм	Ухил знаку				Технологіч-ний зазор, мм	
					а		β			
					град	мм	град	мм	S ₁	S ₂
1	Ø 302	132	35	-	10	4,5	-	-	0,6	-
2	Ø 180	133	35	20	10	4,5	15	8,2	0,5	0,8

Конструкція стрижнів, знаки і зазори позначені на кресленні №1 основною тонкою лінією синього кольору. Так як внутрішня конфігурація виливка розгалужена, та має взаємозв'язок з зовнішньою конфігурацією, тому передбачаємо спеціальні фіксатори на знакових частинах, для запобігання обертання стрижнів.

5.2. Вибір типу та розрахунок розмірів опок

5.2.1. Визначення кількості виливків та їх розміщення у формі

Беручи до уваги розміри виливка 499 × 470 × 249 мм, та вагу 52 кг, а також розміщення елементів ливникової системи у формі розміщуємо один виливок.

5.2.2. Розрахунок лінійних розмірів опок

Опока – пристосування, яке використовується для утримання формувальної суміші, надання їй міцності та жорсткості, а також транспортування готової форми на операції збирання, заливання, охолодження та вибивки.

Опока включає в себе: рамку, ребра жорсткості, елементи транспортування, елементи центрування та кріплення.

Орієнтовні розміри опок визначаються розрахунком, при цьому враховуємо розміщення виливка у формі, розміщення ливниково-живильної системи.

Головна мета при виборанні розмірів опок – мінімізувати витрати формувальної суміші.

Відстані при розрахунку опок від виливка до стінок, низу та верху опок приймаємо у відповідності з табл. 5.4.

Таблиця 5.4. Відстані від виливка до стінок опоки

Позначення	а	б	в	г
Рекомендовано, мм	60-80	80-100	80-100	60-80
Приймаємо, мм	70	90	90	70

Виконуємо ескіз розміщення виливка з ливниковою системою, та проводимо орієнтовний розрахунок розмірів.

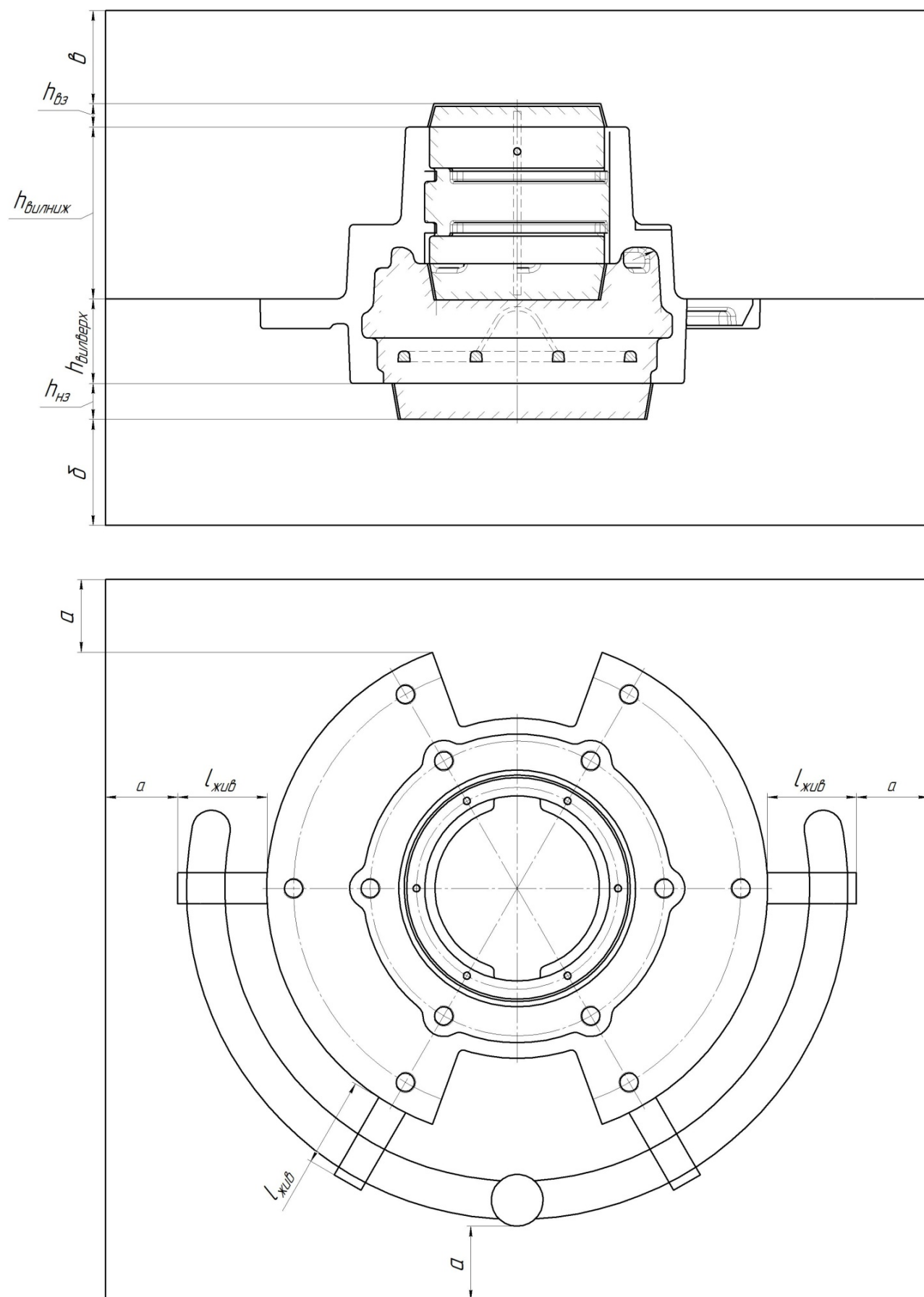


Рис.5.1. Схема для розрахунку розмірів опоки

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	29

Довжина опоки:

$$L_{оп} = l_{вил} + 2a + 2l_{жив} \quad (5.1)$$

де $L_{оп}$ - розрахункова довжина опоки, мм;

$l_{вил}$ - довжина виливка, мм;

$l_{жив}$ - довжина живильника, мм; приймаємо попередньо $l_{жив} = 80$ мм

a – відстань від виливка до стінок опоки, мм.

$$L_{оп} = 499 + 2 \cdot 70 + 2 \cdot 80 = 799 \text{ мм}$$

Ширина опоки:

$$B_{оп} = b_{вил} + l_{жив} + 2a \quad (5.2)$$

де $B_{оп}$ – розрахункова ширина опоки, мм;

$b_{вил}$ – ширина виливка, мм;

$$B_{оп} = 470 + 80 + 2 \cdot 70 = 690 \text{ мм}$$

Розроховуємо висоту нижньої опоки:

$$H_{оп}^н = h_{вилниж} + b + h_{нз} \quad (5.3)$$

де $H_{оп}^н$ - розрахункова висота нижньої опоки, мм;

$h_{вилниж}$ - висота виливка у нижній напівформі, мм;

b - відстань від виливка до нижньої частини опоки, мм.

$h_{нз}$ – висота нижнього знака стрижня.

$$H_{оп}^н = 82 + 35 + 90 = 207 \text{ мм}$$

Розроховуємо висоту верхньої опоки:

$$H_{оп}^в = h_{вилверх} + в + h_{вз} \quad (5.4)$$

де $H_{оп}^в$ - розрахункова висота верхньої опоки, мм;

$h_{вилверх}$ - висота виливка у верхній напівформі, мм;

$в$ - відстань від виливка до верхньої частини опоки, мм.

$h_{вз}$ – висота верхнього знака стрижня.

						Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H_{on}^6 = 167 + 90 + 20 = 277 \text{ мм}$$

Розраховані розміри опок:

$$L \times B \times \frac{H^B}{H^H} = 799 \times 690 \times \frac{277}{207}$$

Приймаємо розміри опоки що найбільш підходять:

$$L \times B \times \frac{H^B}{H^H} = 800 \times 700 \times \frac{250}{250}$$

Опока спеціальна для автоматичної формувальної лінії.

5.2.3. Характеристика вибраних опок

По конфігурації розрізняють квадратні, прямокутні та круглі види опок. Крім цього вони можуть бути литі, ті що збираються за допомогою зварювання (зварні), болтів а також комбіновані.

В даній дипломному проекті використовуємо литі сталеві опоки для автоматичної формувальної лінії, прямокутної форми з розмірами у світі 800x700x250/250 мм.

У провушинах опок встановлені спеціальні центруючі та напрямні втулки та штирі, за допомогою яких відбувається збирання напівформ на конвеєрі.

Транспортування опок а також готових напівформ виконуємо по рольгангах, та на візковому конвеєрі.

Для переставляння та кантування опок, передбачені спеціальні направляючі та отвори.

5.3. Розрахунок ливникової системи

5.3.1. Обґрунтування вибраної конструкції ливникової системи

Ливникова система це система ходів, по яких рідкий метал заповнює порожнину форми чітко відворюючи конфігурацію відбитка виливка.

Призначення ливниково-живильної системи:

						Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- забезпечити безупину, рівномірну та спокійну подачу рідкого металу у порожнину форми;
- забезпечити живлення виливка, що кристалізується, рідким металом у процесі усадки та твердіння;
- затримання проникнення піску, шлаку та інших неметалевих включень у порожнину форми;
- не допускати пошкодження ливарної форми під дією струменя рідкого металу.

Вибираємо бокову ливникову систему враховуючи товщину стінки, масу та розміри даного виливка. У верхній частині виливка встановлюємо два відкритих надлива, у нижній частині виливка встановлюємо холодильник.

5.3.2. Розрахунок площ основних елементів ливникової системи

Розрахунок сумарного перетину живильника по методу Г.М.Дубицького:

$$\sum F_{ж} = \frac{G \cdot v}{C \cdot \mu \cdot 0,31 \sqrt{H_p}} \quad (5.5)$$

де G – маса металу, який заливається в форму, кг;

$$G = 1,1 \cdot (G_{вил} + G_{над} \cdot n) \cdot n = 1,1 \cdot (52 + 5 \cdot 2) \cdot 1 = 67,6 \text{ кг}$$

μ – коефіцієнт втрат; $\mu = 0,42$

H_p – розрахунковий металостатичний напір, см.

$$H_p = H_0 - \frac{p^2}{2 \cdot C} \quad (5.6)$$

де H_0 – напір металу у ливниковій системі; $H_0 = 25$ см

p – відстань по вертикалі від місця підведення до металу до верхньої точки виливка; $p = 16,7$ см

C – висота виливка у положенні при заливанні, см; $C = 24,9$ см

$$H_p = 25 - \frac{16,7^2}{2 \cdot 24,9} = 19,4 \text{ см}$$

v – середня рекомендована швидкість підняття рівня металу в

формі, см/с; $v = 1,5$ см/с

						Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sum F_{\text{ж}} = \frac{67,6 \cdot 1,5}{24,9 \cdot 0,42 \cdot 0,31 \sqrt{19,4}} = 7,1 \text{ см}^2$$

Для сплавів на основі заліза (чавуну і сталі), за даними проф. Г.М.Дубицького, доцільно приймати замкнену ливникову систему. Співвідношення між її елементами:

$$\sum F_{\text{ж}} : \sum F_{\text{шл}} : \sum F_{\text{ст}} = 1,0 : 1,1 : 1,15 \quad (5.7)$$

де $\sum F_{\text{ж}}$ – сумарна площа перерізу живильників;

$\sum F_{\text{шл}}$ – сумарна площа перерізу шлаковловлювачів;

$\sum F_{\text{ст}}$ – сумарна площа перерізу стояків.

$$\sum F_{\text{ж}} : \sum F_{\text{шл}} : \sum F_{\text{ст}} = 7,1 : 7,8 : 8,16$$

5.3.3. Визначення лінійних розмірів усіх елементів

Лінійні розміри живильника розраховуємо за формулою:

$$F_{\text{ж}} = \frac{\sum F_{\text{ж}}}{n} \quad (5.8)$$

де $\sum F_{\text{ж}}$ – сумарна площа перерізу живильників;

n – кількість живильників на форму, $n = 4$ шт.

$$F_{\text{ж}} = \frac{7,1}{4} = 1,78 \text{ см}^2$$

Приймаємо живильник найбільш вживаної трапецевидної форми (рис. 5.2), з відповідними лінійними розмірами:

$$b_{\text{жив}} = \sqrt{F_{\text{жив}}} \quad (5.9)$$

$$b_{\text{жив}} = \sqrt{1,78} = 1,3 \text{ см} = 13 \text{ мм}$$

$$h_{\text{жив}} = b_{\text{жив}} = 13 \text{ мм}$$

$$b_1 = b_{\text{жив}} + 2 = 13 + 2 = 15 \text{ мм}$$

$$b_2 = b_{\text{жив}} - 2 = 13 - 2 = 11 \text{ мм}$$

						Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

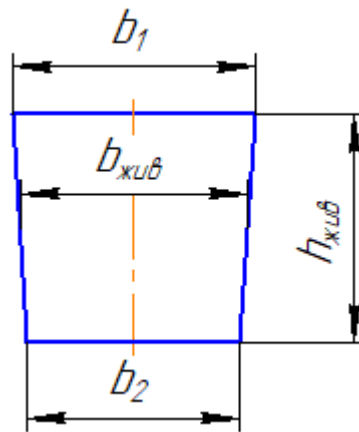


Рис. 5.2 – Живильник

Довжину живильника приймаємо конструктивно, в межах 50...70 мм. Живильник розміщуємо у нижній півформі.

Так, як після стояка заливається метал іде в двох напрямках, тому площа поперечного перерізу шлакоуловлювача дорівнює половині сумарної поперечної площі шлакоуловлювача:

$$F_{\text{шл}} = \frac{\sum F_{\text{шл}}}{2} = \frac{7,8}{2} = 3,9 \text{ см}^2$$

Приймаємо шлакоуловлювач трапецевидної форми (рис. 5.3), з відповідними лінійними розмірами:

$$b_{\text{шл}} = \sqrt{F_{\text{шл}}} = \sqrt{3,9} = 2,0 \text{ см} = 20 \text{ мм}$$

$$h_{\text{шл}} = b_{\text{шл}} = 20 \text{ мм}$$

$$b_1 = b_{\text{шл}} + 2 = 20 + 2 = 22 \text{ мм}$$

$$b_2 = b_{\text{шл}} - 2 = 20 - 2 = 18 \text{ мм}$$

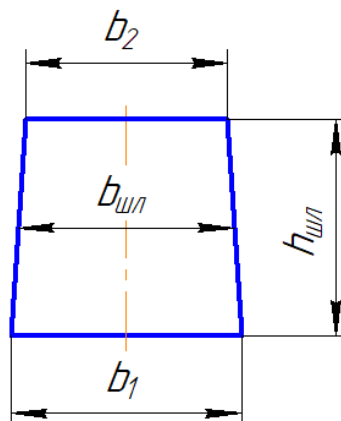


Рис. 5.3 – Шлаковловлювач

						Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок лінійних розмірів перерізу стояка (рис. 5.4)

$$F_{ст} = \frac{\pi \cdot d_{ст}^2}{4}, \text{см}^2 \quad (5.10)$$

$$d_{ст}^B = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{ст}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8,16}{3,14}} = 3,2 \text{ см} = 32 \text{ мм}$$

$$d_{ст}^H = d_{ст}^B + (2 \div 3) = 32 + 3 = 35 \text{ мм}$$

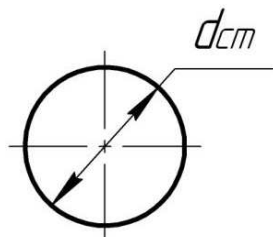


Рис. 5.4 – Стояк

Розрахунок лінійних розмірів ливникової ча:

$$D_{вор} = (2,7 \dots 3,0) D_{стн}$$

$$D_{вор} = 3 \times 32 = 96 \text{ мм}$$

$$H_{вор} = D_{вор} = 96 \text{ мм}$$

$$V_{вор} = \frac{\pi \cdot H_{вор}}{12} (D_{вор}^2 + D_{ств}^2 + D_{вор} \cdot D_{ств}), \text{см}^3 \quad (5.11)$$

$$V_{вор} = \frac{3,14 \cdot 9,6}{12} (9,6^2 + 3,2^2 + 9,6 \cdot 3,2) = 334,4 \text{ см}^3$$

5.3.4. Розрахунок маси ливникової системи

$$G_{лс} = V_{лс} \cdot \gamma_{м}, \text{кг} \quad (5.12)$$

де $V_{лс}$ – об'єм ливникової системи, см^3 .

$$V_{лс} = F_{жив} \cdot n_{жив} \cdot l_{жив} + F_{шл} \cdot l_{шл} \cdot n_{шл} + F_{ст} \cdot h_{ст} + V_{вор}, \text{см}^3 \quad (5.13)$$

де $l_{жив}$ – довжина живильника, см; $l_{жив} = 6 \text{ см}$

$l_{шл}$ – довжина шлакоуловлювача, см; $l_{шл} = 45 \text{ см}$

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$h_{ст}$ – висота стояка, см; $h_{ст} = 15,4$ см

$n_{жив}$ – кількість живильників у формі, шт; $n_{жив} = 4$ шт

$n_{шл}$ – кількість шлаковловлювачів у формі, шт; $n_{шл} = 2$ шт

$$V_{лс} = 1,78 \cdot 4 \cdot 6 + 3,8 \cdot 45 \cdot 2 + 8,16 \cdot 15,4 + 334,4 = 844,8 \text{ см}^3$$

$$G_{лс} = 844,8 \cdot 6,95 = 5871,2 = 5,9 \text{ кг}$$

5.4. Формувальні та стрижневі суміші

5.4.1. Обґрунтування вибору складу сумішей

Формування виливка відбувається при кристалізації розплавленого металу в ливарній формі. При цьому рідкий метал взаємодіє з поверхневим шаром ливарної форми й у ній відбуваються складні механічні і фізико-хімічні процеси, які впливають на якість литва. Так, ливарна форма повинна опиратися тиску розплаву, не змінюючи своїх геометричних розмірів, протистояти високій температурі, мати високу вогнетривкість і не вступати у хімічну взаємодію з металом та газами, мати газопроникність, що забезпечує вихід газів з порожнини форми та запобігати утворенню газових раковин, відбирати тепло з розплаву і регулювати швидкість охолодження виливка.

У практичних умовах ливарних цехів використовують багато різних за технологічним складом формувальних та стрижневих сумішей. Вибір складу суміші визначаємо її призначенням, серійністю виробництва, температурою та маркою ливарного сплаву а також способом отримання форми.

Враховуючи вимоги, які ставляться до виливка застосовуємо сиру піщано-глинясту суміш.

Дана формувальна суміш, використовується в сучасних технологічних процесах. Вона володіє комплексом наступних властивостей: міцністю, газопроникністю, вогнетривкістю, довговічністю і т. д., забезпечує високу якість виливків та задану продуктивність, склад наведено в табл. 5.5.

						Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для виготовлення стрижнів використовуємо суміш ХТС, яка не потребує додаткового ущільнення і завдяки високій текучості добре повторює контури ящика. Затвердіння суміші в ящику дає можливість запобігти тепловій сушці, виключити короблення стрижнів і виливків, підвищити якість литва, його розмірну точність. Склад стижневої суміші наведено в табл. 5.6.

5.4.2. Рецептатура та властивості сумішей

Склад та властивості застосованої формувальної суміші приведений в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5. Піщано-бентонітова суміш для формування по-сирому

Вид суміші	Склад суміші, мас. %					Властивості		
	Оборотна суміш	Кварцевий пісок 2К ₁ О ₃ О ₂ ГОСТ 2138-91	Бентоніт БП1Т ₂ ГОСТ 3226-77	Молоте вугілля	Добавки	Міцність при стиску, МПа	Вологість, %	Вміст активного бентоніту
Єдина для машиного формування струшуванням з персуванням	93- 98	2,5-6,0	0,2- 1,0	0,1- 1,2	Крохмальні 0,02-0,06	0,17... 0,21	3,2-4,0	7-8

Склад стижневої суміші наведено в табл. 5.6.

Таблиця 5.6. Склад та властивості стижневої суміші

№	Найменування параметра	Значення
1	Вміст кварцового піску, мас.ч.	100
2	Вміст водного розчину смоли (олігофурилоксисилаксанова смола), мас.ч.	2
3	Вміст каталізатора (Бензилсульфокислота)	1

5.4.3. Методи запобігання утворенню пригару

Для запобігання пригару, що уворюється на поверхні виливка при контакті з рідким металом використовуємо протипригарні фарби та добавки.

У формувальну суміш вводимо протипригарну добавку (табл.5.5).

Протипригарну фарбу використовуємо лише для фарбування стрижнів, склад та властивості фарби наводимо у табл.5.7.

Таблиця 5.7. Властивості та склад протипригарної самовисихаючої фарби

Вогнетривка основа, графіт приховано-кристалічний, %	Графіт кристалічний, %	Зв'язувальний компонент, нітролак-68, %	Розчинник уайт-спірит, %	Густина, г/см ³
37	13	37	13	1250...1300

5.4.4. Технологія приготування сумішей і фарб

Виготовлення формувальної суміші виконується у бігунах з вертикально обертовими котками в наступній послідовності: з витратних бункерів у змішувач подаються порції сипких матеріалів в співвідношенні, яка визначена; після чого відкривається кран подачі води і відміряється необхідна її порція; потім відбувається процес перемішування; після чого виконують розвантаження готової формувальної суміші, яка за допомогою стрічкових конвеєрів транспортується до витратних бункерів, встановлених над формувальними машинами.

Приготування стрижневої суміші відбувається у шнековому змішувачі періодичної дії моделі 19512 у наступній послідовності: дозування необхідної кількості наповнювача та каталізатора твердіння, їх перемішування 40...60 с., додавання зв'язувального компонента, перемішування матеріалів 40...60 с., розвантаження приготованих сумішей у стрижневий ящик.

Протипригарну фарбу готують у спеціальних лопатевих мішалках з частотою обертання 120 обертів на хвилину, та подаються на ділянку фарбування стрижнів у спеціальних ємностях. Фарба наноситься на стрижні за допомогою пульвезатора.

5.5. Характеристика модельного комплекта

5.5.1. Обґрунтування вибраних матеріалів

Враховуючи, що виливок виготовляється в умовах серійного виробництва, при використанні машиного формування на автоматичній лінії, тому використовуємо металеву модель та стержневі ящики, так як металеве модельне оснащення довговічне, з високою розмірною точністю, має високу чистоту поверхні та не деформується при тривалому зберіганні.

Виходячи з цього для виготовлення моделей виливка вибираємо алюмінієвий сплав АК5М2.

Хімічний склад сплаву АК5М2 по ГОСТ 1583-89:

0,2-0,8% Mg, 4,0- 6,0%Si, 0,2-0,8%Mn, 1,5-3,5% Cu, решта Al

Властивості сплаву АК5М2:

- тимчасовий опір розриву, 130 МПа
- відносне подовження, 0,5 % - 0,5
- твердість, 600 НВ
- лінійна усадка, 1-1,5%
- об'ємна усадка, 6,5-6,8%

5.5.2. Склад модельного комплекту

Модельний комплект для отримання виливка «Ступиця» складається:

- модельна плита – 2 шт.;
- модель виливка (складається з двох окремих частин) — 1 шт.;
- моделі ливникової системи: стояк –1 шт., шлаковловлювач –1 шт., живильник –4 шт.;
- стрижневий ящик №1 — 1 шт.;
- стрижневий ящик №2 — 1 шт.

						Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.5.3. Особливості конструкції модельної плити

Для отримання виливка на модельній плиті розміщуємо одну модель. Кріплення моделі до модельної плити виконуємо за допомогою болтів, для запобігання зміщення моделі відносно плити виконуємо центрування моделі штифтами. Моделі живильників та модель зумпфа кріпимо до модельної плити гвинтами.

Так як модель виливка має великі габарити, то виконуємо її пустотілою з товщиною стінки 10 мм, вибираємо за ГОСТ 21079-75, укріплюємо її ребрами жорсткості товщиною 8 мм.

Формувальні ухили на моделях приймаємо згідно ГОСТ3212-92[4], вибрані значення заносимо до табл.5.8.

Таблиця 5.8. Вибір формувальних ухилів

Поверхня виливка	Тип ухилу	Висота формуючої поверхні	Формувальний ухил	
			градуси	мм
Оброблюється	а	29	1°30'	1,05

Клас точності модельного комплекту – 6 (згідно ГОСТ 3212-92).

Для зменшення прилипання суміші до моделі її покривають розділовим покриттям яке складається із суміші гасу і сріблястого графіт.

5.5.4. Особливості конструкції стрижневого ящика

При розробленні стрижневого ящика приймаємо товщину стінок ящика за ГОСТ 19370-74, тоді для середнього габаритного розміру до 250...400 мм товщина стінки ящика буде - 10 мм, ребер жорсткості - 8 мм, бортів 15 мм. Стрижневий ящик – роз'ємний з вертикальною площиною роз'єму. Одномісний. Для збільшення терміну використання стрижневого ящика встановлюємо броню. Броню кріпимо гвинтами.

Центрування половинок ящика виконуємо за допомогою центрувальних вузлів. Кріплення половинок здійснюємо за допомогою відкидних болтів-барашків.

						Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.6. Опис технології виготовлення виливка

5.6.1. Порядок операцій при формуванні

Послідовність виготовлення форм:

- модельну плиту із закріпленою на ній моделю виливка та елементів ливникової системи встановлюємо на плиту формувальної машини;
- встановлюємо опоку, centruємо та фіксуємо відносно модельної плити;
- поверхню моделі та модельної плити покриваємо розділовим покриттям;
- опоку заповнюємо ПГС;
- вмикаємо режим струшування, відбувається ущільнення суміші;
- підводимо пресову траверсу в робочий стан;
- здійснюємо допресування верхніх шарів півформи;
- надлишок суміші зрізаємо;
- витягування моделей;
- напівформа передається на наступну операцію.

5.6.2. Порядок операцій при виготовленні стрижня

Процес виготовлення включає наступні операції:

- очищення поверхні стрижневого ящика від залишків суміші попереднього заформування, обдуб;
- нанесення на поверхню стрижневого ящика розділового покриття;
- виконуємо збирання стрижневого ящика;
- встановлюємо стрижневий ящик на робочий стіл під шнековий змішувач;
- заповнення стрижневого ящика;
- витримування стрижня в ящику (10...15 хв.);
- вилучення стрижня з ящика та встановлення його на стрижневу плиту;
- встановлення стрижня на привідний рольганг камери фарбування.

						Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.6.3. Порядок операцій при складанні форми

Збирання форми виконуємо на ливарному конвеєрі. Основні технологічні операції збирання і послідовність їхнього виконання:

- встановлюємо стрижні в нижню півформу;
- накривають нижню півформу верхньою;
- переставляють зібрану форму на конвеєр;
- навантаження форми;
- скріплюють півформи скобами;
- транспортування форми під заливання.

5.6.4. Заливання і вибивання форми

Для заливання нашої форми застосовуємо крановий конічний ківш, металоємністю 1т [5]. Температура заливання чавуну марки ВЧ400-15 складає 1370 – 1420 °С [5].

Час заливання форми розраховуємо за формулою:

$$t_{зал} = S\sqrt{G_{\phi}} \quad (5.14)$$

де S - коефіцієнт, який враховує товщину стінки виливка; $S = 1,5-2,2$;

приймаємо $S = 1,8$;

G - металомісткість форми визначили у пункті 3.2; $G = 67,6$ кг

$$t_{зал} = 1,8\sqrt{67,6} = 10 \text{ с}$$

Після заливання форми відбувається охолодження виливка у формі. Вибивання виливків виконуємо при температурі 400 – 480 °С.

Тривалість охолодження чавунних виливків у формі до температури 400 – 480 °С на ливарному конвеєрі становить 0,3-0,6 год.

						Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.6.5. Використовувані пристрої для виготовлення форм і стрижнів

У процесі виготовлення форм та стрижнів використовується наступне обладнання: комплексну автоматичну формувальну лінію мод. КЛ91265СМ, лопатевий змішувач безперервної дії 19512 для приготування стрижневої суміші, фарбозмішувач для приготування протипригарної фарби, для вибивання форм використовуємо вибивну решітку моделі 31242.

5.6.6. Технологія очищення та обробки виливка

Температура вибивання виливка 400 – 480 °С.

Термічне оброблення виливка – низькотемпературний відпал [9].

Низькотемпературний відпал застосовують для зняття внутрішніх залишкових напружень виливків з чавуну та підвищення частки феритної складової. В результаті такого відпалу внутрішні залишкові напруги зменшуються на 80- 85%.

Термічну обробку виконуємо за наступним режимом:

- нагрів до температури 750 °С, витримка 6-7 год;
- охолодження з пічю до температури 450-500 °С;
- послідує охолодження на повітрі.

Для виливків з високоміцного чавуну видалення ливникової системи відбувається на вибивній решітці та в галтувальному барабані. Видалення стрижнів з виливка відбувається також на вибивній решітці та в галтувальному барабані. Відділення надливів механічним шляхом. Попереднє очищення поверхні виливка від пригару відбувається в галтувальному барабані, фінішне очищення в дробометному барабані. Для зачищення залишків ливникової системи, заливів, заусенців вибираємо стаціонарні шліфувальні верстати.

						Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.6.7. Можливі дефекти виливка

При виготовленні виливка «Ступиця» виникають наступні дефекти литва, приведені в табл. 5.9.

Таблиця 5.9. Характерні види дефектів

Види дефектів	Причини утворення	Методи попередження
1	2	3
Газові раковини (порожнини різної величини, з гладкою внутрішньою поверхнею, розміщеною як всередині, так і близько поверхні виливка у вигляді окремих утворень, або скупчень)	Великий вміст газів у металі; знижена газопроникливість формувальних або стрижневих сумішей; безмірне місцеве зволоження форми, яке утворилось внаслідок вилучення моделей або при виправленні дефектів форми; недостатня вентиляція форм і стрижнів; перерив струї під час заливання; невірна конструкція ливникової системи; низька температура заливання; повільне заливання; дуже велика швидкість заливання.	Суворе дотримання технології плавлення і розливання рідкого сплаву, дотримання технологічних інструкцій з приготування формувальних і стрижневих сумішей, виготовлення форм і стрижнів.
Шлакові раковини (відкриті або приховані порожнини повністю або частково заповнені шлаком)	Невірне ведення процесу плавки (занадто рідкі шлаки, низька температура металу, надмірна кількість шлаку); невірне або необережне заливання форм; невірна ливникова система.	Усунути вказані причини
Піщані раковини (відкриті або закриті порожнини заповнені формувальною сумішшю).	Місьцеве зруйнування і засмічення форми під час збирання; недостатня міцність формувальної і стрижневої суміші або фарби; задири поверхні форми із-за неполаджених моделей; невірне встановлення стрижнів, яке викликає підриг форми невірна ливникова система, яка веде до розмиву форми або стрижня.	Необхідно використовувати суміші та фарби з належними фізико-механічними властивостями; рівномірно набивати форми; ретельно укріпляти місця виправлень; скоротити час витримки форм до заливання.
Вскіпи	Підвищена вологість форми і недостатня газопроникливість; надлишок вугілля або органічних добавок у формувальній суміші.	Не заливати форми з підвищеною вологістю; забезпечити надійну газопроникливість форми; витримувати встановлену рецептуру суміші.

5.7. Техніко-економічні показники

5.7.1. Розрахунок піднімальної сили

Загальна піднімальна сила на верхню півформу F_{Σ} (Н) з урахуванням кількості виливків та стрижнів у формі та гідравлічного удару в момент завершення заливання становить:

$$F_{\Sigma} = K \cdot [F_B - G_{\text{ВПФ}} + F_{\text{ЛС}} + n_B \sum_{i=1}^m (F_{\text{СТ } i} - G_{\text{СТ } i})], \quad (5.15)$$

де K – коефіцієнт, який враховує гідравлічний удар, звичайно $K = 1,4$;

n_B – кількість виливків у формі; $n_B = 1$ шт.

$G_{\text{ВПФ}}$ – вага верхньої півформи (опоки з сумішшю), Н;

F_B – сила тиску рідкого металу на верхню півформу в порожнині ливарної форми, Н;

$F_{\text{ЛС}}$ – сила тиску рідкого металу на верхню півформу в ливниковій системі, Н;

$F_{\text{СТ } i}$ – Архімедова сила, яка діє на i -й стрижень, Н;

$G_{\text{СТ } i}$ – вага i -го стрижня, Н.

Складові формули (1.16) розраховуються за наступною методикою.

$$F_B = n_B \cdot \rho \cdot g \cdot h_c \cdot S \quad (5.16)$$

де n_B – кількість виливків у формі; $n_B = 1$ шт.

ρ – густина металу, кг/м^3 ; $\rho = 6950 \text{ кг/м}^3$

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

h_c – середній металостатичний напір у верхній півформі, м. $h_c = 0,194 \text{ м}$

S – площа горизонтальної проекції моделі, м^2 , $S = 0,171 \text{ м}^2$

$$F_B = 1 \cdot 6950 \cdot 9,81 \cdot 0,194 \cdot 0,171 = 2262 \text{ Н}$$

$$G_{\text{ВПФ}} = (m_{\text{он}} + m_{\text{сум}}) \cdot g, \quad (5.17)$$

де $m_{\text{он}}$ – маса верхньої опоки, кг; $m_{\text{он}} = 168 \text{ кг}$.

$m_{\text{он}}$ – маса формувальної суміші у верхній півформі, кг.

						Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m_{\text{сум}} = (L \cdot B \cdot H - V_B^l \cdot n_B) \cdot \rho_{\text{сум}}, \quad (5.18)$$

де L, B, H – довжина, ширина і висота верхньої опоки, м;

$$L = 0,8 \text{ м}, B = 0,7 \text{ м}, H = 0,25 \text{ м}$$

V_B^l – частина об'єму виливка, яка знаходиться у верхній півформі, м³;

$$V_B^l = 0,004 \text{ м}^3$$

$\rho_{\text{сум}}$ – густина формувальної суміші, кг/м³. $\rho_{\text{сум}} = 1700 \text{ кг/м}^3$.

$$m_{\text{сум}} = (0,8 \cdot 0,7 \cdot 0,25 - 0,004 \cdot 1) \cdot 1700 = 231,2 \text{ кг}$$

$$G_{\text{ППФ}} = (168 + 231,2) \cdot 9,81 = 3916 \text{ Н}$$

$$F_{\text{ЛС}} = \rho \cdot g \cdot H_0 \cdot S_{\text{ГП}}, \quad (5.19)$$

де H_0 – металостатичний напір у ливниковій системі, м; $H_0 = 0,25 \text{ м}$

$S_{\text{ГП}}$ – площа горизонтальної проекції ливникової системи, м².

$$S_{\text{ГП}} = 0,025 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{ЛС}} = 6950 \cdot 9,81 \cdot 0,25 \cdot 0,025 = 426 \text{ Н}$$

$$F_{\text{СТi}} = V_{\text{СТ}}^l \cdot \rho \cdot g, \quad (5.20)$$

де $V_{\text{СТ}}^l$ – частина об'єму стрижня, яка знаходиться під дією Архімедової сили, м³. $V_{\text{СТ}}^l = 0,00054 \text{ м}^3$

$$F_{\text{СТi}} = 0,00054 \cdot 6950 \cdot 9,81 = 36,8 \text{ Н}$$

$$G_{\text{СТi}} = 0,00054 \cdot 1700 \cdot 9,81 = 9 \text{ Н}$$

$$F_{\Sigma} = 1,4 \cdot [2262 - 3916 + 426 + 1 \sum_{i=1}^m (36,8 - 9)] = -1680 \text{ Н}$$

За результатами розрахунку вага верхньої полуформи більша піднімальної сили і форму не потрібно навантажувати.

5.7.2. Розрахунок витрати сумішей на тонну придатного литва

5.7.2.1 Витрата формувальної суміші на тонну литва

Масу формувальної суміші у формі визначають за формулою:

$$m_{\text{ФС}} = (L \cdot B \cdot H - \sum V_{\text{СТ}} - n_B \cdot V_B - V_{\text{ЛС}}) \cdot \rho_{\text{ФС}}, \quad (5.21)$$

де L, B, H – довжина, ширина і висота складеної форми, м;

						Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L = 0,8\text{м}, B = 0,7\text{м}, H = 0,5\text{м}$$

$$V_{\text{СТ}} - \text{об'єм стрижнів м}^3; \quad V_{\text{СТ}} = 0,00942 \text{ м}^3$$

$$n_B - \text{кількість виливків у формі}; \quad n_B = 1 \text{ шт}$$

$$V_B - \text{об'єм виливка, м}^3;$$

$$V_{\text{ЛС}} - \text{об'єм ливникової системи, м}^3;$$

$$\rho_{\text{ФС}} - \text{густина формувальної суміші (1650...1800 кг/м}^3\text{)}. \quad \rho_{\text{ФС}} = 1700 \text{ кг/м}^3$$

$$V_B = \frac{m_B}{\rho}, \quad V_{\text{ЛС}} = \frac{m_{\text{ЛС}}}{\rho}, \quad (5.22)$$

де $m_B, m_{\text{ЛС}}$ – маса виливка і ливникової системи, кг;

ρ – густина сплаву, кг/м³.

$$V_B = \frac{52}{7200} = 0,0072 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{ЛС}} = \frac{5,9 + 5 \cdot 2}{7200} = 0,00221 \text{ м}^3$$

$$m_{\text{ФС}} = (0,8 \cdot 0,7 \cdot 0,5 - \sum 0,00942 - 1 \cdot 0,0072 - 0,00221) \cdot 1700 = 446,4 \text{ кг}$$

Для визначення витрати суміші на тонну литва потрібно скласти пропорцію, у якій врахувати масу суміші і металу в одній формі:

$$\frac{m_{\text{ФС}} - m_B \cdot n_B}{x - 1000 \text{ кг}},$$

Звідки:

$$x = \frac{m_{\text{ФС}} \cdot 1000}{m_B \cdot n_B} \quad (5.23)$$

$$x = \frac{446,4 \cdot 1000}{52 \cdot 1} = 8585 \text{ кг}$$

5.7.2.2 Витрата стрижневої суміші на тонну литва

Для визначення витрати суміші на тонну литва потрібно скласти пропорцію, у якій врахувати масу стрижнів і металу в одній формі:

						Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Звідки:

$$y = \frac{m_{CT} \cdot 1000}{m_B \cdot n_B}, \quad (5.24)$$

де m_{CT} – сумарна маса стрижнів у формі, кг. $m_{CT} = 16,01$ кг

$$y = \frac{16,01 \cdot 1000}{52 \cdot 1} = 307,9_{кг}$$

5.7.3 Розрахунок виходу придатного литва

Технологічний вихід придатного литва (%) визначають за формулою:

$$ВП_{mex} = \frac{m_B \cdot n_B}{m_B \cdot n_B + m_{LC}} \cdot 100\%, \quad (5.25)$$

де m_B – маса виливка, кг; $m_B = 52$ кг

n_B – кількість виливків у формі; $n_B = 1$ шт

m_{LC} – маса ливникової системи з надливами, кг. $m_{LC} = 15,9$ кг

$$ВП_{mex} = \frac{52 \cdot 1}{52 \cdot 1 + 15,9} \cdot 100\% = 76,6\%$$

Металургійний вихід придатного литва визначають за формулою:

$$ВП_{мет} = ВП_{mex} \frac{(100 - Y)(100 - B)(100 - B)}{10^6}, \quad (5.26)$$

де Y – угар металу при плавленні:

- для чавуну в індукційній печі $Y = 2...3\%$;

B – безповоротні втрати металу (як правило $B = 1,5...2\%$);

B – брак литва:

- для чавуну $B = 2...3\%$;

$$ВП_{мет} = 76,6 \frac{(100 - 3)(100 - 2)(100 - 3)}{10^6} = 70,6\%$$

Масу металозавалки (кг) визначають за формулою:

$$M = \frac{1000}{ВП_{мет}} \cdot 100\%, \quad (5.27)$$

де $ВП_{мет}$ – металургійний вихід придатного литва, %.

$$M = \frac{1000}{70,6} \cdot 100\% = 1416_{кг}$$

						Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНОГО УСТАТКУВАННЯ

6.1. Призначення та межі використання

Піскострільна стрижнева машина моделі L5 забезпечує виготовлення стрижнів за рахунок ущільнення суміші стисненим повітрям в автоматичному режимі.

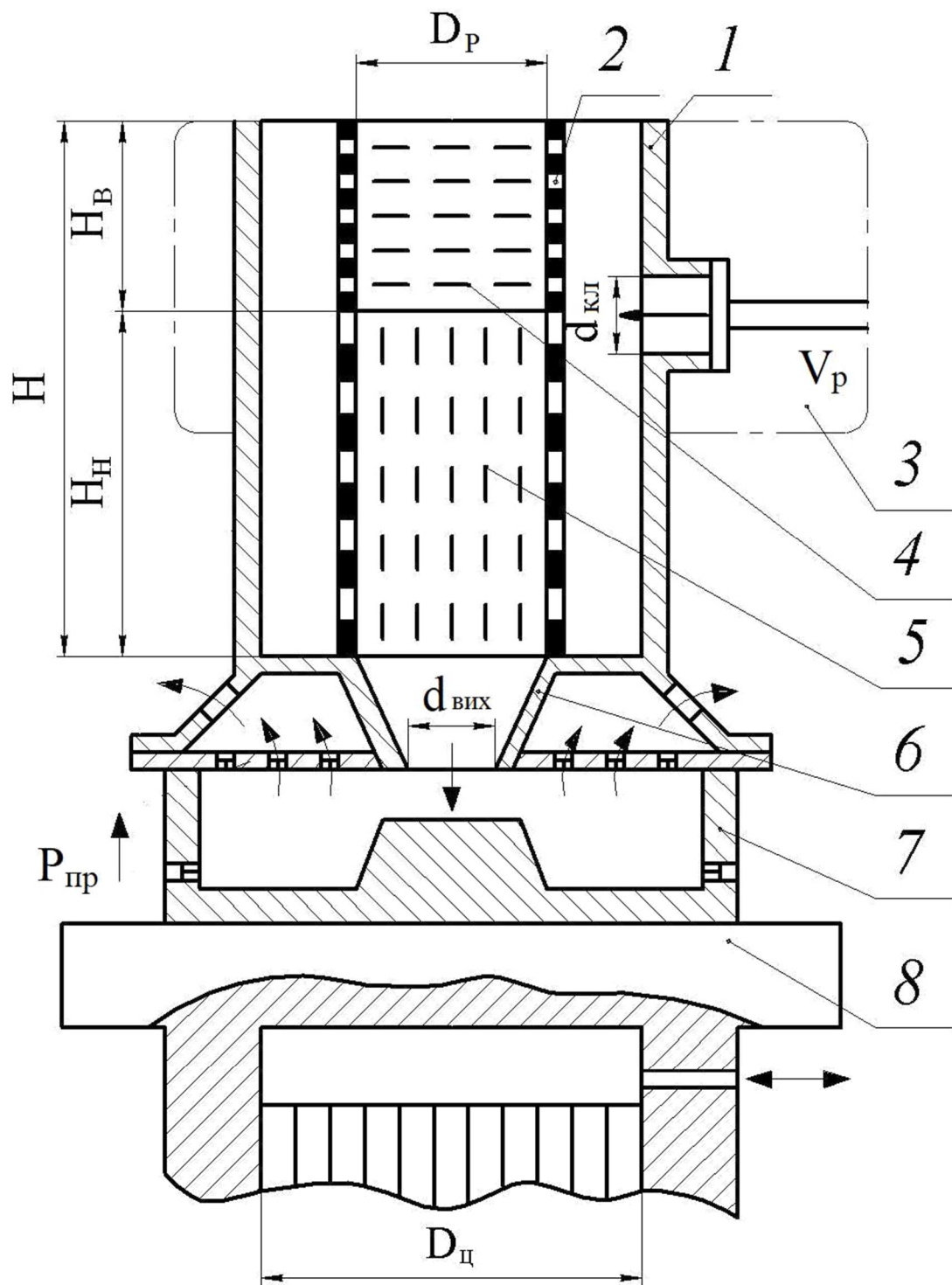
Використовується для виготовлення стрижнів по технології Cold-Box-Amin-процес.

Стрижнева машина L5 дозволяє виробляти стрижні максимальним об'ємом до 5 літрів та масою від 50 г до 9 кг, маючи продуктивність 800-1000шт за зміну.

6.2 Розрахунок основних параметрів машини

При проектуванні піскострільної стрижневої машини вихідними параметрами є об'єм стрижня та розміри стрижневого ящика. В процесі розрахунків визначаються основні конструктивні параметри піскострільного резервуара: діаметр гільзи D_p , висоту верхньої H_B та нижньої H_H частин гільзи, загальну висоту гільзи H , діаметр перетину вдувного клапану $d_{кл}$, площу перерізу та ширину прорізів в верхній b_B та нижній b_H частинах гільзи, діаметр вихідного отвору $d_{вих}$, сумарну площу перетинів вентиляційних отворів $F_{вент}$, об'єм ресивера V_p , необхідне зусилля притиску стола машини $P_{пр}$ та діаметр циліндра притискного пристрою $D_{ц}$, кут нахилу твірної конуса насадки до горизонту α . Розрахункова схема піскострільної машини показана на рис. 6.1.

					ФЛ-п91.9102.1110.0000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Криволап			ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНОГО УСТАТКУВАННЯ			Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Сиропоршнев								49	
Реценз.								НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського			
Н. Контр.											
Затверд.											



1 – піскострільний резервуар; 2 – гільза; 3 – ресивер; 4 - горизонтальні прорізи гільзи; 5 - вертикальні прорізи гільзи; 6 - конічна насадка; 7 - стрижневий ящик; 8 - стіл для притискання стрижневого ящика

Рисунок 6.1 – Розрахункова схема піскострільної машини

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ФЛ-п91.9102.1110.0000 ПЗ

Арк.

50

6.2.1 Визначення діаметра гільзи піскострільного резервуару

Діаметр гільзи піскострільного резервуару визначається за формулою:

$$D_p = (90 \dots 100) \cdot \sqrt[3]{m_{cm}}, \text{ мм} \quad (6.1)$$

де: m_{cm} – маса стрижня, кг; $m_{cm} = 5 \times 1,8 = 9 \text{ кг}$

Діаметр гільзи піскострільного резервуару:

$$D_p = (90 \dots 100) \times \sqrt[3]{9} = 187 \dots 207 \text{ мм}$$

Приймаємо $D_p = 200 \text{ мм}$

6.2.2 Визначення висоти верхньої та нижньої частини гільзи

Висота верхньої частини гільзи визначається за формулою:

$$H_в = (0,4 \dots 0,6) \cdot D_p, \text{ мм} \quad (6.2)$$

де: D_p – діаметр гільзи піскострільного резервуару, мм;

$$H_в = (0,4 \dots 0,6) \cdot 200 = 80 \dots 120 \text{ мм}$$

Приймаємо $H_в = 100 \text{ мм}$

Висота нижньої частини гільзи визначається за формулою:

$$H_н = (1,5 \dots 1,8) \cdot D_p, \text{ мм} \quad (6.3)$$

де: D_p – діаметр гільзи піскострільного резервуару, мм;

$$H_н = (1,5 \dots 1,8) \cdot 200 = 300 \dots 360 \text{ мм}$$

Приймаємо $H_н = 300 \text{ мм}$

6.2.3 Загальна висота гільзи визначається за формулою:

$$H = H_в + H_н, \text{ мм} \quad (6.4)$$

де: $H_в$ – висота верхньої частини гільзи, мм;

$H_н$ – висота нижньої частини гільзи, мм;

$$H = 100 + 300 = 400 \text{ мм}$$

6.2.4 Визначення діаметра отвору вдувного клапана

Діаметр отвору вхідного клапана визначається за формулою:

$$d_{кл} = (0,2 \dots 0,5) \cdot D_p, \text{ мм} \quad (6.5)$$

де: D_p – діаметр гільзи піскострільного резервуару, мм;

$$d_{кл} = (0,2 \dots 0,5) \cdot 200 = 50 \dots 100 \text{ мм}$$

Приймаємо $d_{кл} = 60 \text{ мм}$

					ФЛ-п91.9102.1110.0000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.2.5 Визначення площі перетину прорізів у верхній та нижній частинах гільзи

Площа перетину прорізів у верхній частині гільзи визначається за формулою:

$$f_{\text{в}} = (0,3 \dots 0,4) \frac{\pi \cdot d_{\text{кл}}^2}{4}, \text{ мм}^2 \quad (6.6)$$

де: $d_{\text{кл}}$ – діаметр отвору вхідного клапана, мм;

$$f_{\text{в}} = (0,3 \dots 0,4) \cdot \frac{3,14 \times 60^2}{4} = 847,8 \dots 1130,4 \text{ мм}^2$$

Приймаємо $f_{\text{в}} = 1000 \text{ мм}^2$

Площа перетину прорізів у нижній частині гільзи визначається за формулою:

$$f_{\text{н}} = (0,8 \dots 1,2) \frac{\pi \cdot d_{\text{кл}}^2}{4}, \text{ мм}^2 \quad (6.7)$$

де: $F_{\text{кл}}$ – площа перетину клапану; см²

$$f_{\text{н}} = (0,8 \dots 1,2) \cdot \frac{3,14 \times 60^2}{4} = 2260,8 \dots 3391,2 \text{ мм}^2$$

Приймаємо $f_{\text{н}} = 2800 \text{ мм}^2$

6.2.6 Визначення діаметра вихідного отвору

$$d_{\text{вих}} = (0,3 \dots 0,4) D_p, \text{ мм} \quad (6.8)$$

де: D_p – діаметр гільзи піскотрільного резервуару, мм,

$$d_{\text{вих}} = (0,3 \dots 0,4) \cdot 200 = 60 \dots 80 \text{ мм};$$

Приймаємо $d_{\text{вих}} = 70 \text{ мм}$

Кут нахилу твірної конуса насадки до горизонту приймаємо з діапазону 45-60°; $\alpha = 60^\circ$.

6.2.7 Визначення сумарної площі перетинів вентиляційних отворів

Сумарний перетин вент визначають за формулою:

$$F_{\text{вент}} = (0,5 \dots 1,0) \frac{\pi \times d_{\text{вих}}^2}{4}, \text{ мм}^2 \quad (6.9)$$

					ФЛ-п91.9102.1110.0000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Сумарний перетин вент:

$$F_{вент} = (0,5 \dots 1,0) \cdot \frac{3,14 \times 70^2}{4} = 1923,3 \dots 3846,5 \text{ мм}^2$$

Приймаємо $F_{вент} = 3800 \text{ мм}^2$

6.2.8 Визначення ємності ресивера

Ємність ресивера визначається за формулою:

$$V_p = V_r \cdot \left(\frac{\ln \frac{1}{\varphi}}{1,032 + 0,03 \cdot D_p} \right)^{3,7}, \text{ см}^3 \quad (6.10)$$

де: V_r – об'єм гільзи піскострільного резервуару, см^3 ,

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

Приймаємо: $\varphi = 0,05$;

D_p – діаметр гільзи піскотрільного резервуару, см,

Об'єм гільзи піскострільного резервуару визначається за формулою:

$$V_r = \frac{\pi \cdot D_p^2}{4} \cdot H, \text{ см}^3 \quad (6.11)$$

де: D_p – діаметр гільзи піскотрільного резервуару, см,

H – загальна висота гільзи, см,

$$V_r = \frac{3,14 \cdot 20^2}{4} \cdot 40 = 10173,6 \text{ см}^3$$

Ємність ресивера:

$$V_p = 11307,1 \cdot \left(\frac{\ln \frac{1}{0,05}}{1,032 + 0,03 \cdot 19} \right)^{3,7} = 114594 \text{ см}^3 = 114,6 \text{ дм}^3$$

					ФЛ-п91.9102.1110.0000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.2.9 Визначення необхідного зусилля притискання стрижневого ящика до плити піскострільного резервуару

Зусилля притискання столу визначається за формулою:

$$P_{np} = (0,5 \dots 0,6) \cdot P \cdot F_{ящ} + Q - R, \text{ кН} \quad (6.12)$$

де: P – тиск повітря у стрижневому ящику, кПа ,

$F_{ящ}$ – площа горизонтальної проекції стрижневого ящика, м^2 ,

Q – маса частин, що підіймається (стіл та оснащення), кН , $Q \approx 5 \text{ кН}$,

R – сила тертя, кН .

Тиск повітря у стрижневому ящику визначається за формулою:

$$P = (0,7 - 0,9) P_0, \text{ кПа} \quad (6.13)$$

де P_0 – тиск стисненого повітря у мережі цеху, кПа ; $P_0 = 470 \text{ кПа}$

$$P = (0,7 - 0,9) \cdot 470 = 329 \dots 423 \text{ кПа}$$

Приймаємо $P = 380 \text{ кПа}$

Площа основи стрижневого ящика визначається за формулою:

$$F_{ящ} = A \cdot B, \text{ м}^2 \quad (6.14)$$

де: A – довжина стрижневого ящика, м ;

$$A = 300 \text{ мм} = 0,3 \text{ м}$$

B – ширина стрижневого ящика, м ;

$$B = 200 \text{ мм} = 0,2 \text{ м}$$

$$F_{ящ} = 0,3 \cdot 0,2 = 0,06 \text{ м}^2$$

Сила тертя визначається за формулою:

$$R = 0,05 \cdot Q, \text{ кН} \quad (6.15)$$

де: Q – маса частин, що підіймається, кН :

$$R = 0,05 \cdot 5 = 0,25 \text{ кН}$$

Зусилля притискання столу:

$$P_{np} = (0,5 \dots 0,6) \cdot 380 \cdot 0,06 + 5 - 0,25 = 23,22 \dots 26,91 \text{ кН}$$

Приймаємо $P_{np} = 25 \text{ кН}$

					ФЛ-п91.9102.1110.0000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.2.10 Визначення діаметра циліндра притискного пристрою:

Діаметр циліндра притискного пристрою визначається за формулою:

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{\text{пр}}}{\pi \cdot P_0}}, \text{ м} \quad (6.16)$$

де: $P_{\text{пр}}$ – зусилля притискання столу, $\kappa\text{Н}$,

P_0 – тиск повітря в мережі цеху, $\kappa\text{Па}$,

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 25}{3,14 \cdot 470}} = 0,26 \text{ м}$$

6.3 Технічна характеристика піскострільної машини та догляд за нею

Для догляду та підтримування машини в справному стані необхідно:

- в процесі роботи систематично обдувати частини машини що труться, а по завершенню роботи щоденно очищати всю машину від бруду та пилу;
- періодично прибирати стрижневу суміш, що розсипається навколо машини;
- не рідше одного разу на три місяці необхідно оглядати всі деталі машини, промивати поверхні що підлягають тертю, після промивки змазати машину свіжою змазкою, деталі що зносились слід замінювати новими;
- систематично слідкувати за щільністю затягування всіх скріплюючі болтів;
- своєчасно припиняти витoki повітря в повітропроводі.

					ФЛ-п91.9102.1110.0000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.1 – Технічна характеристика стрижневої машини L5

Основні параметри	
Максимальна маса стрижня в кг	9
Габаритні розміри гільзи в мм:	
діаметр	200
висота	400
Розмір стрижневого ящика в мм:	
довжина	300
ширина	300
висота	400
Габаритні розміри машини в мм:	
довжина	2800
ширина	2350
висота	2700
Маса машини в кг	1200

7 ОРГАНІЗАЦІЙНО – ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ

7.1 Розрахунок кількості електроенергії для забезпечення роботи спроектованого відділення

Витрати електричної енергії визначимо на підставі кількості технологічного устаткування, що обрали у пункті 4, використання його встановленої потужності при однозмінному режимі роботи [8]:

$$\mathcal{E} = M\Phi_0\eta_{зв}K_1K_2, \quad (7.1)$$

де M – встановлена потужність устаткування, кВт;

Φ_0 – річний фонд часу роботи устаткування, год.;

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

K_1 – коефіцієнт одночасності роботи (приймається рівним для електро-двигунів – 0,3);

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

Розраховані величини витрат електричної енергії заносимо у таблицю 7.1

Таблиця 7.1 – Витрати електричної енергії устаткування ділянки

№ п/п	Найменування обладнання	Кількість одиниць устаткування на ділянці	Паспортна потужність, кВт/год	Річний фонд часу, год	Коефіцієнт завантаження	Витрати електричної енергії, кВт
1	Стрижнева лінія	2	40	1840	0,725	22411
2	Консольно-поворотний кран	7	5	1840	0,80	10819
3	Стрічкові конвеєри	3	12,5	1840	0,75	10867
Всього:						44097

					ФЛ91п.9102.1110.0000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Криволап			ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ		
Перевір.		Сиропоршнев					
Н. Контр.							
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Акрушів
						57	
					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІМЗ, ЛВЧКМ, ФЛ-91п		

Витрати енергії на освітлення розраховують за формулою:

$$Q = \frac{Sq\tau f}{1000}, \quad (7.2)$$

де S – площа, що освітлюється, м^2 ;

q – поверхнева густина теплового потоку, $\text{Вт}/\text{м}^2$;

τ – число горіння ламп на рік, год;

f – коефіцієнт одночасного горіння ламп.

Величину q приймаємо: для виробничих приміщень – $11 \dots 15 \text{ Вт}/\text{м}^2$.

В залежності від тривалості освітлювального періоду значення τ складає для двозмінної роботи – 2500 год.

Для виробничих прогонів коефіцієнт, який враховує одночасність горіння ламп, приймають – 0,8.

Таблиця 7.2 – Витрати електричної енергії на освітлення ділянки

Найменування споживача	Освітлювальна площа, м^2	Поверхнева щільність теплового потоку, $\text{Вт}/\text{м}^2$	Кількість годин горіння на рік, год	Коефіцієнт одночасності горіння	Річні витрати електроенергії, кВт·год
Світлодіодний світильник LED 100B 6500K 10000Lm IP66	1296	15	2500	0,8	38 880

7.2. Чисельність виробничих робітників плавильного відділення

Чисельність виробничих робітників (основні та допоміжні) наводимо в табл. 7.2.

Виходячи з організаційної структури управління на аналогічному підприємстві визначаємо чисельність управлінського персоналу

Таблиця 7.2 – 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 лінії	5	4	4	8	1,126	9
Стрижневик	4	5	5	10	1,126	12
Разом		9	9	18		21
Допоміжні працівники						
Наладчик	6	1	1	2	1,126	3
Черговий слюсар-електрик	5	2	2	4	1,126	5
Слюсар по ремонту устаткування	5	1	1	2	1,126	3
Каркащик	4	1	1	2	1,126	3
Вантажник	2	2	2	4	1,126	5
Разом		7	7	14		19
Усього робітників		16	16	32		40

7.3. Визначення фондів заробітної плати

Згідно головного фінансового плану - Бюджету України на 2022 рік мінімальна заробітна плата становить: у місячному розмірі – 6 500 грн, у погодинному розмірі – 39,26 грн [6].

Таблиця 7.4 – Розрахунок фонду заробітної плати управлінського та обслуговуючого персоналу

Штатна посада	Чисельність, осіб	Місячний посадовий оклад, грн	Річний фонд заробітної плати, грн
Управлінський персонал			
Начальник дільниці	1	20000	240000
Майстер	1	15000	180000
Разом			420000
Спеціалісти			
Провідний інженер-технолог	1	18000	216000
Службовці та молодший обслуговуючий персонал (МОП)			
Прибиральниця	1	6500	78000
Усього по плавильному відділенню			714000

Таблиця 7.5 – Розрахунок фонду заробітної плати основних і допоміжних робітників

Професія та спеціальність	Кваліфікаційний розряд	Години тарифна ставка, грн	Обліковий склад, осіб	Кількість годин роботи за рік		Основна заробітна плата, тис грн	Розрахунок додаткової заробітної плати, грн					Загальний фонд з.п., тис. грн
				Одного робітника	Усіх		Надбавки та доплати				Разом додаткова з.п.	
							Премії (40%)	За роботу в особливі умови(18%)	Оплата відпусток (12%)	Інші доплати та надбавки (12%)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Основні (технологічні) робітники												
Оператор лінії	5	60,07	9	1626	14634	879,1	351,6	158,2	105,5	105,5	720,8	1599,9
Стрижневик	4	53,00	12	1626	19512	1034,1	413,6	186,1	124,1	124,1	847,9	1882,0
Разом						1913,2					1568,7	3481,9
Допоміжні (обслуговуючі) робітники												
Наладчик	5	60,07	3	1626	4878	293,02	117,2	52,7	35,2	35,2	240,3	533,3
Черговий слюсар електрик	4	53,00	5	1626	8130	430,9	172,4	77,6	51,7	51,7	353,3	784,2
Слюсар по ремонту плавильного устаткування	3	47,27	3	1626	4878	230,6	92,2	41,5	27,7	27,7	189,1	419,7
Каркащик	2	42,71	3	1626	4878	208,3	83,3	37,5	25,0	25,0	170,8	379,1
Вантажник	2	42,71	5	1626	8130	347,2	138,9	62,5	41,7	41,7	284,7	631,9
Разом						1510,0					1238,2	2748,2
Усього по плавильному відділенню						3423,2						6230,1

7.4 Розрахунок капітальних вкладень

Розрахунок капіталовкладень в підйомно-транспортувальні засоби та обладнання наведено у табл. 7.6. Доставка обладнання, роботи пов'язані з його монтажем та запуском у виробництво беремо у розмірі 10...25 % від його вартості, приймаємо 20 %.

Таблиця 7.6 – 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
Технологічне стрижневе устаткування					
Стрижнева лінія	2	9000	18000	3600	21600
Піскострільна машина L5	5	1800	9000	1800	10800
Разом основне технологічне устаткування					32400
Кран консольно-поворотний	7	150	1050	210	1260
Загалом по плавильному відділенні					33660

Виходячи з площі цеху й усереднених нормативів вартості визначаємо обсяг капіталовкладень у виробничі будівні та споруди (табл. 7.7).

Таблиця 7.7 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 (72×18)	3500	4536,0
2. Водопостачання виробничих приміщень	30	38,9
3. Каналізація виробничих приміщень	30	38,9
4. Електропроводка виробничих приміщень	50	64,8
5. Вентиляція виробничих приміщень	80	103,7
6. Зовнішній благоустрій	50	64,8
7. Невраховані витрати	500	648,0
Всього		5495,1

Витрати на забезпечення матеріалами стрижневого відділення на протязі року наведені в таблиці 7.8

					ФЛ91п.9102.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Таблиця 7.8 – Витрати річні на стрижневі та протипригарні матеріали

№	Найменування матеріалів	Усього, т	Ціна за 1 т, грн	Вартість матеріалів на річну програму, млн. грн
1	ХТС зі смолами	19250	1560	30,030
2	Протипригарна фарба	2500	7600	19,00
Всього				49,030

7.5 Визначення планової собівартості одиниці продукції

Таблиця 7.9 – Планова калькуляція собівартості річного обсягу виробництва продукції

Найменування статей витрат	Витрати на річну програму, тис. грн	Примітки
1.Сировина та матеріали (стрижневі матеріали)	49030	
2. Паливо та енергія на технологічні цілі	273,8	
3.Основна заробітна плата технологічних робітників	1913,2	з табл. 6.5
4. Додаткова заробітна плата технологічний робітників	1568,7	з табл. 6.5
5.Єдиний соціальний внесок	766,0	22% від (3+4)
6. Догляд та експлуатація обладнання	2869,8	3 1,5
7. Загальновиробничі витрати	1913,2	100% від 3
8. Загальногосподарські витрати	1913,2	100% від 3
9. Витрати на підготовку та освоєння виробництва	765,3	40% від 3
Виробнича собівартість річної програми	61013,2	Сума 1-9
10. Позавиробничі витрати	4270,9	7% від 1-9
Повна собівартість річної програми	65284,1	Сума 10 і 9

					ФЛ91п.9102.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

8 ОХОРОНА ПРАЦІ

Головна задача при виконанні розділу з охорони праці є визначення та оцінювання потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів що впливають на робітників, розроблення заходів та засобів їх усунення на стрижневій дільниці.

8.1 Загальна характеристика умов праці у стрижневому відділенні

Параметри приміщення наведені в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 – Параметри приміщення

№	Найменування	Основні характеристики	Кількість
Приміщення			
1	Параметри приміщення	72000мм×18000мм×14400мм; S=1296 м ² ; V=18662,4 м ³	-
2	Кількість працівників	Працівники стрижневого відділення	21
3	Природне освітлення	Вікно металопластикове Steko 1500мм ×6000мм	20
4	Штучне освітлення	Світлодіодний світильник LED 100W, 6500K, 10000Lm, IP66	36

Оснащення і обладнання приміщення представлені в таблиці 8.2.

Таблиця 8.2 – Обладнання і оснащення приміщення [2]

№ п/п	Назва	Характеристики	Кількість
1	Піскострільна машина L5	- продуктивність: 100 зйомів на год - витрати стисненого повітря: 0,6 м ³ /цикл -розміри: 2850×2550×2100 мм	5
2	Стрижнева лінія Л16Х	- продуктивність: 60 зйомів на год - витрати стисненого повітря: 66,5 м ³ /год -розміри: 20720×4260мм	2
3	Кран консольно-поворотний	- вантажепідємність 0,5 т; - радіус обслуговування 1,5 м.	7

					ФЛ-91п.9102.1110.0000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Криволап			ОХОРОНА ПРАЦІ			Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Сиропоршнев								63	
Реценз.								НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського			
Н. Контр.											
Затверд.											

План та розміри обладнання стрижневого відділення зображено на рисунку 8.1.

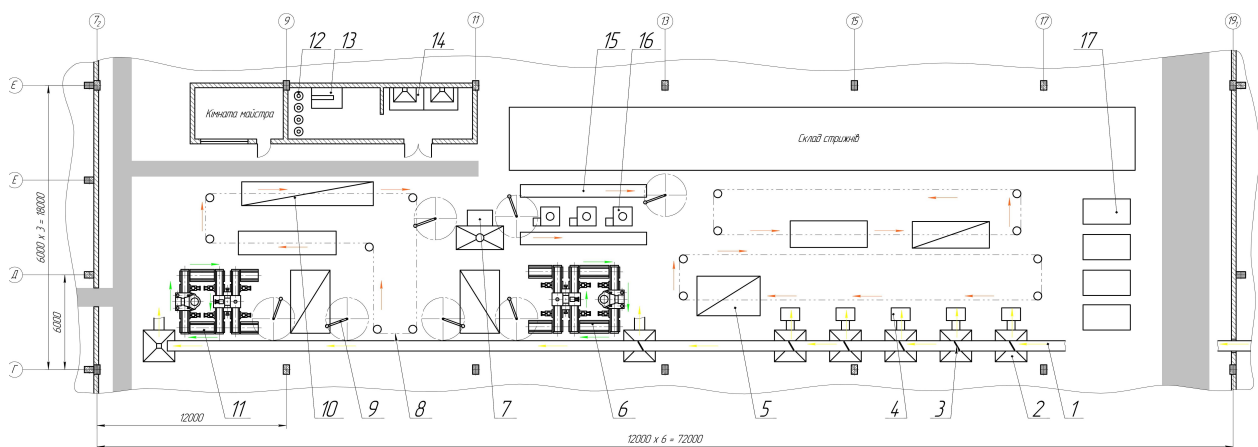


Рисунок 8.1 – План плавильного відділення.

8.2. Відповідність реальних та нормативних вимогам розташування технологічного обладнання

Значення реальних і нормативних характеристик приміщення та розміщення технологічного обладнання наведено в таблиці 8.3.

Таблиця 8.3 – Порівняння реальних та нормативних характеристик

Параметри	Нормативне значення	Реальне значення
Площа на 1 працівника, m^2 [21]	4,5	61,7
Об'єм на 1 працівника, m^3 [21]	15	888,7
Мінімальна ширина проходу, м [21]	1,5	3

8.3. Шкідливі виробничі фактори та їх оцінка

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори в стрижневому відділенні представлені у таблиці 8.4.

Таблиця 8.4 – 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										
Приготування суміші	ХХ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ХХ	-
Формування стрижнів	ХХ	-	-	-	-	-	-	ХХ	-	-	-	-	ХХ	-
Транспортування стрижнів	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ХХ	-

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

8.3.1 Шкідливі речовини

При використанні ХТС потрібно передбачити міри попереджуючі попадання токсичних смол на слизисті оболонки і шкіру працівників.

Піскострільні машини при формуванні стрижнів виділяють кварцовий пил.

Основні хімічні небезпеки, реальні нормативні фактори, заходи забезпечення охорони праці наведені в таблицях 8.5, 8.6, 8.7.

Таблиця 8.5 – Джерела хімічних небезпеки

Найменування обладнання	Джерело небезпеки	Причини небезпеки	Наслідки небезпеки
Піскострільна машина	Піскострільна суміш	Утворення кварцевого пилу	Професійне захворювання – силікоз
ХТС зі смолами	Смола БС-40	Виділення парів формальдегіда	Отруєння робітників

Таблиця 8.6 – Фактори небезпеки (реальні, нормативні), які створюються при виконанні технологічного процесу

№	Фактор небезпеки	Реальне значення	Нормативне значення
1	2	3	4
1	Запилення приміщення [13]	2,5 мг/м ³	1 мг/м ³
2	Формальдегід у повітрі [13]	0,03 мг/м ³	0,05 мг/м ³

Таблиця 8.7 – Заходи забезпечення охорони праці в умовах конкретного технологічного процесу

№	Група номенклатурних заходів з ОП	Вид заходу	Критерій вибору
1	2	3	4
1	Технічні заходи	Застосування пиловідсмоктуючих пристосувань замість обдування стрижнів	Зменшення розповсюдження пилу при обдувці стрижнів
		Ущільнення гумовою прокладкою роз'єму контакту на піскострільних машинах	Зменшення розповсюдження пилу при формуванні стрижня
2	Організаційні	Проведення контролю вмісту пилу та формальдегіду у повітрі	Дотримання нормативних значень пилу та формальдегіду у повітрі
3	Режимні	Недопущення сторонніх осіб та робочих без засобів індивідуального захисту на об'єкті	Захист від шкідливих речовин сторонніх осіб та робочих
4	Експлуатаційні	Проведення профілактичних оглядів, ремонтів устаткування	Усунення розповсюдження шкідливих речовин через неполадки устаткування
5	ЗІЗ	Распіратор "Мікрон" FFP3 [14]	Захист органів дихання від пилу та формальдегіда
		Захисні рукавиці з повним двошаровим покриттям з нітрилу [15]	Захист рук від смол

8.3.2 Механізми і вироби, що рухаються

Основні фізичні небезпеки наведені в таблицях 8.8, 8.9, 8.10.

Таблиця 8.8 – Джерела фізичних небезпеки

№	Найменування	Джерело небезпеки	Причини небезпеки	Наслідки небезпеки
1	Кран консольно-поворотний	Переміщувані вантажі (стрижні, стрижневі ящики)	Удар вантажем	Травма робочих
2	Змішувач для ХТС	Рухомі вузли (вал редуктора, лопатки)	Попадання рук на рухомі вузли	

Таблиця 8.9 – Фактори небезпеки (реальні, нормативні), які створюються при виконанні технологічного процесу

Фактор небезпеки	Реальне значення	Нормативні значення
Максимальна завантаженість консольно-поворотного крану, (т) [16]	0,1	0,5

При виконанні технологічного процесу необхідно дотримуватись заходів безпеки, це призводить до зниження ймовірності настання небезпечної ситуації. Заходи безпеки наведені в таблиці 8.10.

Таблиця 8.10 – Заходи забезпечення охорони праці в умовах конкретного технологічного процесу

№	Група номенклатурних заходів з ОП	Вид заходу	Критерій вибору
1	2	3	4
1	Технічні	Застосування попереджувальних сигналів перед початком роботи крана	Сповіщення робочих про пересування вантажу
		Механічне завантаження змішувача	Усунення контакту робочих з рухомими частинами змішувача

1	2	3	4
2	Організаційні	Проведення навчань, інструктажів правил безпеки у відділенні	Ознайомлення робочих з правилами безпеки при роботі з устаткування
3	Режимні	Обмеження допуску в робочі зони для тих, хто не пов'язаний з основним технологічним процесом	Захист від фізичних небезпек сторонніх осіб та робочих
4	Експлуатаційні	Проведення профілактичних оглядів, ремонтів устаткування	Забезпечення правильної роботи устаткування
5	ЗІЗ	Каска захисна НМ-6 [17]	Захист від травм голови

8.3.3 Шум

Джерелами шуму є піскострільні машини. Основні шумові небезпеки, реальні та нормативні фактори, заходи забезпечення охорони праці наведені в таблицях 8.11, 8.12, 8.13.

Таблиця 8.11 – Основні шумові небезпеки

№	Найменування	Джерело небезпеки	Причини небезпеки	Наслідок
1	Піскострільна машина	Стрижнева суміш зі стисненим повітрям	Шум при надуванні стрижня	Порушення слуху

Таблиця 8.12 – Фактори небезпеки (реальні, нормативні), які створюються при виконанні технологічного процесу

№	Фактор небезпеки	Реальне значення	Нормативне значення
1	Рівень шуму [18]	95 дБА	75 дБА

На основі представлених джерел небезпеки запропоновані заходи та їх реалізація в таблиці 8.13

Таблиця 8.13 – Заходи забезпечення охорони праці в умовах конкретного технологічного процесу

№	Група номенклатурних заходів з ОП	Вид заходу	Критерій вибору
1	Технічні	Звукоізолюючий кожух	Зменшення шуму машини
2	Організаційні	Щорічне проведення медогляду	Контроль стану здоров'я робочих
3	Режимні	Обмеження допуску в робочі зони для тих, хто не пов'язаний з основним технологічним процесом	Захист осіб, не пов'язаних з даним технологічним процесом
4	Експлуатаційні	Обмеження тривалості впливу	Відсутність постійного впливу шуму на робочих
	Засоби індивідуального захисту	Противошумні навушники УАТО УТ-74621 [19]	Захист від інтенсивного шуму

8.4. Заходи пожежної безпеки [12,20,21]

Технічні:

1. Застосування конструктивних елементів із спеціальних матеріалів (негорючі, важко займисті);
2. Розташування конструктивних елементів так, щоб створювалися умови полегшеного режиму роботи;
3. Направлене охолодження окремих елементів устаткування;
4. Вибір стандартної апаратури електрозахисту та плавких запобіжників;
5. Слід висвітлити пожежну профілактику електроустановок: якщо в приміщеннях знаходяться матеріали і речовини, схильні до займання чи утворення вибухонебезпечної суміші з повітрям, зробити вибір типу виконання електрообладнання, рівня і виду вибухозахисту відповідно; спосіб прокладки проводів і кабелів;

6. У випадку якщо існують процеси, що супроводжуються утворенням зарядів статичної електрики, розробити комплекс заходів, які забезпечать зниження небезпеки вибуху або пожежі від іскрового розряду;

7. Розглянути засоби гасіння пожеж, яка застосовується апаратура і прилади (тип, кількість, розміщення);

8. Розглянути засоби зв'язку та сигналізації, що забезпечують сповіщення про початок пожежі у виробничому приміщенні.

Організаційні:

1. Застосування пожежної сигналізації на об'єкті;

2. Проведення навчань з питань пожежної безпеки, включаючи інструктажі та пожежно-технічні мінімуми;

3. Застосування наочних засобів протипожежної пропаганди та агітації;

4. Організацію добровільної пожежної дружини та пожежно-технічної комісії;

5. Проведення перевірок, оглядів стану пожежної безпеки приміщень, будівель, об'єкта в цілому та ін.

Режимні:

1. Заборона куріння, дозволено лише у спеціально відведених місцях;

2. Стороннім особам заборонено знаходитись на території об'єкту;

3. При проведенні робіт пов'язаних з відкритим вогнем суворо дотримуватись протипожежних правил.

Ергономічні та естетичні:

1. Зовнішній вигляд цеху що проектується повинен відповідати технічній естетиці та інтер'єру приміщення;

2. Кольори, фарбування інтер'єру виробничого приміщення, технологічного обладнання, підйомно-транспортних засобів;

3. Кольорова схема обладнання повина відповідати чиним нормам.

8.5 Висновок до розділу

Приміщення стрижневого відділення не відповідає всім нормам по мікроклімату та запиленню приміщення, тому було запропоновано засоби та заходи захисту від шкідливих факторів.

					ФЛ91п.9102.1110.0000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні дипломного проекту було розроблено технологічний процес виготовлення чавунного виливка «Ступиця» та спроектоване стрижневе відділення.

Розроблено креслення ливарної технології, модельного оснащення для її реалізації та форми у складеному вигляді.

Для виливка було розроблено технологію ливарної форми, вибрано припуски на механічну обробку, роз'єм моделі та форми, розраховано ливникову систему, вибране опочно-модельне оснащення, розраховані техніко-економічні показники розробленої технології.

Виготовлення стрижнів виконуємо на стрижневій лінії Л16Х, чим підвищуємо продуктивність праці та зменшуємо вплив шкідливих факторів на працівників.

При виготовленні литва використане сучасне обладнання та сучасні стрижневі суміші ХТС на основі фурилової смоли.

Розраховано основні робочі та конструктивні параметри стрижневої машини та виконано її робоче креслення.

Проведений аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів та визначені заходи зі зниження негативного впливу виробництва на здоров'я робітників відділення.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ		
Розроб.		Криволап					
Перевір.		Сиропоршнев					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Акрушів
						71	
					НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Основы проектирования литейных цехов и заводов / Л. И. Фанталов, Б. В. Кнорре, С. И. Четверухин и др. — М. : Машиностроение, 1979. — 376 с.
2. Сафронов В. Я. Справочник по литейному оборудованию. — М. : Машиностроение, 1985. — 319 с.
3. Проектування ливарних цехів. Ч.1: підручник / Г. Є. Федоров, М. М. Ямшинський, В. Г. Могилатенко [та ін.]. — К. : НТУУ «КП», 2011. — 588 с.
4. Теоритичні основи ливарного виробництва: навчальний посібник/ [В.М Дробязко, М. М. Ямшинский, А. С. Кочешков, В. Г. Могилатенко, О. І. Пономаренко]; - Київ, НТУУ «КП».
5. ДСТУ 3925 – 99 Чавун з кулястим графітом для виливків . Марки. – 2000.
6. ГОСТ 26645-85 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку (с Изменением 1). – 1990.
7. ГОСТ 3212-92 Комплекты модельные. Уклоны формовочные, стержневые знаки, допуски размеров.
8. Могилев В.К, Лев О.И. Справочник литейщика: Справочник для профессионального обучения рабочих на производстве. - М.: Машиностроение, 1988. - 272 с.
9. Модельна оснастка для виробництва виливків у піщаних формах. Дорошенко С. П., Федоров Г. Є. Навчальний посібник. – К.: Політехніка, 2001. – 108 с., 2003. – 112 с.
10. Формувальні суміші. Дорошенко С. П.– К.: НТУУ «КП», 1997. – 140 с.
11. Гиршович Н.Г. Справочник по чугунному литью. Л. Машиностроение. 1978. 758 с.
12. НПАОП 27.0-1.01-08. Правила охорони праці в металургійній промисловості.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Криволап			ВИСНОВКИ			Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Сиропоршнев								72	
Реценз.								НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського			
Н. Контр.											
Затверд.											

13. ДСН 3.3.6-042-99. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
14. ДСТУ EN 133:2005. Засоби індивідуального захисту органів дихання. Класифікація.
15. ДСТУ EN 420-2017. Загальні вимоги до рукавиць.
16. НПАОП 00.0-5.18-96. Типова інструкція з безпечного ведення робіт для кранівників (машиністів) кранів мостового типу (мостових, козлових, напівкозлових)
17. ДСТУ EN 397:2001. Каски захисні промислові.
18. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
19. ДСТУ EN 352-3:2017 Засоби індивідуального захисту органа слуху
20. 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.
21. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання / К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний та ін. – К.: Основа, 2006. – 448 с.

					ФЛ91п.9102.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

ДОДАТКИ

[illegible]

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			ФЛ-п91.9102.1110.0005 СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1	ФЛ-п91.9102.1110.0005.01	Штир центрувальний	1	
		2	ФЛ-п91.9102.1110.0005.02	Втулка центрувальна	2	
		3	ФЛ-п91.9102.1110.0005.03	Штир напрямний	1	
		4	ФЛ-п91.9102.1110.0005.04	Опока верху	1	
		5	ФЛ-п91.9102.1110.0005.05	Опока низу	1	
		6	ФЛ-п91.9102.1110.0005.06	Втулка напрямна	2	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		7		Гайка М42х1,5-7Н.66.05		
				ГОСТ 11871-88	6	
		8		Штифт 6т6х45 ГОСТ 3128-70	6	
				<u>Інші вироби</u>		
		9		Стрижень №1	1	
		10		Стрижень №2	1	
		11		Холодильник	1	
				<u>Матеріали</u>		
		12		Суміш формувальна		
					ФЛ-п91.9102.1110.0005	
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		
Розробив		Криволап			Складена форма виливка	Літера
Перевірив		Сиропаршнєв				Аркуш
						Аркушів
						1
Н.контр					НТУУ КПІ	
Затвердив					ім. Ігоря Сікорського	

	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.							
					<u>Документація</u>		
				ФЛ-п91.9102.1110.0006	Складальне креслення		
Справ. №					<u>Складальні одиниці</u>		
			1		Бункер	1	
			2		Траверса	1	
			3		Плита продувна	1	
			4		Прижимний механізм (лівий)	1	
			5		Нижній штовхач	1	
			6		Гідравлічний циліндр стола	1	
			7		Станина	1	
			8		Прижимний механізм (правий)	1	
			9		Кріплення датчиків позиціювання стола	1	
			10		Ходовий стіл	1	
			11		Ресивер	1	
			12		Стійка	2	
			13		Газогенератор	1	
			14		Каретка	1	
					<u>Стандартні вироби</u>		
			15		Анкерний болт М48x400 ГОСТ 24379.1-80	4	
Подп. и дата							
Взам. инв. №							
Инв. № дубл.							
Подп. и дата							
Изм./лист							
№ докум.							
Подп.							
Дата							
ФЛ-п91.9102.1110.0006							
Разраб.							
Пров.							
Н.контр.							
Утв.							
Лит.							
Лист							
Листов							
Піскострільна стрижнева машина							
НТУУ "КПІ" ім. Ігоря Сікорського							

Ім'я користувача:
Михайло Михайлович Ямшинський

ID перевірки:
1011624906

Дата перевірки:
21.06.2022 09:11:41 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Library

Дата звіту:
21.06.2022 09:12:25 EEST

ID користувача:
76785

Назва документа: Диплом Криволап

Кількість сторінок: 73 Кількість слів: 12871 Кількість символів: 87513 Розмір файлу: 2.55 MB ID файлу: 1011492730

25.6% Схожість

Найбільша схожість: 19.3% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1011448582)

Пошук збігів з Інтернетом не проводився

25.6% Джерела з Бібліотеки

959

Сторінка 75

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

150