

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

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

ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Михайло ЯМШИНСЬКИЙ  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Дипломний проєкт  
на здобуття ступеня бакалавра  
за освітньо-професійною програмою «Комп'ютеризовані процеси лиття»  
спеціальності 136 «Металургія»  
на тему: «Технологічний процес виготовлення чавунного виливка «Штуцер» та  
організація роботи відділення лиття за моделями, що витоплюють»**

Виконав (-ла):  
студент (-ка) IV курсу, групи ФЛ-91  
Косоков Данило Андрійович \_\_\_\_\_

Керівник:  
Асистент, доктор філософії,  
Смірнова Яна Олександрівна \_\_\_\_\_

Консультант з охорони праці:  
Професор, д.т.н., професор,  
Левченко Олег Григорович \_\_\_\_\_

Консультант з економічної частини:  
Доцент, к.е.н.,  
Нарасєвський Сергій Вікторович \_\_\_\_\_

Рецензент:  
Доцент, к.т.н.,  
Котляр Сергій Миколайович \_\_\_\_\_

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

Студент (-ка) \_\_\_\_\_



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

Факультет/ІНІ Навчально-науковий інститут матеріалознавства та зварювання  
ім. Є.О.Патона

(повна назва)

Кафедра Ливарного виробництва

(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність 136 Металургія

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Комп'ютеризовані процеси лиття

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Михайло ЯМШИНСЬКИЙ

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**

**на дипломний проєкт студенту**

Косокову Данилу Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту «Технологічний процес виготовлення чавунного виливка «Штуцер» та організація роботи відділення лиття за моделями, що витоплюють», \_\_\_\_\_  
керівник проєкту Смірнова Яна Олександрівна, доктор філософії, \_\_\_\_\_  
затверджені наказом по університету від «01» червня 2023 р. № 2122-с \_\_\_\_\_
2. Термін подання студентом проєкту 14.06.2023 р. \_\_\_\_\_
3. Вихідні дані до проєкту 3.1. Потужність 3500 кг придатних виливків на рік;  
3.2. Виробництво серійне; 3.3. Виливок «Штуцер», маса 90 г; 3.4. Лиття за моделями, що  
витоплюють; 3.5. Номенклатура литва. \_\_\_\_\_
4. Зміст пояснювальної записки 4.1. Аналіз виробничої програми відділення лиття за  
моделями, що витоплюють; 4.2. Режим роботи та фонди часу; 4.3. Проєктування відділення  
лиття за моделями, що витоплюють; 4.4. Технологія виготовлення виливків;  
4.5. Проєктування устаткування для виготовлення вогнетривкого покриття;  
4.6. Організаційно-економічна частина проєкту; 4.7. Охорона праці. \_\_\_\_\_
5. Перелік графічного матеріалу 5.1 Планування відділення. 5.2 Технологія виготовлення  
виливка «Штуцер». 5.3 Блок моделей та вогнетривка оболонка для виготовлення виливка.  
5.4 Прес-форма для виготовлення моделі. 5.5 Форма збірна. 5.6 Установка моделі 661. 5.7  
Порівняльні техніко-економічні показники технологічного відділення ливарного цеху. \_\_\_\_\_

## 6. Консультанти розділів проєкту

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

7. Дата видачі завдання 29 травня 2023 р.

### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Аналіз виробничої програми	30.05.2023	
2	Режими роботи цеху і фонди часу роботи устаткування і робітників	01.06.2023	
3	Проектування відділення лиття за моделями, що витоплюють	02.06.2023	
4	Розроблення технологічного процесу виготовлення виливка	07.06.2023	
5	Проектування ливарного устаткування	09.06.2023	
6	Організаційно-економічна частина	13.06.2023	
7	Охорона праці	13.06.2023	

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

Данило КОСОГОВ

Керівник проєкту

\_\_\_\_\_

(підпис)

Яна СМІРНОВА

# **Пояснювальна записка**

## **до дипломного проєкту**

на тему: «Технологічний процес виготовлення чавунного виливка «Штуцер» та організація роботи відділення лиття за моделями, що витоплюють»

Київ – 2023 року

## РЕФЕРАТ

Дипломний проєкт: 76 с., 31 табл., 9 рис.

В рамках дипломного проєкту розроблено технологічний процес виготовлення «Штуцер». Для забезпечення ефективного виробництва та високої якості продукції були взяті до уваги економічні, організаційні та екологічні фактори. Проведені аналізи стали базою для технічного планування відділення лиття за моделями, що витоплюють та ливарного устаткування. Технологічний процес виготовлення вдосконалено та оптимізовано з урахуванням заданих параметрів.

Проведено розрахунки, які дозволили підібрати оптимальні умови для максимального підвищення якості продукції та продуктивності працівників.

Розроблена технологія виготовлення вилівка дозволяє ефективно керувати процесом виробництва, що відображається на якості та вартості продукції.

ВІДДІЛЕННЯ ЛИТТЯ ЗА МОДЕЛЯМИ, ЩО ВИТОЛЮЮТЬ, ШТУЦЕР,  
ПРЕС-ФОРМА, ФОРМА ЗІБРАНА, УСТАНОВКА ДЛЯ ПРИГОТУАННЯ  
ВОГНЕТРИВКОЇ ОБМАЗКИ, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Косошов Д. А.			Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Смірнова Я. О.				6	76
Н. Контр.		Лютин Р. В.			КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ ім. Є.О. Патона		
Затв.							

## ABSTRACT

Diploma project: 76 p., 31 tab., 9 fig.

Within the project, the casting technology for «Fitting» castings was developed. Ensuring high-quality products and optimizing production were the main objectives. To achieve this, economic, organizational, and environmental principles were utilized. An analysis of production needs was conducted, a technical plan for the division, equipment, and casting process was developed, and optimal conditions for increasing product quality and workforce productivity were calculated.

As a result, an efficient manufacturing technology was developed that allows for control over the production process and ensures high-quality products at an acceptable cost. Safety measures were established to ensure industrial safety. The equipment and casting process were optimized, resulting in increased workforce productivity and improved product quality.

**LOST-WAX CASTING DEPARTMENT, FITTING, PRESS-FORM, MOLD ASSEMBLED, INSTALLATION FOR THE PREPARATION OF REFRACTORY COATINGS, TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS**

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ABSTRACT					
Розроб.		Косоков Д. А.						Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Смірнова Я. О.						7	76	
Н. Контр.		Лютый Р. В.						КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ ім. Є.О. Патона		
Затв.										

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ .....	12
1.1 Виробнича програма .....	12
1.2 Характеристика виробництва і вибір технології виготовлення виливків .....	14
2. РЕЖИМ РОБОТИ ТА ФОНДИ ЧАСУ УСТАТКУВАННЯ І РОБІТНИКІВ ...	16
3. ПРОЕКТУВАННЯ ВІДДІЛЕННЯ ЛИТТЯ ЗА МОДЕЛЯМИ, ЩО ВИТОПЛЮЮТЬ.....	19
4. РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА .....	27
4.1 Загальна характеристика литої деталі .....	27
4.2 Вибір припусків на механічне оброблення .....	28
4.3 Розрахунок ливниково-живильної системи .....	29
4.4 Розрахунок лінійних розмірів моделі та пресс-форми.....	31
4.5 Вибір модельного складу.....	33
4.6 Вибір матеріалів вогнетривкої оболонки .....	36
4.7 Шихтові матеріали та їх підготовка.....	38
4.8 Технологія вибивання форм .....	39
4.9 Технологія очищення та обрубки виливків .....	39
4.10 Контроль кості продукції.....	40
4.10.1. Організація контролю матеріалів.....	40
4.10.2. Класифікація дефектів виливків.....	41
5. ПРОЄКТУВАННЯ УСТАТКОВАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВОГНЕТРИВКОГО ПОКРИТТЯ.....	44
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО - ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ .....	47

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЗМІСТ		
Розроб.		Косошов Д. А.					
Перевір.		Смірнова Я. О.					
Н. Контр.		Лютий Р. В.					
Затв.							
					Літ.	Аркуш	Аркушів
					8	76	
					КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ ім. Є.О. Патона		

6.1	Визначення капітальних вкладень у проєкт модельно-оболонкового відділення цеху. ....	47
6.2	Визначення чисельності робітників та витрат на заробітну плату.....	50
6.3	Розроблення планової калькуляції собівартості продукції .....	53
6.4	Розрахунок продуктивності праці у відділенні .....	55
6.5	Розрахунок показників економічної ефективності проєктного рішення .....	55
7	ОХОРОНА ПРАЦІ .....	57
7.1	Загальна характеристика умов праці у відділенні.....	57
7.2	Оцінка основних та шкідливих виробничих факторів у відділенні та розроблення заходів для поліпшення (нормалізації) умов праці.....	60
7.3	Механізми і вироби що рухаються .....	61
7.4	Електробезпека .....	62
7.5	Хімічні джерела небезпечних та шкідливих виробничих факторів .....	64
7.6	Пожежна безпека .....	65
	ВИСНОВКИ .....	68
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	69
	ДОДАТКИ .....	71

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

## ВСТУП

Ливарне виробництво є одним з найважливіших напрямів в машинобудуванні, майже відповідає за 50-90% загального виробництва деталей, що залежить від призначення та конфігурації. У процесі ливарного виробництва використовуються різноманітні матеріали та методи лиття, такі як лиття в форми або за витоплюваними моделями.

Метою даного дипломного проєкту є розробка технології виготовлення виливка «Штуцер» з використанням чавуну марки СЧ350 та проектування модельного відділення для підвищення ефективності виробничого процесу. Проектуючи модельне відділення, ми маємо на меті оптимізувати робочий процес з урахуванням специфіки виробництва та вибрати необхідне устаткування для розв'язання завдань.

Дослідження у машинобудівній галузі, проведені з метою оптимізації виробничих процесів та покращення якості виготовлених деталей, мають велике значення на сучасному етапі розвитку галузі та різних інших сфер виробництва.

На даний момент на ринку наявні множини типів устаткування для виробництва виливків, особливо перспективними є ті, які використовують сучасні технології, такі як комп'ютерне інтегрування, яке може значно підвищити точність та швидкість процесу лиття.

Стабільний розвиток виробництва ливарних виробів в машинобудуванні вимагає досягнення високих ефективних показників та зниження витрат, що можливе завдяки проведенню відповідних досліджень та розробці новітніх технологій в подальшому.

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Косоков Д. А.			ВСТУП	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Смірнова Я. О.					10	76
Н. Контр.		Лютий Р. В.			КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ ім. Є.О. Патона			
Затв.								

Цей дипломний проєкт важливий для машинобудівної галузі, оскільки запропонована технологія лиття та модельне відділення можуть бути використані для вирішення питань оптимізації виробничих процесів, підвищення якості та ефективності на підприємствах.

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

# 1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ

## 1.1 Виробнича програма

Під час розроблення виробничої програми ливарного комплексу необхідно врахувати план випуску виливків для кожного виробу зі списку номенклатури (табл. 1.1) протягом одного року. Дана програма в рамках дипломного проєктування є основою для розробки проєкту ливарного комплексу з потужністю 3500 тон. Продукцію цеху можна розділити за наступними ознаками:

- за типом ливарного сплаву:
  - чавун марки СЧ350;
  - сталі марок 40Х2Н2МА, 35 ХГ, 40Х, 35ХГСЛ, 35Л;
  - алюмінієві сплави марок АК6, АК9ч.
- за масою:
  - до 1 кг;
  - від 1 до 2 кг.

Для складання точної виробничої програми ливарного цеху розраховуємо загальну кількість виробів на рік за формулою [1]:

$$N = P / A, \quad (1.1)$$

де  $P$  – річна проєктна потужність цеху,  $P = 3500$  т;

$A$  – загальна маса виливків на один виріб,  $A = 0,05318$  т (табл. 1.1).

$$N = 3500 / 0,05318 \approx 65\,814 \text{ шт.}$$

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Косошов Д. А.			Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Смірнова Я. О.				12	76
Н. Контр.		Лютый Р. В.			КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ ім. Є.О. Патона		
Затв.							

Таблиця 1.1 – Номенклатура виливків цеху

Індекс позиції	Код деталі	Найменування деталі	Матеріал виливка і марка сплаву	Маса виливка, кг	Кількість виливків на 1 виріб, шт	Маса виливків на 1 виріб, кг	Режим термічного оброблення
1	ФЛ-9101	Кронштейн 1	СЧ350	1,76	8	14,08	Відпал за 700-720 °С
2	ФЛ-9102	Упор буфера	СЧ350	0,57	6	3,42	
3	ФЛ-9103	Вісь	СЧ350	0,20	2	0,40	
4	ФЛ-9104	Картер привода	СЧ350	1,22	4	4,88	
5	ФЛ-9105	Перехідник	СЧ350	0,15	8	1,20	
6	ФЛ-9106	Штуцер	СЧ350	0,09	8	0,72	
7	ФЛ-9107	Циліндр колесний	40Х2Н2МА	3,50	1	3,50	Загартування в олії 860-880 °С
8	ФЛ-9108	Кронштейн 2	35ХГ	1,18	8	9,44	Нормалізація за 870-890 °С
9	ФЛ-9109	Бойок буфера	40Х	0,8	8	6,40	
10	ФЛ-9110	Головка	35ХГСЛ	0,38	1	0,38	
11	ФЛ-9111	Маховик	35Л	1,97	6	11,82	Загартування за 505-525 °С, старіння за 160-165 °С
12	ФЛ-9112	Корпус замка	АК6	1,10	1	1,10	
13	ФЛ-9113	Кришка корпусу	АК6	0,60	2	1,20	
14	ФЛ-9114	Кришка пробки	АК6	0,12	4	0,48	
15	ФЛ-9115	Дно корпусу	АК9ч	0,11	1	0,11	
16	ФЛ-9116	Корпус кінцевого вимикача	АК9ч	0,82	1	0,82	Старіння за 175-180 °С
17	ФЛ-9117	Трійник	АК9ч	0,71	2	1,42	
18	ФЛ-9118	Кришка корпусу	АК9ч	0,11	1	0,11	
19	ФЛ-9119	Корпус	АК9ч	1,20	1	1,20	
20	ФЛ-9120	Корпус вирівнювача	АК9ч	0,42	1	0,42	
Всього						53,18	

За даними табл. 1.1 і зробленого розрахунку річної кількості виробів складаємо точну виробничу програму (табл. 1.2) [1].

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Таблиця 1.2 – Виробнича програма ливарного цеху

Інд. поз.	Код деталі	Найменування деталі	Матеріал і марка	Маса, кг		Кількість на виріб		Річна програма випуску виливків						
				готової деталі	виливка	шт.	кг	на основі виробн			на запасні частини		всього	
								шт.	т	%	шт.	т	шт.	т
1	ФЛ-9101	Кронштейн 1	СЧ350	1,49	1,76	8	14,08	473860	834,00	10	52652	92,66	526512	926,66
2	ФЛ-9102	Упор буфера	СЧ350	0,48	0,57	6	3,42	315907	180,07	20	78977	45,01	394884	225,08
3	ФЛ-9103	Вісь	СЧ350	0,17	0,20	2	0,40	105302	21,06	20	26326	5,26	131628	26,32
4	ФЛ-9104	Картер привода	СЧ350	1,03	1,22	4	4,88	236930	289,06	10	26326	32,11	263256	321,17
5	ФЛ-9105	Перехідник	СЧ350	0,12	0,15	8	1,20	421209	63,18	20	105303	15,79	526512	78,97
6	ФЛ-9106	Штуцер	СЧ350	0,07	0,09	8	0,72	473861	42,65	10	52651	4,73	526512	47,38
7	ФЛ-9107	Циліндр колесний	40X2H2MA	2,97	3,50	1	3,50	59232	207,31	10	6582	23,03	65814	230,34
8	ФЛ-9108	Кронштейн 2	35ХГ	1,00	1,18	8	9,44	421209	497,03	20	105303	124,25	526512	621,28
9	ФЛ-9109	Бойок буфера	40Х	0,68	0,80	8	0,80	52651	42,12	20	13163	10,53	65814	52,65
10	ФЛ-9110	Головка	35ХГСЛ	0,32	0,38	1	2,28	390935	148,55	10	3949	1,50	394884	150,05
11	ФЛ-9111	Маховик	35Л	1,67	1,97	6	1,97	52651	103,72	20	13163	25,93	65814	129,65
12	ФЛ-9112	Корпус замка	АК6	0,93	1,10	1	2,20	118465	130,32	10	13163	14,47	131628	144,79
13	ФЛ-9113	Кришка корпусу	АК6	0,51	0,6	2	2,40	210604	126,36	20	52652	31,59	263256	157,95
14	ФЛ-9114	Кришка пробки	АК6	0,10	0,12	4	0,12	59232	7,1	10	6582	0,79	65814	7,89
15	ФЛ-9115	Дно корпусу	АК9ч	0,09	0,11	1	0,11	59232	6,51	10	6582	0,72	65814	7,23
16	ФЛ-9116	Корпус кінцевого вимикача	АК9ч	0,69	0,82	1	1,64	105302	86,35	20	26326	21,58	131628	107,93
17	ФЛ-9117	Трійник	АК9ч	0,60	0,71	2	0,71	52651	37,38	20	13163	9,34	65814	46,72
18	ФЛ-9118	Кришка корпусу	АК9ч	0,09	0,11	1	0,11	59232	6,51	10	6582	0,72	65814	7,23
19	ФЛ-9119	Корпус	АК9ч	1,02	1,20	1	1,20	52651	63,18	20	13163	15,79	65814	78,97
20	ФЛ-9120	Корпус вирівнювача	АК9ч	0,36	0,42	1	0,42	59232	24,88	10	6582	2,76	65814	27,64
Всього													3499,90	

## 1.2 Характеристика виробництва і вибір технології виготовлення виливків

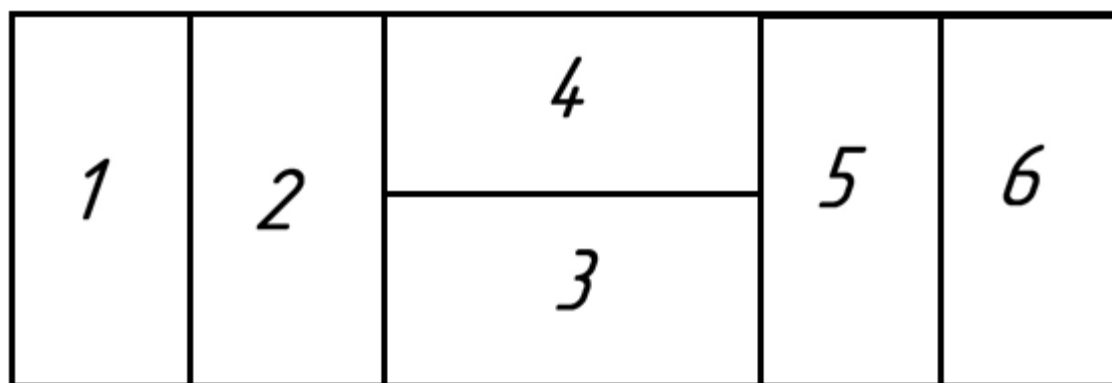
Основною метою функціонування даного ливарного комплексу є виготовлення виливків середньої складності з чавуну, сталей та алюмінієвих сплавів. Відповідно до встановлених вимог щодо маси виробів, можна виготовити виливки масою від 0,09 кг до 3,5 кг.

Ключовими параметрами визначення оптимального технологічного процесу і обладнання для виготовлення виливків є такі фактори, як характер виробництва, маса та розміри виливків, їх точність класу, матеріал, тип виробничої програми та потужність цеху. На основі вказаних параметрів було

																			Арк.
																			14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ														

прийнято рішення виробляти виливки на проектованому цеху литтям за моделями, що витоплюють, оскільки маса виливків менше 5кг, серійність виробництва складає 65 814 шт виливків за рік, й зазначені високі вимоги точності та якості параметрів продукції. Завдяки цьому ефективному вибору технології виготовлення продукції, виробництво виливків забезпечує оптимальну кількість продукції, не завдавши збитків в якості та ефективності виробничого процесу.

Загальна схема планування ливарного цеху наведена на рис. 1.1.



1 – склад шихтових та формувальних матеріалів; 2 – дільниця виготовлення моделей та оболонкових форм; 3 – пракалювальна-заливальна дільниця; 4 – дільниця термічного оброблення; 5 – відділення механічного оброблення та фінішних операцій; 6 – склад готової продукції

Рисунок 1.1 – Загальна схема планування ливарного цеху

## 2. РЕЖИМИ РОБОТИ ТА ФОНДИ ЧАСУ РОБОТИ УСТАТКУВАННЯ І РОБІТНИКІВ

Режим роботи ливарного цеху визначається виконанням операцій технологічного процесу виготовлення виливків в часі і просторі. Від прийнятого режиму роботи залежить організація виробничого процесу.

Найкращим є такий режим роботи, коли всі технологічні операції виконуються одночасно на різних виробничих дільницях. Найбільш оптимальним є двозмінний паралельний режим, при якому третя зміна відводиться для профілактики і ремонту устаткування.

Фактори, які обумовлюють вибір режиму роботи цеху: маса виливка, потужність цеху тощо. Отже в даному випадку приймаємо паралельний двозмінний режим роботи, що дозволяє раціонально використовувати устаткування і площі цеху.

Встановлюємо фонди часу роботи устаткування та робітників згідно формули:

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

де  $\Phi_k$  – календарний фонд часу, год;

$P$  – кількість днів у році, днів;

$D$  – кількість годин у добі, год.

Підставивши дані у формулу отримуємо:

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

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>РЕЖИМИ РОБОТИ ТА ФОНДИ ЧАСУ РОБОТИ УСТАТКУВАННЯ І РОБІТНИКІВ</b>					
Розроб.		Косошов Д. А.						Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Смірнова Я. О.							16	76
Н. Контр.		Лютый Р. В.						КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ ім. Є.О. Патона		
Затв.										

Номінальний фонд часу – це часовий інтервал, в який прийнято визначений режим виконання робіт, проте без врахування запланованих та непередбачуваних затримок, які можуть виникнути під час виконання роботи.

Номінальний фонд часу розраховується за формулою:

$$\Phi_n = C \cdot \Gamma, \quad (2.2)$$

де  $\Phi_n$  – номінальний фонд часу, год;

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

$\Gamma$  – кількість годин в залежності від кількості змін, 1 зм. – 8 год.

З урахуваннями святкових та вихідний днів рік має 249 робочих днів. При двозмінному режимі роботи за формулою 2.2 матимемо:

$$\Phi_n = 249 \cdot 8 \cdot 2 = 3984 \text{ год.}$$

Дійсний фонд часу визначаємо за формулою:

$$\Phi_d = \Phi_n - B, \quad (2.3)$$

де  $\Phi_n$  – номінальний фонд часу, год;

$B$  – витрати часу на освоєння виробництва та непередбачені витрати.

За умови 40-годинного робочого тижня і 28-денній відпустці (20 робочих днів) дійсний фонд часу для працівників становить [1]:

$$\Phi_d = 3984 - (8 \cdot 20) = 3824 \text{ год.}$$

Всі дані щодо режиму роботи цеху і фондів часу зведено до табл. 2.1.

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Таблиця 2.1 – Режим роботи ливарного цеху та фонди часу роботи устаткування і робітників

Інд. позиції	Найменування відділення, дільниці	Кількість робочих змін за добу	Дійсний річний фонд часу роботи, год	
			устаткування	робітників
1	Модельна дільниця	2	3528	1826
2	Дільниця виготовлення керамічних оболонок	2	3528	1826
3	Складально-прожарювально-заливально-вибивальна дільниця	2	3732	1826
4	Дільниця термічної обробки	2	3760	1826
5	Відділення фінішних операцій	2	3652	1826
6	Допоміжні відділення	2	3771	1826

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

### 3. ПРОЄКТУВАННЯ ВІДДІЛЕННЯ ЛИТТЯ ЗА МОДЕЛЯМИ, ЩО ВИТОПЛЮЮТЬ

Під час виготовлення виливків застосовуються оболонкові форми, зміцнені сипучим вогнетривким матеріалом, котрий забезпечує підвищені вимоги по міцності та термостійкості. Використання цих форм дозволяє запобігати різкого охолодження та розширює можливості виробництва. У зв'язку з цим, дуже важливо контролювати кількість матеріалів в оболонкових формах, яка базується на ретельному контролі часу, необхідного для кожного етапу процесу, а також рівня попиту та середньомісячного обігу. Це дозволяє забезпечити високу якість продукції та якісне функціонування обладнання. Для цього необхідно проводити розробку імовірнісної моделі, дотримання вимог до забезпечення безперебійної роботи технологічного устаткування та зменшення ризиків втрати продукції. Управління процесом виробництва має здійснюватися з максимальною відповідальністю та кваліфікацією, оскільки будь-яке невідповідне виконання технологічних параметрів може призвести до серйозних наслідків для підприємства [3].

Оптимізація процесу виробництва може бути досягнута за допомогою впровадження новітніх технологій та вдосконалення системи управління виробництвом. Розробка технологічної частини проекту базується на виробничій програмі.

Для того щоб виконати розрахунок технологічного устаткування, необхідно визначити кількість виробів або матеріалу на кожній операції технологічного процесу (модельних ланок, блоків, виливків, модельного складу, суспензії тощо), яку потрібно виготовити на цьому устаткуванні.

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Косошов Д. А.			ПРОЄКТУВАННЯ ВІДДІЛЕННЯ ЛИТТЯ ЗА МОДЕЛЯМИ, ЩО ВИТОПЛЮЮТЬ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Смірнова Я. О.					19	76
Н. Контр.		Лютый Р. В.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ ім. Є.О. Патона		
Затв.								

Таблиця 3.1 – Вихідні технологічні дані

Індекс позиції	Найменування деталі	Маса виливка, кг	Програма		Кількість моделей у ланці	Кількість ланок у блоці	Кількість моделей у блоці	Кількість модельних ланок (моделей) на програму	Кількість блоків на програму	Маса модельного складу, кг		
			шт.	кг						на 1 модель	на 1 блок	на програму
1	Кронштейн 1	1,76	6044	10637,44	1	8	8	6044	756	0,27	4,49	3400,34
2	Упор буфера	0,57	24176	13780,32	2	4	8	12088	3022	0,09	3,12	9446,51
3	Вісь	0,20	24176	4835,20	2	4	8	12088	3022	0,03	2,83	8571,36
4	Картер привода	1,22	6044	7373,68	1	8	8	6044	756	0,19	3,90	2952,21
5	Перехідник	0,15	12088	1813,20	2	4	8	6044	1511	0,02	3,02	4576,46
6	Штуцер	0,09	24176	2175,84	2	4	8	12088	3022	0,01	2,75	8317,93
7	Циліндр колесний	3,50	24176	84616,00	1	8	8	24176	3022	0,55	7,20	21784,71
8	Кронштейн 2	1,18	6044	7131,92	1	8	8	6044	756	0,18	3,76	2845,61
9	Бойок буфера	0,80	24176	19340,80	2	4	8	12088	3022	0,12	3,65	11032,39
10	Головка	0,38	6044	2296,72	2	4	8	3022	756	0,06	2,65	2004,71
11	Маховик	1,97	24176	47626,72	1	8	8	24176	3022	0,31	4,89	14798,97
12	Корпус замка	1,10	6044	6648,40	1	8	8	6044	756	0,17	3,79	2870,09
13	Кришка корпусу	0,60	6044	3626,40	1	8	8	6044	756	0,09	3,36	2543,38
14	Кришка пробки	0,12	12088	1450,56	2	4	8	6044	1511	0,02	2,28	3459,30
15	Дно корпусу	0,11	6044	664,84	2	4	8	3022	756	0,02	2,97	2251,49
16	Корпус кінцевого вимикача	0,82	36264	29736,48	1	8	8	36264	4533	0,13	3,87	17571,70
17	Трійник	0,71	36264	25747,44	1	8	8	36264	4533	0,11	3,73	16940,87
18	Кришка корпусу	0,11	24176	2659,36	2	4	8	12088	3022	0,02	2,97	9000,01
19	Корпус	1,20	6044	7252,8	1	8	8	6044	756	0,19	4,36	3293,99
20	Корпус вирівнювача	0,42	12088	5076,96	2	4	8	6044	1511	0,06	3,37	5092,60
Всього:											152754,71	

Враховуючи коефіцієнти технологічних утрат [1] складаємо зведену відомість обсягів виробництва для розрахунку основного устаткування (табл. 3.2).

Відділення лиття за моделями, що витоплюють складається із декількох робочих ділянок, де проводяться різноманітні етапи виробництва форми, починаючи зі створення модельних композицій та закінчуючи виготовленням керамічних оболонок для захисту форми під час лиття. Кожна ділянка спрямована на певний етап виробництва та має свій унікальний комплекс технологічних операцій, що дозволяє ефективно та оперативно виробляти металеві деталі литтям за моделями, що витоплюють.

												Арк.
												20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ							

Таблиця 3.2 – Відомість обсягів виробництва

Індекс позиції	Група виливків за масою, кг	Найменування деталі	Програма		Кількість на програму, шт.		Маса модельного складу на програму, кг	Кількість на програму з урахуванням утрат, шт.		Маса на програму за урахуванням утрат, кг		Кількість на програму з урахуванням утрат, шт.			Маса на програму з урахуванням утрат, кг		
			шт.	кг	модельних ланок	блоків		модельних ланок	модельних блоків	модельного складу	суспензій	оболонок	блоків виливків	виливків	виливків	металозавалки	
1	До 1	Вісь	394884	26325,6	12088	3022	8571,4	25747	4292	12171,3	12779,9	3627	3506	28958	434372	437047,8	
2		Картер привода	131628	21172,3	6044	756	2952,2	10730	1074	4192,1	4401,7	908	877	23290	144791	145590,2	
3		Штуцер	526512	47386,1	12088	3022	8317,9	25747	4292	11811,4	12402,0	3627	3506	52125	579163	586966,5	
4		Циліндр колесний	526512	23349,0	24176	3022	21784,7	42912	4292	30934,3	32481,0	3627	3506	25684	579163	582358,8	
5		Головка	65814	50055,9	3022	756	2004,7	6439	1074	2846,7	2989,0	908	877	55062	72396	74208,1	
6		Маховик	394884	29653,6	24176	3022	14798,9	42912	4292	21014,5	22065,3	3627	3506	32619	434372	438794,3	
7		Кришка пробки	263256	26661,1	6044	1511	2251,5	12874	2146	3197,1	3356,9	1814	1753	29327	289582	292702,9	
8		Дно корпусу	65814	7897,7	3022	756	2251,5	6438	1074	3197,1	3356,9	908	877	8688	72396	73064,7	
9		Корпус кінцевого вимикача	65814	7239,6	32624	4533	17571,7	59200	6437	24951,8	26199,4	5440	5259	7964	72396	78303,6	
10		Трійник	131628	107935,0	32624	4533	9000,1	59200	6437	12780,1	13419,1	5440	5259	118728	144791	148302,3	
11		Кришка корпусу	131628	46728,0	12088	3022	2543,4	25747	4292	3611,6	3792,2	3627	3506	51401	144791	147986,4	
12		Корпус	65814	7239,5	6044	756	3294,0	10730	1074	4677,5	4911,3	908	877	7964	72396	73259,9	
13	Від 1 до 2	Кронштейн 1	65814	926661,1	6044	756	3400,3	10730	1074	4828,5	5069,9	908	877	1,019* 10 <sup>6</sup>	72396	73380,7	
14		Упор буфера	526512	25083,9	12088	3022	9446,5	25747	4292	13414,1	14084,7	3627	3506	27592	579163	581541,3	
15		Перехідник	263256	78976,8	6044	1511	4576,5	12874	2146	6498,6	6823,5	1814	1753	86874	289582	293204,5	
16		Кронштейн 2	65814	21284,1	6044	756	2845,6	10730	1074	4040,8	4242,8	908	877	23413	72396	74208,1	
17		Бойок буфера	526512	52651,2	12088	3022	11032,4	25747	4292	15665,9	16449,3	3627	3506	57916	579163	586409,1	
18		Корпус замка	65814	44790,8	6044	756	2870,1	10730	1074	4075,5	4279,3	908	877	49270	72396	74208,1	
19		Кришка корпусу	131628	577953,6	6044	756	3293,9	10730	1074	4677,4	4911,3	908	877	635749	144791	146603,5	
20		Корпус вирівнювача	65814	78976,8	6044	1511	5092,6	12874	2146	7231,5	7593,1	1814	1753	86874	72396	76018,3	
Всього			308244	284489,9					448836	57937	195817	205608	48975	47335	2419498	4922892	400340,5

Порядок виконання технологічних операцій отримання виливків наступний:

- підготовка прес-форм для виготовлення моделей, а саме очищення прес-форм, змащення їх внутрішньої порожнини розділовим покриттям для зменшення прилипання модельної суміші і збирання. Як покриття використовують трансформаторну або касторову оливу в суміші з етиловим спиртом при співвідношенні 1:1 [4].

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

ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ

- виготовлення моделей, елементів ливниково-живильної системи та збирання їх у модельний блок;
- пошарове нанесення вогнетривкого покриття на поверхню модельного блоку та його висушення;
- виплавлення модельного складу;
- встановлення отриманої оболонки у контейнер, засипання контейнеру опорним матеріалом та прожарювання форм;
- заливання форм підготовленим розплавом;
- охолодження та вибивання виливків.

До відділення лиття за моделями, що витоплюють входять: модельна дільниця, дільниця виготовлення оболонкових форм, прокалювально-заливальна дільниця.

На модельній дільниці виконують наступні операції:

- приготування модельної суміші,
- запресування модельної композиції в прес-форму,
- охолодження прес-форм разом з моделями,
- видалення моделей з прес-форм,
- виготовлення моделей елементів ливникової системи,
- виготовлення модельних блоків та передавання їх на дільницю виготовлення оболонок.

Відповідно до встановлених вимог, для створення модельного складу КС-102, та подальшого виготовлення модельної композиції застосуємо напівавтоматичну лінію моделі 6A50.

Лінія оснащена шприц-машиною моделі 659А і карусельною установкою моделі 6A54.

Шприц-машина моделі 659А призначена для приготування модельної пасти з готових модельних складів з температурою плавлення не вищою 80 °С і запресовування пасти в прес-форми ручного складання і розбирання в серійному і дрібносерійному виробництвах. Машину можна експлуатувати автономно або в складі напівавтоматичної лінії моделі 6A50. Для виготовлення

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

модельних ланок з використанням неавтоматизованих пресформ використовуватимемо установку моделі 6А54. Кількість машин розраховуємо за формулою:

$$n_{\text{м.п.}} = \frac{(N_{\text{л}} + N_{\text{б}}) \cdot K_{\text{н}}}{\Phi_{\text{д}} \cdot q}, \quad (3.1)$$

де  $N_{\text{л}}$  – кількість модельних ланок на річну програму, шт.;

$N_{\text{б}}$  – річна кількість ливникових воронок чи блоків, шт.;

$K_{\text{н}}$  – коефіцієнт нерівномірності використання складу;

$\Phi_{\text{д}}$  – ефективний річний фонд часу роботи устаткування, при двозмінному режимі роботи, год;

$q$  – продуктивність устаткування, запресовувань/год.

$$n_{\text{м.п.}} = \frac{(448836 + 57937) \cdot 1,3}{3527,6 \cdot 125} = 1,5.$$

Приймаємо 2 установки моделі 6А54.

Коефіцієнт завантаження установок розраховуємо за формулою:

$$K_3 = n / n_{\text{п}} \quad (3.2)$$

де  $n$  – розрахована необхідна кількість устаткування, шт.;

$n_{\text{п}}$  – прийнята кількість устаткування, шт..

$$K_3 = 1,5 / 2 = 0,75.$$

На ділянці виготовлення оболонкових форм виконують технологічні операції, такі як:

підготовка матеріалів для виготовлення вогнетривких покриттів;

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приготування вогнетривкого покриття;  
нанесення вогнетривкого покриття на модельні блоки;  
сушіння покриття;  
видалення стояків;  
витоплення модельної маси з оболонки.

Для приготування суміші необхідної в'язкості використовуємо агрегат моделі 661. Кількість агрегатів розраховуємо за формулою:

$$N_c = \frac{Q \cdot K_H}{\Phi_d \cdot Q_p}, \quad (3.3)$$

де  $Q$  – річна кількість суспензії,  $m^3$ ;

$K_H$  – коефіцієнт нерівномірності;

$\Phi_d$  – ефективний річний фонд часу роботи устаткування, при двозмінному режимі роботи, год;

$Q_p$  – продуктивність устаткування,  $m^3/год$ .

$$N_c = \frac{97,91 \cdot 1,3}{3527,6 \cdot 0,060} = 0,6.$$

Для виробництва приймаємо 1 агрегат моделі 661.

Коефіцієнт завантаження розраховуємо за формулою (3.2):

$$K_3 = 0,6 / 1 = 0,6.$$

Для нанесення на модельні блоки вогнетривкого покриття обираємо напівавтомат моделі 6А63, котрий призначений для пошарового нанесення вогнетривкого покриття на модельні блоки і обсіпання їх у «киплячому шарі» піску. Кількість напівавтоматів розраховуємо за формулою:

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{\Pi} = \frac{M \cdot K_H}{\Phi_D \cdot Q_P}, \quad (3.4)$$

де  $M$  – необхідна кількість покриттів на рік, шт.. Приймаємо, що для виготовлення кожної оболонки необхідно нанести 8 покриттів.

$K_H$  – коефіцієнт нерівномірності;

$\Phi_D$  – ефективний річний фонд часу роботи устаткування, при двозмінному режимі роботи, год;

$Q_P$  – продуктивність устаткування, покриттів/год.

$$N_{\Pi} = \frac{391800 \cdot 1,3}{3527,6 \cdot 200} = 0,72.$$

Для виробництва приймаємо 1 напівавтомат моделі 6А63.

Коефіцієнт завантаження розраховуємо за формулою (3.2):

$$K_3 = 0,72 / 1 = 0,72.$$

Таблиця 3.3 – Технологічне устаткування відділення лиття за моделями, що витоплюють

Інд. поз.	Призначення устаткування	Модель	Кількість		Коефіцієнт завантаження
			розрахована	прийнята	
1	Виготовлення моделей та модельних блоків	6А50	1,5	2	0,75
2	Приготування суміші	661	0,6	1	0,6
3	Нанесення на модельні блоки вогнетривкого покриття	6А63	0,72	1	0,72

На прокалювально-заливальної дільниці виконують наступні операції:

- комплектування оболонкових форм;
- установлення форм у спеціальні опоки;
- засипання опок наповнювачем;

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- прожарювання форм за температур 900...950 °С;
- заливання форм металом;
- охолодження блоків виливків в опоках;
- видалення блоків виливків із опок;
- оббивання керамічної оболонки;
- передавання до відділення механічного оброблення та фінішних операцій.

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

## 4. РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА

### 4.1 Загальна характеристика литої деталі

«Штуцер» (рис. 4.1) є деталлю системи пневмоколіс, що використовується для підкачування шин в автомобілях, мотоциклах та інших транспортних засобах. Він є важливою складовою елементної бази транспорту та забезпечує необхідний тиск в шинах.

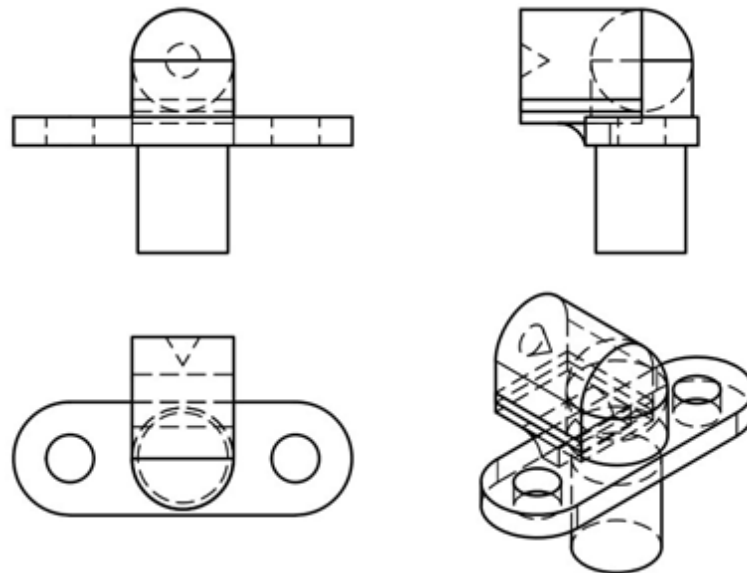


Рисунок 4.1 – Зображення деталі «Штуцер»

Залежно від моделі і типу шин, форма штуцера підкачування може бути відрізнитися. Зазвичай вона реалізується у вигляді конічної або циліндричної форми з насічками на поверхні деталі, які дозволяють забезпечити точне підключення штуцера до установки і підкачування повітря. Висота та діаметр штуцера підкачування зазвичай обирають залежно від типу транспортного засобу та розміру його шин.

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Косогов Д. А.			РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Смірнова Я. О.					27	76
Н. Контр.		Лютый Р. В.			КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ ім. Є.О. Патона			
Затв.								

Масово-габаритні характеристики виливка:

- висота – 24мм;
- ширина – 60 мм;
- маса – 0,09 кг.

Під час конструювання штуцера підкачування необхідно забезпечити міцність і корозійну стійкість матеріалу. Це є особливо важливим у випадку використання деталі в екстремальних умовах (наприклад, на дорогах з поганими умовами дорожнього покриття, у підземних тунелях тощо), де вона може постійно піддаватися механічним впливам та дії агресивних середовищ.

Окрім того, для виготовлення штуцера підкачування шин слід досконально контролювати дотримання технології виготовлення та всіх розрахованих параметрів, що забезпечить отримання деталі високої точності.

Деталь виготовлено з чавуну марки СЧ350 ДСТУ 8833:2019. Його хімічний склад та властивості наведено у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Хімічний склад та властивості чавуну марки СЧ350 ДСТУ 8833:2019

Масова доля елементів, %					Границя міцності під час розтягування $\sigma_B$ , не менше ніж
Вуглець	Кремній	Марганець	Фосфор	Сірка	
			не більше		
2,9-3,0	1,2-1,5	0,7-1,1	0,2	0,12	350

#### 4.2 Вибір припусків на механічне оброблення

Величину припусків на механічне оброблення призначаємо відповідно до вимог ГОСТ 26645-85. Вибрані припуски на механічне оброблення заносимо до табл. 4.2.

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.2 – Припуски на механічне оброблення

Інд. поз.	Найменування	Значення				
1	Тип сплаву	СЧ350 ДСТУ 8833:2019				
2	Технологічний процес	Литво за моделями, що витоплюють				
3	Найбільший габаритний розмір	60				
4	Клас розмірної точності	8				
5	Ступінь точності поверхні	(13-19) 16				
6	Клас точності маси вилива	4				
7	Номинальний розмір виливка, мм	Ø8.5	24	Ø8.3	22	Ø8.4
8	Допуск розмірів виливка, мм	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
9	Допуск товщини стінок оболонки, мм	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
10	Загальний допуск, мм	0,3/0,13	0,3/0,13	0,3/0,13	0,3/0,13	0,3/0,13
11	Вид кінцевого оброблення	чистова	чистова	чистова	чистова	чистова
12	Прийнятий припуск, мм	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Точність виливка 8 - 7 - 16 - 4, ГОСТ 26645-85.

#### 4.3 Розрахунок ливниково-живильної системи

Розрізняють три типи ливниково-живильних систем для лиття за моделями, що витоплюють. Для виготовлення виливка «Штуцер» застосовуємо ливникову систему I типу, яка має стояк компактного перерізу, безпосередньо до якого з різних боків приєднуються невеликі виливки з одним-двома індивідуальними живильниками. Центральний стояк є одночасно і ливниковим ходом, і колективним прибутком. Такий тип ливниково-живильної системи застосовують під час виготовлення виливків масою до 1,5 кг (тож ця система є доцільною для виготовлення виливка «Штуцер» з масою 90г).

Блок моделей можна збирати з окремих ланок, що монтуються на стояк. В цьому разі стояк служить центральним елементом при складанні моделей і прибутком для живлення виливків [4].

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Враховуючи приведену товщину виливка відповідно до [5] приймаємо, що діаметр живильника  $D_{\text{жив}} = 16$  мм, а довжина живильника  $l_{\text{жив}} = 19$  мм (рис. 4.2).

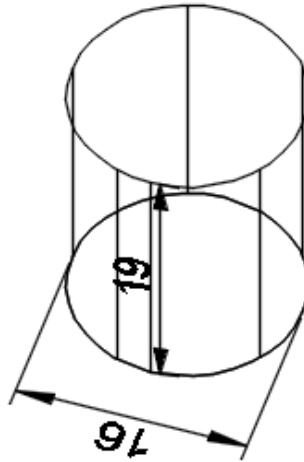


Рисунок 4.2 – Розміри живильника

Приймаємо кінчну форму стояка, найменша частина якого повинна мати висоту, що дорівнює висоті наймасивнішого теплового вузла виливка, а саме – 19 мм, і збільшуватися в розмірі удвічі, до 40-45 мм. Форму стояка зображено на рис. 4.3.

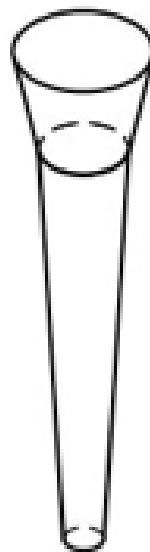


Рисунок 4.3 – Стояк для збирання модельного блоку

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Середній діаметр стояка обчислюється як середнє арифметичне між найбільшим та найменшим діаметром, що дорівнює:

$$D_{\text{ст. сер.}} = (45 \text{ мм} + 19 \text{ мм}) / 2 = 32 \text{ мм.}$$

Лінійні розміри ливникової воронки розраховуємо за формулою:

$$D_{\text{вор}} = (2,15 \dots 2,2) D_{\text{ст. сер.}} \quad (4.1)$$

$$D_{\text{вор}} = (2,15 \dots 2,2) D_{\text{ст. сер.}}$$

$$D_{\text{вор}} = 2,19 \cdot 32 = 70,08 \text{ мм (приймаємо 70 мм).}$$

$$H_{\text{вор}} = D_{\text{вор}} = 70 \text{ мм.}$$

Зважаючи на габаритні розміри виливка (60x24x40 мм) та його масу (0,09 кг) приймаємо, що на одному стояку розташовується 9 моделей: 3 моделі по довжині та 3 моделі по горизонталі.

Загальний лінійний розмір модельного блоку 127,5x127,5x300 мм. Відповідні параметри розташування моделей на стояку та модельного блоку показані на рис. 4.4.

Враховуючи параметри модельного блоку приймаємо, що розміри опоки складають 45x45x45 см, таким чином у формі будуть розташовані 3 блоки.

#### 4.4 Розрахунок лінійних розмірів моделі та прес-форми

Для виготовлення моделей для лиття за моделями, що витоплюють використовують спеціальні прес-форми, в яких внутрішня порожнина заповнюється легкоплавким модельним складом. Процес виготовлення моделей складається з наступних етапів:

- підготовка прес-форми;
- встановлення стрижнів;

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

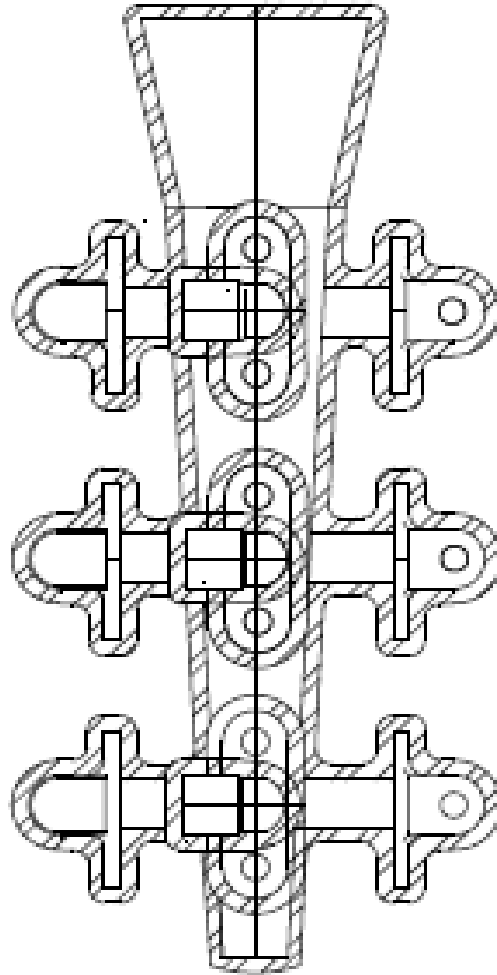


Рисунок 4.4 – Модельний блок з вогнетривкою оболонкою

- запресування модельного складу;
- охолодження моделі;
- видалення моделі з прес-форми.

Отримані моделі мають гладку та точну поверхню, забезпечуючи високу якість виробів. Застосування даної моделі є ефективним та економічним, порівняно з традиційними методами виготовлення, та забезпечує точність розмірів виливків та якість виробів.

Розміри моделі повинні бути більше розмірів виливка на розмір ливарної усадки. Тому для розрахунку розмірів моделі використовуємо формулу:

$$a_{\text{мод}} = a_{\text{вил}} + \frac{a_{\text{вил}} \cdot \gamma}{100}, \text{ мм}, \quad (4.2)$$

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

де  $a_{\text{мод}}$  – розмір моделі, мм;

$a_{\text{вил}}$  – розмір вилівки, мм;

$y$  – ливарна усадка сплаву,  $y=1,3\%$ .

$$a_{\text{мод}} = 60 + \frac{60 \cdot 1,3}{100} = 60,78 \text{ мм};$$

$$a_{\text{мод}} = 24 + \frac{24 \cdot 1,3}{100} = 24,31 \text{ мм};$$

$$a_{\text{мод}} = 19 + \frac{19 \cdot 1,3}{100} = 19,25 \text{ мм};$$

$$a_{\text{мод}} = 17 + \frac{17 \cdot 1,3}{100} = 17,22 \text{ мм};$$

$$a_{\text{мод}} = 40 + \frac{40 \cdot 1,3}{100} = 40,52 \text{ мм};$$

$$a_{\text{мод}} = 22 + \frac{22 \cdot 1,3}{100} = 22,28 \text{ мм}.$$

Для серійного виробництва застосовують багатогніздні прес-форми зі сталі та алюмінієвих сплавів. Деталі прес-форми отримують обробкою реізанням. Як правило, прес-форми мають горизонтальну поверхню роз'єму для зручності вилучення моделей, оскільки складання, розбирання, вилучення та знімання моделей виконують вручну [6].

В нашому випадку доцільне використання сталеві прес-форми, конструкцію якої наведено на рис. 4.5.

#### 4.5 Вибір модельного складу

Модельний склад – це легкоплавкий матеріал з воскоподібною консистенцією, який має точку плавлення між 42 та 165 градусами Цельсія. Він широко використовується для створення моделей виливок різних форм і розмірів. Більшість модельних складів мають парафінову основу, але для виготовлення моделей спеціального призначення використовують модельні склади, які виготовлені на основі природних та синтетичних восків чи смол.

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

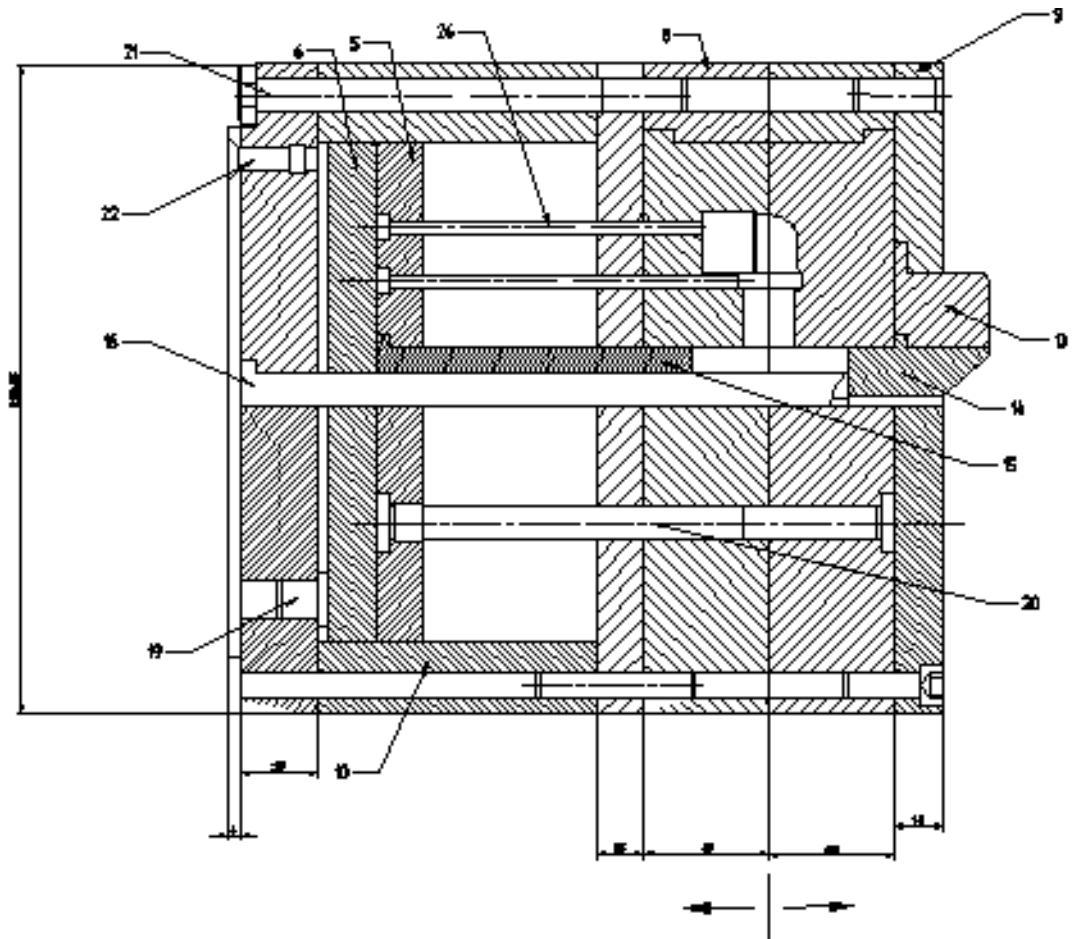


Рисунок 4.5 – Конструкція прес-форм для виготовлення моделей

Фізичні характеристики модельних складів включають границю міцності при статичному згині при температурі 18-20 градусів, теплостійкість, пластичність та вільну лінійну усадку. Границя міцності при статичному згині визначає властивість моделей та модельних блоків протистояти руйнуванню під дією механічних навантажень, теплостійкість – це властивість матеріалу зберігати форму під підвищенням температури, пластичність – показник величини максимальної деформації зразка до його руйнування, а вільна лінійна усадка вказує на відносні зміни лінійних розмірів моделей.

Пастоподібний стан температурного інтервалу – це діапазон температур, за яких модельний склад перебуває у стані, подібному до пасти, і показник, який визначає температуру, за якої модельний склад запресовується в прес-форму.

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Температура плавлення – це температура, за якої модельний склад переходить з твердого в рідкий стан.

Хімічні властивості:

1. Кислотне число – це показник схильності складу до хімічної взаємодії з іншими речовинами протягом всього технологічного процесу.

2. Взаємодія з суспензією – це показник хімічної активності модельного складу щодо компонентів вогнетривкої оболонки.

3. Зольність – це відносна маса твердого залишку після спалювання наважки модельного складу.

4. Коксованість – це показник газоутворюючої здатності КО. Що вища ця величина, тим вища ймовірність утворення у виливках газових раковин і недоливів.

Технологічні властивості:

1. Тривалість затвердіння та охолодження моделі в прес-формі.

2. Тривалість стабілізації розмірів моделі під час охолодження на повітрі.

3. Схильність до утворення утяжин у моделях.

4. Вміст повітря в моделі.

5. Вміст твердого наповнювача в модельному складі.

6. Короблення.

7. Текучість.

8. Відтворення рельєфу робочої поверхні пресформи.

9. Чистота поверхні.

10. Змочуваність вогнетривкою суспензією.

Було прийнято рішення використати модельну масу марки КС-102 як матеріал, що задовольняє всі вказані вище потреби.

Після здійснення процесу виготовлення моделей та їх подальшого монтажу в блоки, на них накладається спеціальна вогнетривка оболонка, котра після операції витоплювання модельного складу утворить порожнину, що копіює контури й параметри моделей й модельного блоку в цілому [7].

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4.6 Вибір матеріалів вогнетривкої оболонки

Основними складовими матеріалу вогнетривкої оболонки є кварц, електрокорунд та шамот. Ці компоненти відіграють важливу роль у забезпеченні міцності та стійкості оболонки до впливу високих температур та корозії. Кварц забезпечує структурну міцність, електрокорунд – високі механічні властивості, а шамот – велику вогнетривкість.

Для зв'язування цих компонентів використовують розчини, приготовлені на основі дистенсиліманіта та етилсилікату. Зв'язувальний компонент має володіти рядом властивостей, таких як змочування моделі, збільшена в'язкість та здатність склеювати зерна основи під час сушки за кімнатної температури. Крім того, він формує вогнетривку цементуючу основу, що забезпечує міцність та жорсткість оболонки під час заливки.

Для виробництва оболонки можуть застосовуватись різноманітні добавки та наповнювачі, які регулюють властивості розчинів та суспензій, а також забезпечують стійкість оболонки до різних впливів. При використанні розчинників необхідно враховувати вміст води, що міститься в них. Матеріали для наповнювального шару поділяються на основу та зв'язувальні матеріали. У якості основи використовують кварцовий пісок, а в якості зв'язувального компоненту – розчин гідролізованого етилсилікату.

Зв'язувальний компонент повинен володіти наступними властивостями: змочувати модель, не розчиняти і не вступати в хімічну взаємодію з її компонентами; володіти певною підвищеною в'язкістю та здатністю склеювати зерна основи під час сушки за кімнатної температури; утворювати вогнетривку, цементуючу основу оболонки, забезпечуючи міцність та жорсткість її при нагріванні до температури заливного розплаву та затвердіння виливка.

Для досягнення кращих результатів у процесі виготовлення оболонок також використовують додаткові матеріали: розчинники, добавки, наповнювачі. Розчинники різних зв'язувальних компонентів можна використовувати у вигляді сумішей. Розчинники, як правило, містять воду, яку

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

необхідно враховувати при розрахунку складу зв'язувальних компонентів. У процесі виготовлення оболонок важливо керуватися якістю використовуваних матеріалів та дотримуватися рекомендацій щодо їх застосування та дозування. Завдяки правильному вибору та якісному використанню матеріалів можна отримати оболонки високої якості, які будуть стійкими до різних видів навантажень та забезпечать ефективну роботу виробів, які вони захищають від високих температур та корозії.

Для гідролізу використовуються такі вихідні матеріали, як етилсилікат-40 (ЕТС-40), ефіро-альдегідна фракція (ЕАФ), соляна кислота (НСІ), дистильована вода та технічний спирт.

Для підготовки обсипного складу електрокорунд окремо за марками та фракціями просушують у коробках. Якщо під час завантаження електрокорунду в короб для просушки виявлено пил, то пробу для визначення кількості дрібної фракції направляють до ливарної лабораторії.

Для підготовки суспензії перед нанесенням 1-3 шарів покриття необхідно врахувати деякі фактори, зокрема термін зберігання не повинен перевищувати 24 годин після приготування. Якщо в суспензії виявлено комочки або включення, її потрібно профільтрувати через сито. Необхідно вимірювати температуру і в'язкість суспензії перед нанесенням кожного шару, і температура повинна бути від 20 до 25 °С. Перед нанесенням кожного шару необхідно перемішати суспензію так, щоб наповнювач повністю знаходився в звісі. Перед нанесенням на поверхню, суспензії слід відстояти протягом 5-10 хвилин для видалення бульбашок повітря, а потім перемішати її протягом 0,5-1 хвилини, щоб встановити необхідну в'язкість. Під час нанесення покриття через кожні 10-15 блоків слід проводити 2-3 хвилини перемішування суспензії з перевіркою в'язкості.

Після повного висихання блоків, що може зайняти до 72 годин при 20-22°С і відносній вологості приблизно 50%, блоки піддаються процесу витопки.

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Форми, приготовлені до цього етапу, відправляються до установки для витопки модельної маси, блоки встановлюються на піддони форм чашками донизу.

Після завантаження піддонів з блоками у відповідні камери установки проводиться попереднє підігрівання. Після цього під дією гарячої пари модельна маса витоплюється у піддони форм через спеціальні отвори в заготовці. Після закінчення процесу витопки форми відправляються на дальшу обробку [7].

#### 4.7 Шихтові матеріали та їх підготовка.

Шихтові матеріали (або шихта) – це базові матеріали, які використовуються в ливарному виробництві для приготування сплавів. Зокрема, до складу шихти можуть входити свіжі матеріали, які приходять з металургійних заводів, брухт та лом різних сплавів, ливарні відходи та вторинні матеріали, що приходять з інших виробництв.

Залежно від якості вихідних матеріалів та вимог до виготовлення сплавів, кількісний склад різних матеріалів в шихті може бути різним. Наприклад, для зниження вмісту шкідливих домішок у сировині, в шихту можуть додавати свіжі метали та сплави в мінімальних кількостях.

Перед тим, як шихта буде використана для плавки, матеріали можуть пройти певну підготовку. Наприклад, сталевий брухт може бути розділений на більш дрібні частини ацетиленово-кисневим полум'ям, а дрібний та тонкий брухт можуть бути пресовані в пакети. Також шихту можуть підігріти для виведення вологи.

Для підвищення ефективності процесу плавки та отримання сплавів високої якості, важливо грамотно підготувати шихтові матеріали. При цьому, використання свіжих металів та сплавів в мінімальних кількостях, дозволяє зменшити вміст шкідливих домішок у сировині. Окрім цього, варто підготувати

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

власне вироблений брухт, очистивши його від формувальної суміші та стружки, підготувавши до необхідних розмірів та зберігаючи у відповідних умовах.

Як шихтові матеріали використовують відходи власного виробництва, чавун передільний, феромарганець та феросиліцій.

#### 4.8. Технологія вибивання форм

У процесі відокремлення виливок від форм за допомогою вібропресу використовуються вібраційні коливання на температурі між 150-300 °С. Цей метод прискорює відокремлення оболонки від виливок та їх подальше відокремлення від матеріалу форми за допомогою гравітаційної сили. Для досягнення максимальної ефективності вібропрес використовується для відокремлення не тільки виливок, але і стояків – конструкцій, що утримують форму та сприяють зберіганню її форми під час процесу лиття металу. Вібропрес забезпечує автоматизацію процесу відокремлення виливок та стояків і гарантує високу якість продукту завдяки мінімізації ризиків пошкодження форми чи виливки [8].

#### 4.9. Технологія очищення та обрубки виливків

Після вивільнення виливків з форми вони піддаються середньотемпературному термічному обробленню (відпал за температур 700...720 °С). Щоб видалити ливникову систему з чавунних виливків, використовують пневматичні рубальні молотки з зубилами, також останнім часо з'являється тенденція на використання повітряно-дугового різання. Для очищення поверхні виливків від пригару застосовують дробометну камеру. У разі, якщо існують залишки ливникової системи, заливів або заусенців, використовують підвісні зачисні верстати або переносні зачисні пневмомашинки для їх видалення [9].

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4.10. Контроль якості продукції

Процес формування і підтримування якості продукції потребує якісного керування для досягнення вимогових результатів і забезпечення їх стабільності.

У загальному вигляді процес керування можна представити як послідовну комбінацію трьох основних компонентів: планування – реалізація – контроль.

На першому етапі формують певні завдання, на підставі яких очікується досягнення необхідного результату, на другому здійснюють накреслені плани, на третьому – проводять перевіряння відповідності одержаного результату із запланованим. Усі компоненти процесу керування є однаково важливими і необхідними, проте процес керування не може бути стабільним, якщо інформація, яка одержана під час контролю, не буде поступати каналами зворотного зв'язку на попередні етапи і не буде активно діяти на планування і реалізацію, вносячи в них необхідні корективи для більш повного досягнення окреслених результатів.

##### 4.10.1. Організація контролю матеріалів

За проведенням контролю матеріалів на заводі відповідають цехові та заводські відділи технічного контролю (ВТК). На етапі постачання матеріалів проходить перевірка їх складу ВТК. Під час цього процесу сертифікати матеріалів порівнюються з актуальними технічними вимогами. У випадку відповідності матеріалів вимогам, вони передаються до цеху. Але якщо виявляться невідповідності за деякими показниками або в сертифікаті відсутні відповідності.

Після здійснення перевірки складу матеріалів заводськими та цеховими ВТК, виконується контроль їх технічного стану. Якщо матеріали відповідають вимогам, вони надсилаються у цехи для використання. У випадку відхилень від технічних параметрів або відсутності відповідних даних у сертифікаті, створюються зразки матеріалів для подальшого аналізу в лабораторії. Після

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

успішного аналізу такі матеріали можуть бути затверджені для використання на виробництві. Враховуючи специфічні випадки, проводяться технологічні випробування матеріалу, а рішення щодо його придатності приймається на основі експериментальних пробних виливків. Забезпечуючи вимоги щодо якості, технічний контроль виконується на кожному етапі виробничого процесу, включаючи модельну зону, зону формування, плавильну та заливну зону та інші. Зразки виливків відправляються на різноманітні види аналізу, включаючи хімічний склад та механічні властивості, в залежності від вимог та потреб виробництва [4].

#### 4.10.2. Класифікація дефектів виливків

Для успішного проведення заходів, які направлені на зниження браку, важливо вміти правильно розпізнати дефекти виливків та установити причини їх утворення. Без цієї роботи заходи, які здійснюються, не дадуть позитивного результату. Класифікація дефектів виливків, виготовлених методом лиття за моделями, що витоплюють, наведено в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Класифікація дефектів виливків, виготовлених методом лиття за моделями, що витоплюють

Інд. поз.	Назва	Причини виникнення дефектів	Заходи щодо попередження дефектів
1	Шорсткість поверхні	Недостатня чистота поверхні прес-форми. Недотримання оптимальних режимів виготовлення моделей. Незадовільне змащування прес-форм	Робочу поверхню прес-форми обробляти та полірувати. Прочищати, протирати та обдувати стисненим повітрям порожнини прес-форм для видалення залишків модельного складу, води, зайвого мастильного матеріалу

2	Заливи	Утворення тріщин в одному або декількох шарах оболонки. Утворення на поверхні моделей й між шарів бульбашок через погане змочування поверхні моделей суспензією.	Підтримувати постійну консистенцію суспензії, регулювати перемішування, компенсуючи випаровування. Слідкувати за рівномірністю товщини шарів оболонки. Контролювати рівномірність обсіпання блоку піском.
3	Пригар	Хімічна активність матеріалів оболонки й окислів, розчинених в сплаві.	Використовувати хімічно-інертні формувальні матеріали
4	Недолив	Виливок має малу товщину стінок. Недостатня рідкотекучість металу. Занижена температура металу перед заливанням форми. Неправильно розрахована або розташована ливникова система.	Підвищити температуру металу до оптимальної (для сірого чавуну не нижче 1300°C). Змінити місце підведення металу у форму.
5	Спай	Дефекти ливникової системи. Низька температура ливарної форми.	Виключити заповнення виливка зустрічними потоками металу. Скоротити час заповнення форми. Контролювати температуру прокалювання форми.
6	Усадкові раковини й пористість	Нетехнологічна конструкція виливка. Неправильні конструкція чи габарити ливникових системи. Підвищена температура металу при заливанні в форму.	Покращити конструкцію виливка. Змінити конструкцію ливникової системи. Дотримуватися оптимальної температури розплаву при заливанні в форму.
7	Корольки	Розбризування металу при заливці у форму, охолодження й окислення поверхні капель.	Конструкція ливникових системи повинна виключати можливість розбризування.

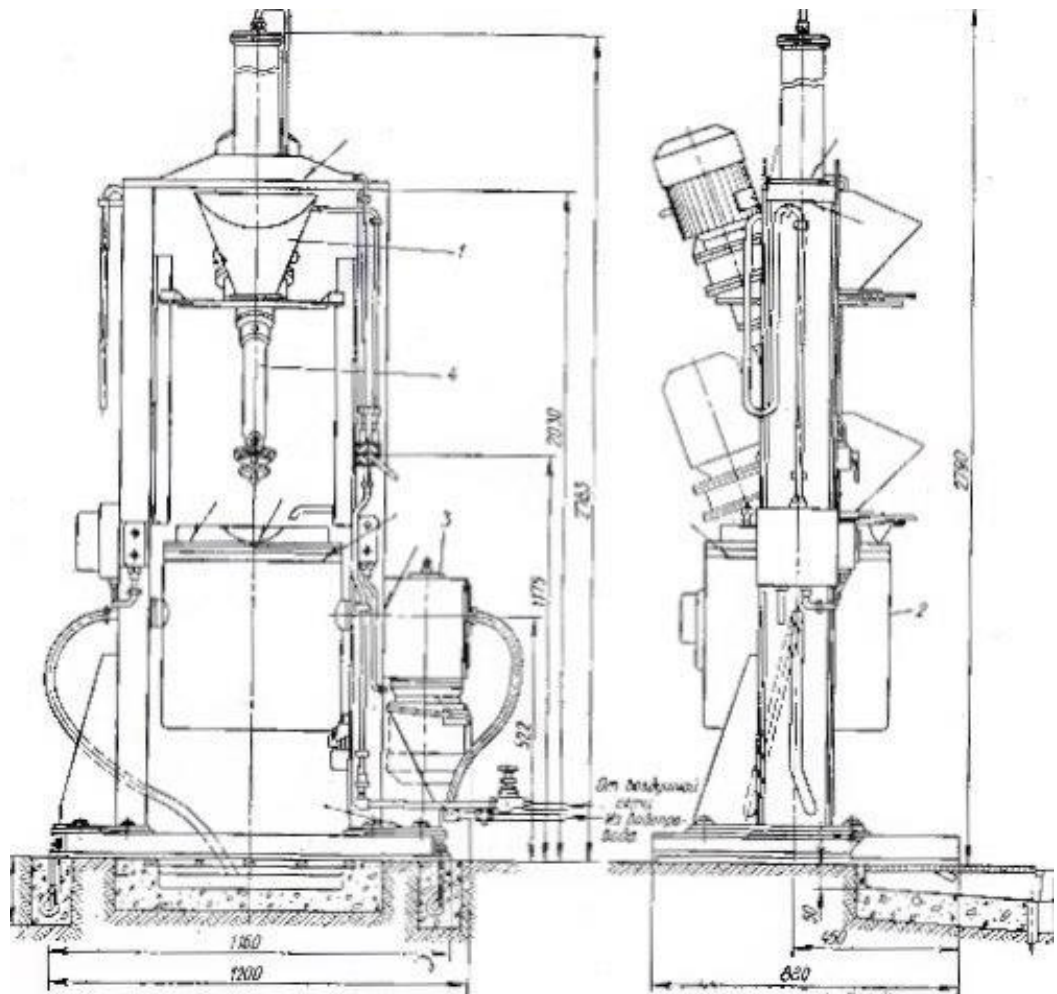
8	Гарячі тріщини	Нетехнологічність конструкцій виливка. Значна концентрація напружень в гострих кутах й складних замкнених контурах або висока температура розплаву при заливці.	Конструктивне покращення виливка й ливниково-живильної системи. Дотримання оптимальної температури для даних виливків заливання форм.
9	Холодні тріщини	Внутрішні напруження й напруження від зовнішнього впливу.	Не допускати передчасного вибивання. Для тонкостінних виливків вибивання проводити після зняття внутрішніх напружень.
10	Окалина	Окислення поверхні виливка при охолодженні у формі або за передчасного вибивання.	При формуванні витримувати зазор не менше 25-30 мм між оболонкою форми, днищем стінками опоки.
11	Вм'ятини, забої, подряпини	Неправильний вибір методів вибивки чи необережне транспортування.	Не допускати ударів по виливку при вибиванні. Не транспортувати виливки навалом.

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5. ПРОЄКТУВАННЯ УСТАТКОВАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВОГНЕТРИВКОЇ СУСПЕНЗІЇ

У серійному виробництві для виготовлення вогнетривкої суспензії застосовуються установки періодичної дії.

На рис. 5.1 показано конструкцію установки 661, призначеної для невеликих цехів та ділянок серійного виробництва.



1 – бак гідролізу, 2 – лоток, 4 – дозатор, 5 – вісь повороту бака, 6 – привод, 7 – електродвигун, 8 – змішувач, 9 – основа

Рисунок 5.1 – Установка виготовлення вогнетривкої суспензії моделі 661

ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Косогов Д. А.		
Перевір.		Смірнова Я. О.		
Н. Контр.		Лютый Р. В.		
Затв.				
ПРОЄКТУВАННЯ УСТАТКОВАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВОГНЕТРИВКОЇ СУСПЕНЗІЇ				
		Літ.	Аркуш	Аркушів
		44	76	
КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ ім. Є.О. Патона				

Установка складається із змішувача-гідролізера 1, підвішеного на шарнірах до рами, пропелерної мішалки, механізмів підйому кришки та повороту змішувача. Змішувач являє собою бак з водоохолоджуваними стінками, що закривається кришкою, що служить також основою для корпусу мішалки. Вал крильчатки 8 мішалки обертається електродвигуном 7.

Підйом кришки проводиться пневмоциліндром 3, закріпленим на верхній поперечині рами, поворот змішувача – гідроциліндром 6 через важіль на осі перекидання 5.

Через отвір в кришці змішувач заливаються рідкі компоненти, після чого включається перемішування, в ході якого через лоток 2 поступово завантажується порція пилоподібного матеріалу. При отриманні суміші необхідної в'язкості включається механізм підйому кришки, потім поворотом корпусу змішувача готова суспензія переливається у витратну ємність. Щоб уникнути затвердіння суміші при зупинці мішалки, не допускається залишати готову суспензію в баку змішувача більш ніж на 3 хв. Установки цього типу можуть працювати в ручному та напівавтоматичному режимах.

Параметри пропелерної мішалки можна визначити за такими співвідношеннями.

Кількість рідини, що переміщується пропелером змішувача, становить:

$$Q = 0,40,4\pi R^2 N \omega \rho \cos 4\beta \quad (5.1)$$

де  $R$  – радіус кола, описуваного крайньою точкою кромки лопати,  
 $R = d/2$  ( $d$  – діаметр гвинта);

$N$  – крок гвинта, який визначається за формулою  $N = 2\pi R \operatorname{tg} \beta$ ;

$\omega$  – кутова швидкість крильчатки,  $\omega = (15 \div 30)/d$ ;

$\rho$  – щільність суспензії;

$\beta$  – кут підйому гвинтової лінії лопасті; 20-45°.

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

$$H=2*3,14*2*0,57735= 0,725.$$

$$Q=0,4*3,14*2^2*0,725*0,8666667*1*2,3094=7,29 \text{ л.}$$

Потужність, що необхідна для обертання валу пропелерного змішувача, визначається, як:

$$N=(\pi R^2 \omega^3 \rho \cdot g \cdot \cos^4 \beta) / \eta \quad (5.2)$$

де  $\eta$  – коефіцієнт корисної дії, 0,75-0,8.

$$N=(3,14*0,2^2* 0,8666667^3*1*9,81*2*2,3094)/0,8=462,4 \text{ Вт.}$$

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

## 6. ОРГАНІЗАЦІЙНО - ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ

6.1 Визначення капітальних вкладень у проєкт модельно-оболонкового відділення цеху.

Для розрахунку потрібної суми капітальних інвестицій необхідно скористатися відповідною формулою:

$$K = K_o + K_{ocн} + K_{iнв} + K_M, \quad (6.1)$$

де  $K_o$  – капіталовкладення у необхідне обладнання;

$K_{ocн}$  – капіталовкладення в оснащення;

$K_{iнв}$  – капіталовкладення в інвентар;

$K_M$  – капіталовкладення у запаси матеріалів, напівфабрикатів.

Вкладення в устаткування (у грн.) розраховують за формулою:

$$K_o = K_T + K_o + K_e + K_{уп}, \quad (6.2)$$

де  $K_T$  – капіталовкладення у необхідне технологічне устаткування;

$K_o$  – капіталовкладення оснастки та інструменти;

$K_e$  – капіталовкладення в енергоустаткування;

$K_{уп}$  – капіталовкладення у засоби контролю та управління.

Для визначення вартості необхідного обладнання, його доставки та встановлення використовується дана формула:

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Косогов Д. А.			ОРГАНІЗАЦІЙНО – ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Смірнова Я. О.					47	76
Н. Контр.		Лютый Р. В.			КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ ім. Є.О. Патона			
Затв.								

$$K = Ц \cdot (a_T + a_6 + a_M), \quad (6.3)$$

де Ц – договірна ціна одиниці технологічного устаткування, грн.;

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

$a_6$  – коефіцієнт, що враховує будівельні роботи (0,02...0,08);

$a_M$  – коефіцієнт, що враховує витрати на монтажні роботи (0,05...0,1).

Розрахунок капітальних вкладень в устаткування модельного відділення наведений у табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Розрахунок капіталовкладень в обладнання

Найменування устаткування, його модель або технічна характеристика	Кількість, одиниць	Вартість за одиницю, тис. грн	Загальна вартість, тис. грн	Витрати на транспортування та монтаж, тис. грн	Усього, тис. грн
Основне технологічне устаткування					
Модельно-виробнича напівавтоматична лінія моделі 6A50	2	800	1600	240	2640
Сумішоприготувальний агрегат моделі 662A	1	100	100	20	120
Покриттєвий напівавтомат моделі 6A63	1	140	140	38	178
Разом основне технологічне устаткування					2938
Допоміжне та підйомно-транспортне устаткування					
Кран-Балка (ВП 250 кг)	1	100	100	20	120
Разом допоміжне та підйомно-транспортне устаткування					120
Загалом по цеху (виробничій дільниці)					3058

Розрахунок вартості для обігового фонду оснастки та інструменту базується на вартості 8 гривень за кожну одиницю придатного виробу, виконаного в межах річної програми:

$$K_0 = 8 \cdot n_{\text{заг}}, \quad (6.4)$$

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $n_{\text{заг}}$  – загальна кількість виливок на рік, шт. Після введення значень у формулу (6.4), отримуємо:

$$K_o = 8 \cdot 4014654 = 32117232 \text{ грн.}$$

Вартість виробничого та господарчого інвентарю приймаємо в розмірі 2% від вартості устаткування:

$$K_{\text{інв}} = 3058000 \cdot 0,02 = 61160 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт становлять 10% від вартості інвентарю, що дорівнює 6116 гривень.

Капітальні вкладення в запаси матеріалів розраховують за формулою:

$$K_M = \sum M_i \cdot C_i \cdot K_i, \quad (6.5)$$

де  $M_i$  – середня кількість запасів матеріалів  $i$ -го типу, т;

$C_i$  – оптова ціна матеріалу  $i$ -го типу, грн.;

$K_i$  – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати на придбання матеріалу  $i$ -го типу.

Дані про капітальні витрати, що необхідні для забезпечення запасів матеріалів для модельного відділення наведені в табл. 6.2.

Визначаємо кількість необхідних капіталовкладень у дільницю:

$$K = 32117232 + 3058000 + 61160 + 2210000 = 37\,446\,392 \text{ грн.}$$

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.2 – Капітальні витрати для забезпечення запасів матеріалів для модельного відділення

Найменування матеріалу	Кількість на 1 т литва, кг	Величина запасу, т	Планова ціна, грн./т	Вартість мінімального запасу, грн.
Модельна композиція КС-102	5000	100	91640	56000
Трансформаторна олія Т-1500	0,2-0,45	1	51000	51000
Етилсилікат ЕТ-40	20-50	20	216000	4,320 млн
Маршаліт	8-15	10	221000	2,21 млн

### 6.2 Визначення чисельності робітників та витрат на заробітну плату

Для визначення кількості основних виробничих працівників, зайнятих на відділенні фінішних операцій, застосовуються два методи: встановлення трудомісткості виробничих операцій, що виконуються на цій ділянці, або порівняння з існуючим виробництвом із застосуванням аналогічних методів.

Чисельність основних робітників ділянки наведено у табл. 6.3, а допоміжних (начальник, майстер зміни) у табл. 6.4.

Витрати на оплату праці містять в собі основну зарплату, доплати та бонуси, а також відрахування на соціальне страхування. Звичайно, сума відрахувань на соціальні потреби, які підприємства сплачують, складає 22% від загального річного фонду заробітної плати.

Для визначення суми загального фонду заробітної плати працівників необхідно використовувати дві складові – основний та додатковий фонди. Основний фонд обчислюється на рік з урахуванням кількох факторів, зокрема професії робітника та його розряду. Для точного розрахунку зазначеної суми використовується наступна формула, яка дозволяє виконувати відповідні обчислення:

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$З = N \cdot \Phi \cdot C,$$

(6.6)

де N – число основних робітників даної професії та розряду, чол;

Φ – ефективний фонд часу роботи одного робітника за рік, год;

C – годинна тарифна ставка, грн.

Премія складає 25-35% від основного фонду заробітної плати. Для визначення розміру додаткового фонду необхідно підрахувати всі надбавки та бонуси, які автоматично не включені до основного фонду заробітної плати. Загальний фонд заробітної плати складається з основного та додаткового фондів фінансування, призначених для виплат робітникам на підприємстві.

Результати розрахунків заробітної плати наведено у табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Результати розрахунків заробітної плати

Найменування професії	Годинна ставка, грн	Чисельність робітників, осіб	Плановий фонд робочого часу	Фонд основної заробітної плати, грн	Фонд додаткової заробітної плати, грн	Загальний фонд заробітної плати, грн
Оператор модельно-виробничої напівавтоматичної лінії	44,13	2	1840	81199,2	31464	105558,96
Оператор сумішеприготувального агрегату	43,54	1	1840	80113,6	15523	104147,68
Оператор покриттєвого напіватомату	44,13	1	1840	81199,2	15732	105558,96
Допоміжні робітники	40,46	3	1840	74446,4	43272	96780,32
Разом:		7		316958,4		412045,92

Розрахунок фондів заробітної плати управлінського персоналу наведено у табл. 6.4.

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Таблиця 6.4 – Розрахунок фондів заробітної плати управлінського персоналу

Посада	Кількість, осіб	Місячний оклад, грн	Річний фонд основної заробітної плати, грн
Начальник відділення	1	25000	300000
Майстер зміни	2	20000	240000
Разом:	3		540000

Витрати на електроенергію обчислюються на основі вартості 1 кВт-год електроенергії, яка становить для другого класу напруги 3,99 грн/кВт-год.

$$C_e = 566\,280 \cdot 3,99 = 2\,259\,457,2 \text{ грн.}$$

Вартість води визначаємо з розрахунку 5,48 грн. за 1 м<sup>3</sup>:

$$C_b = 5,48 \cdot 48\,956,7 = 268\,282,716 \text{ грн.}$$

Розходи на технічне утримання та експлуатацію обладнання становлять 10% від балансової вартості:

$$P_{\text{утр}} = 0,1 \cdot 3\,058\,000 = 305\,800 \text{ грн.}$$

Річні витрати на амортизаційні відрахування наведено в табл. 6.5.

На кожну метричну тонну придатного литва витрачається 60 грн. на перевезення:

$$P_{\text{тр}} = 60 \cdot 3\,500 = 210\,000 \text{ грн.}$$

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Таблиця 6.5 – Річні витрати на амортизаційні відрахування

Групи основних фондів	Вартість фондів, грн	Норми амортизаційних відрахувань, %	Вартість амортизаційних відрахувань, грн
Будівлі споруди	342890	5	17144,5
Основне та допоміжне устаткування	3058000	15	458700
Транспортні засоби	120000	25	30000
Оснастка та інвентар	32117232	25	8029308
Всього			8535152,5

Розмір витрат на охорону праці та техніку безпеки становить 350 грн. на кожного працівника:

$$P_{\text{охор}} = 350 \cdot 10 = 3500 \text{ грн.}$$

Додаткові витрати, що не враховані в загальній сумі загальнопромислових витрат на ділянці, складають 1% від врахованих витрат:

$$P_{\text{невр}} = 0,01 \cdot 1226780,9 = 12\,267,809 \text{ грн.}$$

Сукупні витрати сумішоприготувального відділення наведено у табл. 6.6

### 6.3 Розроблення планової калькуляції собівартості продукції

Для розрахунку планової собівартості продукції складаємо планову калькуляцію, яка представлена у таблиці 6.7.

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Таблиця 6.6 – Визначення сукупних витрат сумішоприготувального відділення

№	Найменування статті витрат	Сума, тис грн.
1	Заробітна плата	1621096
2	Відрахування на соціальні заходи	356 641,12
3	Енергетичні витрати: 1 – електроенергія; 2 – вода	1192973,6 376066,3
4	Допоміжні матеріали: 1 – матеріали для здійснення технологічного процесу; 2 – матеріали для експлуатації устаткування; 3 – матеріали для дільничних потреб	48700 38900 107000
5	Ремонт та утримання у робочому стані: 1–устаткування; 2– інвентарю та оснастки	61160 6116
6	Амортизація: 1– устаткування; 2– оснастки та інвентарю	458700 8029308
7	Транспортні витрати	210000
8	Витрати на охорону праці	3500
10	Канцелярські витрати	7000
12	Інші витрати	12267,809
13	Всього:	12160519,9

Таблиця 6.7 – Планова калькуляція собівартості на 1 т продукції модельної та оболонко-виробничої дільниць

Найменування статей витрат	Кількість на 1 т литва, кг	Планова ціна за 1 т, грн.	Вартість на 1 т, грн
Модельна композиція КС-102	5000	91640	458200
Трансформаторна олія Т-1500	0,2-0,45	51000	16,575
Етилсилікат ЕТ-40	20-50	216000	7560
Маршаліт	8-15	221000	2541,5
Разом:			468318,075

#### 6.4 Розрахунок продуктивності праці у відділенні

Для розрахунку продуктивності праці використовують співвідношення між об'ємом виробництва придатного для продажу продукції за рік та загальною кількістю працівників на конкретній ділянці:

$$ПП = Q/n, \quad (6.7)$$

де  $Q$  –кількість придатного литва за рік, т;

$n$  –загальна чисельність персоналу ділянки, особа.

$$ПП = 3500/10 = 350 \text{ т/особу}$$

#### 6.5 Розрахунок показників економічної ефективності проектного рішення

Для порівняльного аналізу технічних рішень шляхом підрахунку економічної ефективності використовуються такі показники, як трудомісткість виробництва продукції:

$$t = Ч_{\text{осн}} \cdot \frac{\Phi_{\text{ор}}^{\text{пл}}}{Q}, \quad (6.8)$$

де  $t$  – трудомісткість продукції, нормо·год/т;

$Ч_{\text{осн}}$  – чисельність основних робітників, осіб;

$\Phi_{\text{ор}}^{\text{пл}}$  – плановий час роботи робітника за рік, год;

$Q$  – плановий річний обсяг виробництва продукції, т.

Після внесення відповідних числових значень в формулу (6.8), відбувається обрахунок та отримання результату:

$$t = 3,68 \text{ нормо} \cdot \text{год/т.}$$

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік порівняльних техніко-економічних показників наведено у табл. 6.8.

Таблиця 6.8 – Порівняльні техніко-економічні показники

Найменування показників	Одиниця виміру	Значення за варіантами	
		базовий	спроектований
1. Річний плановий обсяг виробництва продукції	т	3000	5000
2. Загальна площа відділення	м <sup>2</sup>	740	864
3. Виробнича площа	м <sup>2</sup>	460	540
4. Загальна чисельність працюючих	осіб	9	10
4.1 основних	осіб	3	4
4.2 допоміжних	осіб	3	3
4.3 управлінський персонал	осіб	3	3
5. Середньомісячний заробіток одного працівника	грн.	5800	6600
6. Продуктивність праці на рік	т/особу	308	350
6. Собівартість продукції	грн./т	53786,25	61205,05
7.Період окупності	років		1,2

## 7. ОХОРОНА ПРАЦІ

Метою цього розділу є визначення та оцінка потенційно небезпечних і шкідливих факторів, які виникають на робочих місцях під час використання технологічного обладнання в відділенні фінішних операцій ливарного цеху бронетанкового заводу, а також розробка заходів щодо їх усунення.

### 7.1 Загальна характеристика умов праці у відділенні

Основні параметри відділення наведено у табл. 7.1.

Таблиця 7.1 – Параметри модельного відділення

№	Наменування	Основні характеристики	Кількість
1	Параметри приміщення	26000мм×24000мм×11000мм	–
2	Кількість робітників	1 зміна 7 робітників та 1 майстер 2 зміна 7 робітників та 1 майстер	16
3	Природне освітлення	Вікно розміщене на стелі відділення 1800мм	4
4	Штучне освітлення	Прожектор промисловий світлодіодний СДО 04-200 (SMD IP65 IEK)	24
5	Вентиляції	Вентиляційна система Ruck VKM	2

У відділенні лиття за моделями, що витоплюють, характеризуються такі умови праці: відбуваються випаровування шкідливих речовин при створенні модельного складу та композицій та забруднення повітря аміаком при сушінні в

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Косоков Д. А.			ОХОРОНА ПРАЦІ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Смірнова Я. О.					57	76
Н. Контр.		Лютый Р. В.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ ім. Є.О. Патона		
Затв.								

аміачному середовищі шарів вогнетривкої оболонки, шум на високому рівні, при продуванні пре-сформ, а також присутні ризики опіків при виплавленні модельного складу з оболонок [4].

Планування модельного відділення наведено на рис. 7.1.

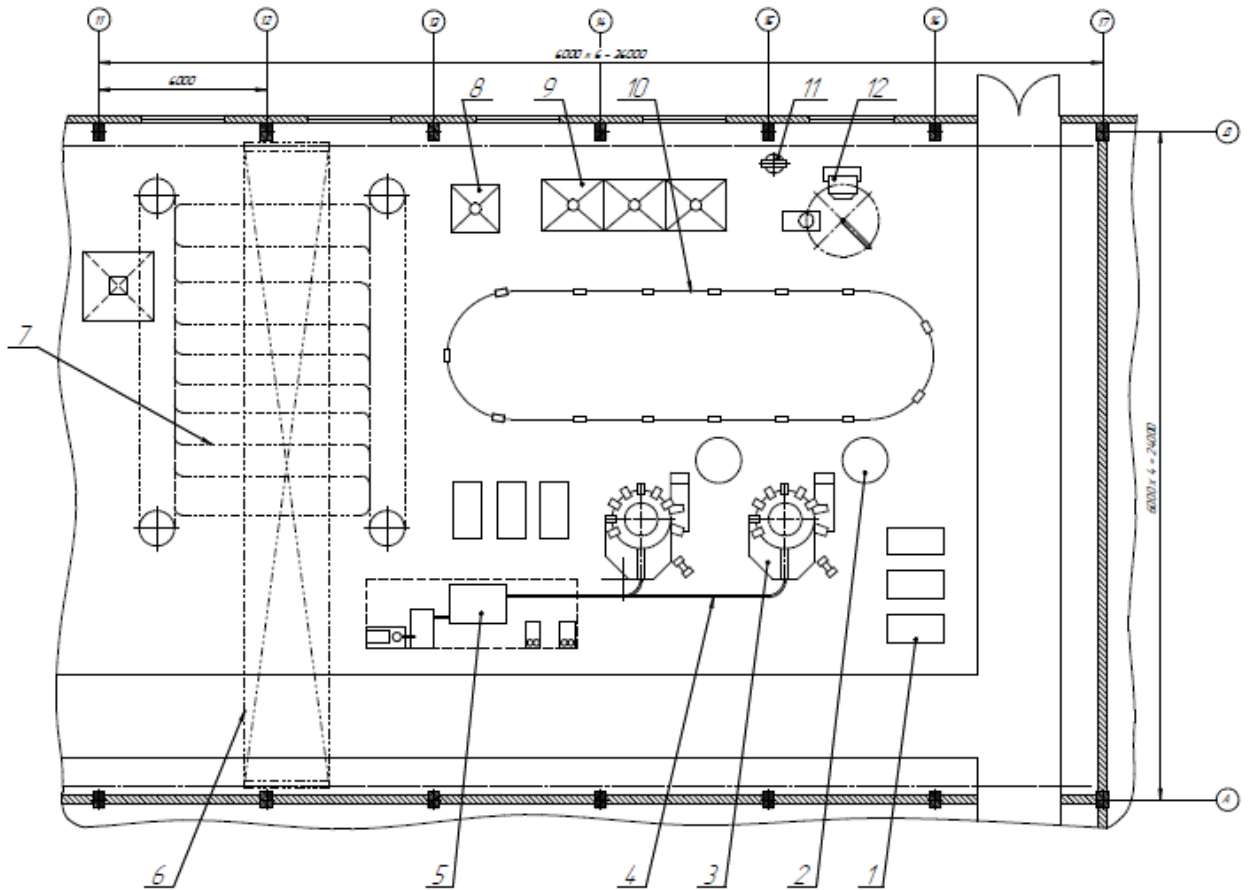


Рисунок 7.1 – Планування модельного відділення

Технологічне оснащення, що використовується в даному відділенні, представлено в табл. 7.2

Вимоги до об'єму та площі приміщення на одного працівника, а також місця розташування технологічного обладнання встановлені відповідно до нормативів, що наведено в табл. 7.3.

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Таблиця 7.2 – Технологічне оснащення відділення лиття за моделями, що витоплюють

№	Найменування	Розміри, мм	Основні характеристики	Кількість	Позиція на малюнку
1	Напівавтоматична лінія мод. 6A50	4300x3500x2300	Встановлена потужність 16,55кВт	2	1
2	Кран мостовий			1	2
3	Установка для виплавляння мод. складу мод. 671			1	3
4	Установка для сушіння покриття мод. 683			1	4
5	Конвеєр для транспортування модельно-керамічних блоків			1	5
6	Установка для приготування мод. композиції мод. 651			1	6
7	Напівавтомат нанесення вогн. покриття мод. 6A63			3	7
8	Установка приготування вогн. покриття мод. 661	1200x880x2790	Частота обертання крильчатки, 2800 хв <sup>-1</sup>	1	8

Таблиця 7.3 – Реальні та нормативні характеристики приміщення і розміщення технологічного обладнання

№	Параметр приміщення	Реальні значення	Нормативні значення
1	Площа на 1 працюючого	86,4 м <sup>2</sup>	4,5 м <sup>2</sup>
2	Об'єм на 1 працюючого	1655 м <sup>3</sup>	15м <sup>3</sup>
3	Мінімальна ширина проходу	1м	1,5м

7.2 Оцінка основних небезпечних та шкідливих виробничих факторів у відділенні та розроблення заходів для поліпшення (нормалізації) умов праці

У табл. 7.4 наведено небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що допоможуть виявити можливі небезпеки та розробити заходи щодо покращення (нормалізації) умов праці.

Таблиця 7.4 – Небезпечні та шкідливі виробничі фактори у відділенні

Види процесів	Шкідливі фактори		Небезпечні фактори			
	Шкідливі речовини (пари)	Шум	Електричний струм	Статичне навантаження робітника	Механізми, що рухаються	Механічні пошкодження кінцівок
Приготування композиції в установці	xx	xx	x	x	-	x
Транспортування вантажів краном	x	x	x	-	xx	x
Робота з електроприладами	xx	x	xx	x	xx	x

### 7.3 Механізми і вироби що рухаються

Таблиця 7.5 – Основні небезпеки, які створюються під час технологічного процесу переміщення

№	Найменування обладнання	Джерело небезпеки	Причини небезпеки	Наслідки небезпеки
1	Кран мостовий	Переміщувані вантажі	Удар вантажем	Травма робочих

Таблиця 7.6 – Фактори небезпеки, які виникають в процесі виробництва та порівнюються з нормативними

№	Фактор небезпеки	Реальне значення	Нормативні значення
1	Максимальна завантаженість крану, т	15	8
2	Довжина прольоту, м	18	від 12 до 32

Таблиця 7.7 – Заходи забезпечення охорони праці в умовах конкретного технологічного процесу

№	Група номенклатурних заходів з охорони праці	Вид заходу	Критерій вибору
1	Технічні	Попередження про початок роботи кранової установки за допомогою звукового сигналу	Інформування робітників про переміщення вантажу
2	Організаційні	Інструктажі та навчання правилам безпеки відбуваються в відділі	Навчання робітників правилам безпеки роботи з устаткуванням
3	Режимні	Обмеження доступу до зон роботи для непов'язаних з основним технологічним процесом	Захист від фізичних небезпек для сторонніх осіб та працівників

4	Експлуатаційні	Регулярний профілактичний огляд та ремонт устаткування	Забезпечення коректної експлуатації устаткування
5	ЗІЗ	Каска захисна	Захист від травм голови

#### 7.4 Електронезбезпека

Недотримання правил експлуатації та обслуговування електрообладнання призводить до збільшення ризику ураження електричним струмом. Електричний струм може спричинити опіки та механічні пошкодження організму людини. Небезпека ураження виникає в результаті короткого замикання, іскріння або ушкодження ізоляції. Табл. 7.8 містить основні ризики, пов'язані з електричним струмом в процесі формувальних робіт.

Таблиця 7.8 – Електричні фактори небезпеки

№	Найменування	Джерело небезпеки	Причини небезпеки	Наслідки небезпеки
1	Напівавтоматична лінія мод. 6A50	Електродвигун	Пошкодження електродвигуна, кабеля живлення	Ураження струмом
2	Агрегат мод. 661	Електродвигун	Пошкодження електродвигуна, кабеля живлення	Ураження струмом

У табл. 7.9 наведено порівняння між проектованими іпоказниками та їх нормативно допустимими значеннями. Нормативні значення були взяті з НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.9 – Реальні та нормативні фактори небезпеки ураження електричним струмом

№	Фактор небезпеки	Реальне значення	Нормативні значення
1	Випаровування модельної суміші	5 мг/м <sup>3</sup>	0,8-7мг/м <sup>3</sup>

Для зменшення ймовірності виникнення небезпечних ситуацій необхідно дотримуватись заходів безпеки, які перелічені в табл. 7.10.

Таблиця 7.10 – Засоби захисту від електротравм

№	Група номенклатурних заходів з ОП	Вид заходу	Критерій вибору
1	Технічні заходи	Пристрій захистного відключення	Пониження напруги
		Стабілізатор напруги	Стабілізація напруги
		Ізоляційне покриття	Ізолювання проводів та кожуха
2	Організаційні заходи	Інструкція з експлуатації КТ	Навчання з питань безпеки при експлуатації приладу
3	Режимні заходи	Недопущення появи сторонніх осіб в приміщенні КТ	Захист від ураження електричним струмом
4	Експлуатаційні заходи	Технічний огляд та перевірка	Уникнення поломок обладнання
5	ЗІЗ	Згідно посади користувача	Індивідуальний захист

## 7.5 Хімічні джерела небезпечних та шкідливих виробничих факторів

У даному процесі, як основне джерело хімічних небезпечних факторів, виступає модельна композиція. Інформація щодо нормативних та реальних значень цих шкідливих факторів наведена в табл 7.11.

Таблиця 7.11 – Основні шкідливі хімічні фактори, впродовж процесу роботи установки

№	Найменування обладнання	Джерело небезпеки	Причини небезпеки	Наслідки небезпеки
1	Установка моделі 651	Пари	Випаровування елементів модельної композиції	Ураження легень

У табл. 7.12 перераховані основні небезпеки, пов'язані з впливом шкідливих речовин, що утворюються в технологічному процесі під час створення моделей.

Таблиця 7.12 – Основні небезпеки, пов'язані з впливом шкідливих речовин, що утворюються під час створення моделей

№	Фактор обладнання	Реальні значення	Нормативні значення
1	Пари аміаку при сушінні вогнетривкої оболонки	77 мг/м <sup>3</sup>	20-35 мг/м <sup>3</sup>
2	Випаровування елементів модельної суміші	5 мг/м <sup>3</sup>	0,8-7 мг/ м <sup>3</sup>

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Таблиця 7.13 – Заходи забезпечення охорони праці в умовах даного технологічного процесу

№	Група номенклатурних заходів з ОП	Вид заходу	Критерій вибору
1	Технічні заходи	Вентиляційна система з спеціальними фільтрами	Видалення шкідливих речовин з повітря
2	Організаційні заходи	Мінімізація часу перебування біля змішувача	Зменшення вдихання повітря з шкідливими речовинами
3	Режимні заходи	Недопущення появи сторонніх осіб в приміщенні КТ	Захист від шкідливих хімічних речовин
5	ЗІЗ	Респіратор	Захист органів дихання від парів модельної композиції

#### 7.6. Пожежна безпека

Приміщення, де розташована установка мод. 683 належить до категорії А, інша частина відділення належить до категорії В. Це означає, що воно відповідає вимогам і стандартам, які встановлені в ДСТУ Б В.1.1-36:2016 [20].

У приміщенні, де експлуатуються проєктовані пристрої, можуть виникати різні фактори ризику, що створюють небезпеку займання вибухонебезпечних парів та пожежонебезпечних матеріалів. Ці фактори можуть включати електричні іскри, дуги, полум'я, нагріті частини й деталі технологічного обладнання. Можливі причини виникнення цих факторів можуть бути пов'язані з помилками проєктування, коротким замиканням, іскрінням в контактах (реле, вимикачі, колектори та кільця двигунів, індуктори, пускачі тощо), тривалими перевантаженнями, великими перехідними опорами тощо. Також існують інші фізичні небезпеки, такі як пил, вода, низька температура, іонізуюче випромінювання, які можуть присутні у деяких спеціальних пристроях.

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Таблиця 7.14 – Основні небезпеки, які створюються в технологічному процесі

№	Найменування обладнання	Джерело небезпеки	Причини небезпеки
1	Установка мод.683	Пари аміаку	спалах парів аміаку при контактуванні з будь-яким джерелом займання
2	Напівавтоматична лінія мод. 6A50	Випари модельного складу та пошкоджені електро-складові	Коротке замикання, що може бути причиною займання парів
3	Агрегат мод. 661	Пошкоджені електро-складові та нагріті деталі обладнання	Коротке замикання, що може бути причиною займання

Норми пожежної безпеки у відділенні лиття за моделями, що витоплюють, встановлюються відповідно до національних пожежних нормативів та регуляторних актів.

Загальні рекомендації та норми з пожежної безпеки для модельного відділення цеху лиття включають наступні пункти:

1. Системи пожежогасіння: Модельне відділення повинно бути обладнане відповідними системами пожежогасіння, такими як пожежні водогасники, пожежні гідранти, піротехнічні системи або автоматичні системи пожежного оповіщення.

2. Вогнегасні матеріали: Відділення лиття за моделями, що витоплюють повинно мати наявність необхідних вогнегасних матеріалів і устаткування, таких як вогнегасники, пісок, вогнегасні ковдри або системи пожежного тривожного сповіщення. Для погашення загорівшихся електричних проводів необхідно використовувати вогнегасники ОП-1, ОП-2, ОП-5, ОП-10. Ліквідація пожежі має бути проведена при відключенні електричної напруги [21].

3. Проведення пожежних вправ і навчання: Працівники модельного відділення повинні бути навчені пожежних процедурам та знати, як правильно

використовувати пожежогасіння матеріали та устаткування. Регулярні пожежні вправи повинні проводитися для тренування персоналу.

4. Електробезпека: Повинні бути виконані відповідні норми електробезпеки, включаючи правильне використання та обслуговування електричного устаткування, перевірку електричних проводів на пошкодження та належне заземлення.

5. Запобігання загорянню: Відділення лиття за моделями, що витоплюють повинно бути належним чином обладнане для запобігання загорянню, включаючи використання негорючих матеріалів, знежирення обладнання та забезпечення належної вентиляції приміщення.

6. Евакуаційні шляхи: У відділенні лиття за моделями, що витоплюють повинні бути встановлені чіткі евакуаційні шляхи, які показують найбезпечніший спосіб виходу в разі пожежі. Шляхи повинні бути легкопомітними та забезпечені відповідною евакуаційною сигналізацією [22].

План відділення зі схемою евакуації зображено на рис. 7.2.

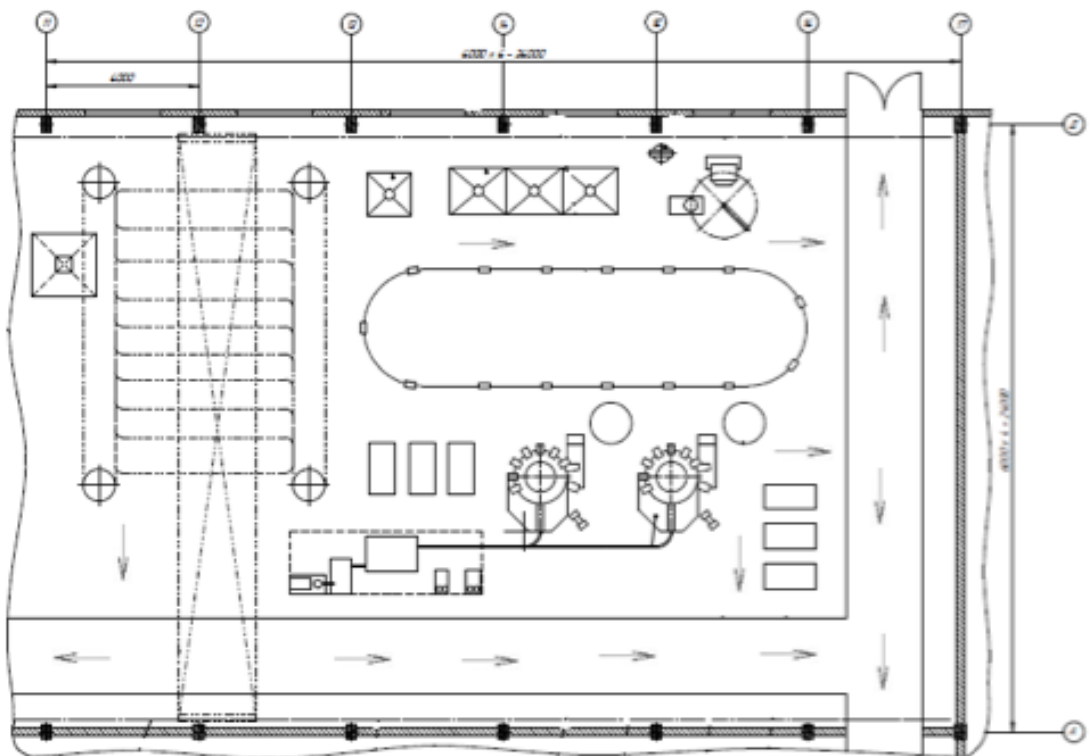


Рисунок 7.2 – План евакуації

## ВИСНОВКИ

Під час виконання дипломного проекту було проведено розроблення технологічного процесу для виготовлення чавунного виливка «Штуцер». Для виготовлення виливка було обрано метод лиття за моделями, що витоплюють, з використанням вогнетривкої маршаліт-етилсилікатної оболонки.

Технологія виготовлення форми виливка була розроблена з урахуванням максимально можливого наближення її розмірів та конфігурації до готової деталі, а також підвищення якості металу в деяких ділянках виливка.

Для виготовлення моделей і їх подальшого збирання у блоки запропоновано використовувати модельно-виробничу напівавтоматичну лінію моделі 6A50.

У відділенні лиття за моделями, що витоплюють, було обрано високопродуктивне устаткування та його розміщення на окремих ділянках з метою оптимізації роботи. Для підвищення продуктивності виготовлення форм і забезпечення запланованого обсягу виготовлення виливків була встановлена комплексна напівавтоматична лінія.

Також проведений аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів з метою визначення заходів для зниження негативного впливу виробництва на здоров'я працівників відділення.

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Косогов Д. А.						
Перевір.		Смірнова Я. О.					68	76
Н. Контр.		Лютий Р. В.						
Затв.						КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ ім. Є.О. Патона		

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Федоров Г. Є., Ямшинський М. М., Могилатенко В. Г. та ін..  
Проектування ливарних цехів. Ч.2: підручник – К. : НТУУ «КПІ», 2011 –312с.
2. Федоров Г.Є., Дробязко В.М., Сиропоршнев Л.М., Ямшинський М.М. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту за освітньо-кваліфікаційним рівнем підготовки «бакалавр». Напрямок підготовки 6.050402 – Ливарне виробництво / Уклад.: Г.Є. Федоров, В.М.. // К.: ВПК «Політехніка» – 2011. – 67 с.
3. Степанов Ю.А., Баландин Г.Ф. Рыбкин В.А. Технология литейного производства. Специальные виды литья – «Машиностроение», 1983. –285 с.
4. Шкленник Я.И. Литье по выплавляемым моделям (Инженерные монографии по литейному производству). – М.:Машгиз,1961 – 455 с
5. Гини Э. Ч., Зарубин А. М., В. Р; РыбкинВ. А. Технология литейного производства: Специальные виды литья: Учебник для студ. высш. учеб. заведений – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 352 с.
6. Репях С.И. Технологические основы литья по выплавляемым моделям.- Днепропетровск, Лира, 2006.– 1056 с.
7. Федоров Г. Є., Ямшинський М. М., Могилатенко В. Г. та ін..  
Проектування ливарних цехів. Ч.1: підручник – К. : НТУУ «КПІ»,: 2011 – 586с.
8. Желібо Є. П., Зацарний В. В. Безпека життєдіяльності : підручник для студ. вищ. навч. закладів / Київ : Каравела, 2006. – 288 с.
9. Матвеевко И.В., Тарский В.Л. Оборудование литейных цехов. Учебник для уч-ся средней, спец. учебных заведений, 2-е изд. перераб. и доп. – М. Машиностроение, 1985. – 400 с.

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Косоков Д. А.			ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Смірнова Я. О.					69	76
Н. Контр.		Лютий Р. В.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ ім. Є.О. Патона		
Затв.								

12. Глиняна Н.М Охорона праці у ливарному виробництві: курс лекцій для студентів вищих навчальних закладів напряму 0904 «Металургія» /. – Краматорськ : ДДМА, 2009. – 184 с
13. Сафронов В.Я. Справочник по литейному оборудованию. М.: Машиностроение, 1985, – 320 с.
14. Виробництво виливків із спеціальних сталей. – К.: Видавництво НТУУ «КПІ», 2005. – 712 с.
15. ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.
16. Рыбальченко Н.А. Проектирование литейных цехов. – Харьков, 1965. – 307 с.
17. Туманський Б.Ф. Проектування ливарних цехів. – К.: НМКВО, 1992. – 192 с.

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

## ДОДАТКИ

					ФЛ91.9120.1110.0000.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДОДАТКИ		
Розроб.		Косошов Д. А.					
Перевір.		Смірнова Я. О.					
Н. Контр.		Лютый Р. В.					
Затв.							
					Літ.	Аркуш	Аркушів
					71	76	
					КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ ім. Є.О. Патона		











Ім'я користувача:  
Ямшинський Михайло Михайлович

ID перевірки:  
1015696986

Дата перевірки:  
27.06.2023 13:53:19 EEST

Тип перевірки:  
Doc vs Library

Дата звіту:  
27.06.2023 13:56:13 EEST

ID користувача:  
76785

Назва документа: Косогов

Кількість сторінок: 40 Кількість слів: 7160 Кількість символів: 49176 Розмір файлу: 1.28 MB ID файлу: 1015340684

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

**23.5%**  
**Схожість**

Найбільша схожість: 7.32% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1015325711)

Пошук збігів з Інтернетом не проводився

23.5% Джерела з Бібліотеки

356

Сторінка 42

**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

61

Підозріле форматування

9  
сторінок