

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

**Інститут матеріалознавства та зварювання
імені Є.О. Патона**

Кафедра ливарного виробництва чорних то кольорових металів

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ М.М.Ямшинський

«__» _____ 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 «Корпус», організація та планування формувального відділення
ливарного цеху»**

Виконав :

студент ІV курсу, групи ФЛ-71-2

Буряк Андрій Андрійович _____

Керівник:

Доцент

Ямшинський Михайло Михайлович _____

Консультант з економічної частини:

Старший викладач

Нараєвський Сергій Вікторович _____

Консультант з охорони праці

Доцент

Демчук Гліб Вікторович _____

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

Студент _____

Київ – 2021 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проєкт		
2	A4	ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Пояснювальна записка		
3	A1	ФЛ71-2.7104.1110.0001	Технологія виготовлення виливка «Корпуса»	1	
4	A2	ФЛ71-2.7104.1110.0002	Форма у складеному вигляді.	1	
5	A2	ФЛ71-2.7104.1110.0003	Модельна плита с моделью.	1	
6	A2	ФЛ71-2.7104.1110.0004	Модельний комплект	1	
7	A1	ФЛ71-2.7104.1110.0005	Формувальна машина	1	
8	A2	ФЛ71-2.7104.1110.0006	План формувального відділення	1	

				ФЛ71-2.7104.1110.0000		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Буряк А.А			Відомість дипломного проєкту	Лист	Листів
Керівн.	Ямшинський М.М				1	1
Консульт.					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЛВЧКМ Гр. ФЛ-71-2	
Н/контр.						
Зав.каф.						

**Пояснювальна записка
до дипломного проєкту**

на тему: «Розроблення технологічного процесу виготовлення чавунного виливка «Корпус», організація та планування формувального відділення ливарного цеху арматурного заводу»

Київ – 2021 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-фізичний факультет

Кафедра ливарного виробництва чорних та кольорових металів
Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)
Спеціальність – 136 «Металургія»
Освітньо-професійна програма «Комп'ютеризовані процеси лиття»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ М.М Ямшинський

«___» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Буряку Андрію Андрійовичу

1. Тема проєкту «Розроблення технологічного процесу виготовлення чавунного виливка "Корпус", організація та планування формувального відділення ливарного цеху», керівник проєкту доцент Ямшинський Михайло Михайлович, затверджені наказом по університету від «___» _____ 20_р. №

2. Термін подання студентом проєкту _____

3. Вихідні дані до проєкту 3.1. Матеріали переддипломної виробничої практики. 3.2. Література за темою дипломного проєкту. 3.3. Номенклатура виливків ливарного цеху. 3.4. Потужність ливарного цеху - 3400 тонн придатних виливків за рік.

4. Зміст пояснювальної записки 4.1. Вступ. 4.2. Аналіз виробничої програми. 4.2.1 Режим роботи та фонди часу. 4.3. Формувальне відділення ливарного цеху. 4.4. Технологія ливарної форми виливка «Корпус». 4.5. Технологічне устаткування. 4.6. Організаційний розділ.

4.7. Економічний розділ. 4.8. Охорона праці. 4.9 Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу.

5.1 Технологія виготовлення виливка «Корпуса». 5.2 Форма у складеному вигляді. 5.3 Модельна плита с моделью. 5.4 Модельний комплекс 5.5 Формувальна машина 5.6. План формувального відділення

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Демчук Гліб Вікторович		
Економічний	Нараєвський Сергій Вікторович		

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Переддипломна виробнича практика		
2	Аналіз виробничої програми		
3	Проектування формувального відділення		
4	Розроблення технологічного процесу виготовлення виливка		
5	Проектування ливарного устаткування		
6	Організаційна частина		
7	Економічна частина		
8	Охорона праці		
9	Рецензування проєкту		
10	Захист		

Студент

Буряк Андрій Андрійович

Керівник

Ямшинський Михайло Михайлович

РЕФЕРАТ

Дипломний проект містить 92 стор., 22 табл., 10 рис., 8 посилань.

Об'єкт проектування – технологічний процес виготовлення виливка з вуглецевої сталі «Корпус» масою 3,04 кг литтям у разові піщано-глинясті форми.

Предмет проектування – технологія ливарної форми та організація роботи формувального відділення ливарного цеху.

Результатами проектування є розроблення технології ливарної форми для заданого виливка, виконання технічного планування формувального відділення та розрахунок одиниці ливарного устаткування.

Результати проектування – можуть бути рекомендовані на ливарних підприємствах з подібним характером виробництва.

Галузь використання – підприємства машинобудування, військово-промислового комплексу і т.п.

КОРПУС РЕДУКТОРА, СТРУШУВАЛЬНО-ПРЕСОВА МАШИНА, ФОРМА ЛИВАРНА, СУМІШ ФОРМУВАЛЬНА, ПЛИТА МОДЕЛЬНА, ФОРМУВАЛЬНЕ ВІДДІЛЕННЯ

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.		Дата			
Розроб.	Буряк А.А				Літ.	Арк.	Арушів
Перевір.	Ямшинський М.М					6	
Реценз.					РЕФЕРАТ		
					КПІ ім. Ігоря Сікорського ІМЗ		

ABSTRACT

Thesis project: pages, 22 tables, 10 figures, 9 references.

The object of design - the technological process of manufacturing a carbon steel casting "Gearbox housing" weighing 3,04 kg by casting in disposable sand-claymolds.

The subject of design - the technology of the mold and the organization of the molding department of the foundry.

Design results - the technology of the casting mold for a given casting is developed, the technical planning of the molding department and the calculation of the unit of the casting equipment are performed.

Design results - can be recommended at foundries with a similar nature of production.

Field of use - enterprises of agricultural engineering, military-industrial complex, etc.

REDUCER HOUSING, SHAKING AND PRESSING MACHINE, FOUNDRY FORM, FORMING MIXTURE, MODEL PLATE, FORMING DEPARTMENT

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1.....	10
1.1 Виробнича програма.....	10
1.2 Аналіз виробничої програми	15
РОЗДІЛ 2.....	20
РЕЖИМ РОБОТИ ЦЕХУ І ФОНДИ ЧАСУ	20
2.1 Тип і структура ливарного цеху.....	22
РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ФОРМУВАЛЬНОГО ВІДДІЛЕННЯ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ.....	23
3.1 Проектування відділення.....	23
РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «КОРПУС».....	30
4.1 Загальні характеристики деталі	30
4.2 Вибір типу та розрахунок розмірів опок.....	35
4.3 Розрахунок ливникової системи	37
4.5 Формувальні та стрижневі суміші	40
4.6 Характеристика модельного комплекту	44
4.7 Опис технології виготовлення виливка	46
РОЗДІЛ 5 ТЕХНОЛОГІЧНЕ УСТАТКОВАННЯ.....	51
5.1 Призначення та область використання машини	51
5.2 Розрахунок основних конструктивних параметрів	51
5.3 Індикаторна діаграма струшувального механізму	56
5.4 Визначення площ перерізу впускного і випускного отворів.....	71
РОЗДІЛ 6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ	75
6.1 Організаційний розділ	75
6.4 Визначення планової собівартості одиниці продукції.....	83
6.5 Розрахунок продуктивності праці на дільниці	85
РОЗДІЛ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	87
7.1 Устаткування формувального відділення	87
7.2 Джерела фізичних небезпечних і шкідливих факторів	89
7.3. Джерела хімічних небезпечних і шкідливих факторів	90
7.4 Небезпека ураження електричним струмом	91
7.5 Небезпека пожежі	92
ВИСНОВКИ	94
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	95

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Разроб.	Буряк				Лит.	Аркуш	Аркушів
Перев.						8	
Н. Контр.	Ямшинський				КПІ ім. І. Сікорського,		
Затв.							

ВСТУП

Ливарне виробництво – це галузь машинобудування, що спеціалізується на створенні фасонних заготовок і деталей шляхом транспортування розплавленого металу в спеціально створену форму, яка має конфігурацію заготовки, та подальшої обробки виливка. Розрізняють разові та постійні форми. Лиття дозволяє отримати деталь майже будь-якої форми та ваги з відповідними властивостями, оскільки є можливість отримати складні за конфігурацією заготовки з різноманітних сплавів. Окрім цього, це цілком зрозумілий та економний спосіб виробництва деталей.

У проєкті подано завдання виконати технічне планування формувального відділення та розробити технологію виготовлення чавунного виливка

				ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
					9
Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

1.1 Виробнича програма

Відділення цеху для відпуску 3400 т. придатного литва на рік призначено для виробництва малогабаритних деталей.

Це відділення для проектування відноситься до відділення серійного виробництва, номенлатура виливків якого складає не більше 200 найменування (табл 1.1), а їхня серійність не менше за 1000 шт. на річний цикл виробництва.

Номеклатуру виливків було поділено на 2 групи:

1 – маса до 20 кг

2 – маса понад 20 кг

Для того, аби виконати план виробництва річної програми випуску литих виробів у цеху варто виготовити визначену кількість деталей.

Кількість виробів визначають за формулою:

$$K = \frac{\Pi}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

Де Π – потужність ливарного цеху: $\Pi = 3400$ т.; m_i – маса металу, яка необхідна для виготовлення i -го виробу, кг.

$$\sum m_i \text{ п } i=1 = 771,20$$

$$K = 3400000 / 771,20 = 4409 \text{ од.}$$

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Разроб.		Буряк А.А			Аналіз виробничої програми	Лит.	Аркуш	Аркушів
Перев.		Ямшинський М.М					10	
Н. Контр.								
Затв.								
							КПІ ім. І. Сікорського, ІМЗ	

Зм.
Ар.
к.
№
до
ку
м.
Пі
дп
ис
Да
т

Індекс позиції	Група	Найменування	Матеріал	Маса, кг		Кількість виробів, шт.	Габаритні розміри				Режим тремічного оброблення
				5	6		8	9	10	11	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	ФЛ-71-2-1	Кронштейн лівий	СЧ-20	14,5	11,6	1	14,5	103	49	56	відпал
2	ФЛ-71-2-2	Кронштейн правий	СЧ-25	4,8	3,84	1	4,8	113	58	66	Відпал
3	ФЛ-71-2-3	Корпус підшипника	СЧ-25	1,9	1,52	1	1,9	153	65	75	відпал
4	ФЛ-71-2-4	Шайба	СЧ-20	7	5,6	1	7	233	79	89	відпал
5	ФЛ-71-2-5	Фланець	СЧ-25	8,8	7,04	1	8,8	133	89	100	відпал
6	ФЛ-71-2-6	Кришка 1	СЧ-25	8,7	6,96	1	8,7	213	98	112	відпал
7	ФЛ-71-2-7	Кришка 2	СЧ-25	2,9	2,32	1	2,9	353	100	156	відпал
8	ФЛ-71-2-8	Кришка 3	СЧ-15	15,2	12,16	1	15,2	243	109	156	відпал
9	ФЛ-71-2-9	Втулка	СЧ-15	16,1	12,88	1	16,1	123	111	156	відпал
10	ФЛ-71-2-10	Кронштейн 1	СЧ-25	18,4	14,72	1	18,4	533	120	156	відпал
11	ФЛ-71-2-11	Маховик	СЧ-20	18	14,4	1	18	323	135	156	відпал
12	ФЛ-71-2-12	Кільце оливовіддне 1	СЧ-25		4,8	1	6	543	145	156	відпал
13	ФЛ-71-2-13	Кільце оливовіддне 2	СЧ-25	3	2,4	1	3	425	165	156	відпал
14	ФЛ-71-2-14	Кришка 4	СЧ-20	9,2	7,36	1	9,2	235	178	156	відпал
15	ФЛ-71-2-15	Вінець	СЧ-25	10,2	8,16	1	10,2	323	207	156	відпал
16	ФЛ-71-2-16	Кришка 5	СЧ-25	9,4	7,52	1	9,4	235	213	156	відпал
17	ФЛ-71-2-17	Кришка наскрізна	СЧ-25	3,6	2,88	1	3,6	346	202	156	відпал
18	ФЛ-71-2-18	Воронка	СЧ-15	27,5	22	1	27,5	523	242	156	відпал
19	ФЛ-71-2-19	Кришка 6	СЧ-15	31,1	24,88	1	31,1	325	243	188	відпал
20	ФЛ-71-2-20	Корпус 1	СЧ-25	28,6	22,88	1	28,6	435	234	188	відпал

Зм.	Ар. к.	№ док. м.	Підпис	Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
					21	ФЛ-71-2-21	Корпус вентиля 3	СЧ-20	40	32	1	40	545	21 2	188	відпа л
					22	ФЛ-71-2-22	Кришка верхня 3	СЧ-25	8,6	6,8	1	8,6	436	22 3	188	відпа л
					23	ФЛ-71-2-23	Кришка нижня 3	СЧ-25	4,5	3,6	1	4,5	423	24 3	188	відпа л
					24	ФЛ-71-2-24	Бугель 3	СЧ-20	11,4	9,12	1	11,4	235	25 4	188	відпа л
					25	ФЛ-71-2-25	Чашка верхня 3	СЧ-25	12	9,6	1	12	435	24 3	188	відпа л
					26	ФЛ-71-2-26	Чашка нижня 3	СЧ-25	11,2	8,96	1	11,2	523	22 3	188	відпа л
					27	ФЛ-71-2-27	Грибок 3	СЧ-25	5,6	4,48	1	5,6	534	24 5	188	відпа л
					28	ФЛ-71-2-28	Опора 3	СЧ-25	2,1	1,68	1	2,1	578	22 3	188	відпа л
					29	ФЛ-71-2-29	Корпус редуктора 3	СЧ-15	39,7	31,76	1	39,7	586	29 2	188	відпа л
					30	ФЛ-71-2-30	Кришка редуктора 3	СЧ-15	43,4	34,72	1	43,4	598	29 3	256	відпа л
					31	ФЛ-71-2-31	Станина 3	СЧ-25	37,4	29,92	1	37,4	546	27 8	231	відпа л
					32	ФЛ-71-2-32	Корпус вентиля 4	СЧ-20	58,4	46,72	1	58,4	345	23 1	192	відпа л
					33	ФЛ-71-2-33	Кришка верхня 4	СЧ-25	10,4	8,32	1	10,4	467	24 6	197	відпа л
					34	ФЛ-71-2-34	Кришка нижня 4	СЧ-25	7	5,6	1	7	345	24 7	235	відпа л
					35	ФЛ-71-2-35	Бугель 4	СЧ-20	19,3	15,36	1	19,3	323	27 6	124	відпа л
					36	ФЛ-71-2-36	Чашка верхня 4	СЧ-25	19,1	15,28	1	19,1	462	23 5	213	відпа л
					37	ФЛ-71-2-37	Чашка нижня 4	СЧ-25	12,6	10	1	12,6	453	25 6	221	відпа л
					38	ФЛ-71-2-38	Грибок 4	СЧ-25	8,4	6,72	1	8,4	356	26 7	241	відпа л
					39	ФЛ-71-2-39	Опора 4	СЧ-25	3,1	2,48	1	3,1	235	26 8	124	відпа л
12	Арк				40	ФЛ-71-2-40	Корпус редуктора 4	СЧ-15	58,1	46,48	1	58,1	312	30 9	231	відпа л
					41	ФЛ-71-2-41	Кришка редуктора 4	СЧ-15	64,2	51,36	1	64,2	234	31 2	241	відпа л
					42	ФЛ-71-2-42	Станина 4	СЧ-25	49,8	39,84	1	49,8	556	32	258	відпа

1.2 Аналіз виробничої програми

Обравши дані з таблиці 1.1 було розраховано та складено точну виробничу програму ливарного цеху (таб. 1.2).

Отримавши всі необхідні основні дані (як-от маса, матеріал, кількість на один виріб) із табл. 1.1 переводимо їх до табл. 1.2, у якій необхідно розрахувати масу деталі, їхню кількість на одиницю виробу в кілограмах, а також прорахувати річну програму випуску виливків.

Щоб визначити масу виробу, слід вирахувати 10 % від маси готового виливка. Вагу виливків на один виріб було визначено шляхом множення кількості кожної деталі на її масу.

Для визначення загальної кількості виробів слід річну кількість виробів помножити на кількість деталей на виріб. Отримавши необхідні цифри, було визначено річну кількість виливків на основні вироби. Аналогічним методом знайдено вагу в тонах.

Число в рядку «Всього» відповідає потужності цеху, що задана у завданні.

				ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
					13
Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Інд. позиція	Найменування виробів і виливків	Маса вилівка, кг	Маса деталі	Кількість деталей на 1 виріб	Маса виливків на один виріб, кг	Річна програма					
											на основні		На запасні		Всього	
											шт	т	шт	т	шт	т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
					ФЛ-71-2-1	Кронштейн лівий	1,3	1,2	1	1,2	3966	7,5354	440	0,84	4409	8,38
					ФЛ-71-2-2	Кронштейн правий	1,3	1,2	1	1,2	3966	8,3286	440	0,92	4409	9,26
					ФЛ-71-2-3	Корпус підшипника	2,5	2,32	1	2,3	3966	11,5014	440	1,28	4409	12,79
					ФЛ-71-2-4	Шайба	2,2	2	1	2,5	3966	11,898	440	1,32	4409	13,23
					ФЛ-71-2-5	Фланець	1,5	1,3	1	1,3	3966	12,2946	440	1,36	4409	13,67
					ФЛ-71-2-6	Кришка 1	5,7	5,3	1	5,3	3966	14,2776	440	1,58	4409	15,87
					ФЛ-71-2-7	Втулка	1,1	1	2	2	3966	17,847	440	1,98	4409	19,84
					ФЛ-71-2-8	Кронштейн 1	1,6	1,3	1	1,3	3966	19,0368	440	2,11	4409	21,16
					ФЛ-71-2-9	Маховик	9,7	8,9	1	8,9	3966	22,2096	440	2,46	4409	24,69
					ФЛ-71-2-10	Кільце оливовідвідне 1	1,2	1	4	4	3966	23,796	440	2,64	4409	26,45
					ФЛ-71-2-11	Кільце оливовідвідне 2	1,4	1,1	4	4,4	3966	27,762	440	3,08	4409	30,86

Зм.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Арк.	ФЛ-71-2-12	Кришка 4	0,9	0,7	2	1,8	3966	27,762	440	3,0 8	440 9	30,8 6
№ док. м.	ФЛ-71-2-13	Вінець	3,2	2,9	2	3,4	3966	33,3144	440	3,7 0	440 9	37,0 3
Підпис	ФЛ-71-2-14	Кришка 5	16,6	16,1	1	16,6	3966	34,1076	440	3,7 8	440 9	37,9 1
Дата	ФЛ-71-2-15	Кришка наскрізна	11,2	10,8	1	11,2	3966	34,5042	440	3,8 3	440 9	38,3 6
	ФЛ-71-2-16	Воронка	14,4	14	1	14,4	3966	34,9008	440	3,8 7	440 9	38,8 0
	ФЛ-71-2-17	Бугель 2	9,2	7,36	1	9,2	3966	36,4872	440	4,0 5	440 9	40,5 6
	ФЛ-71-2-18	Чашка нижня 2	9,4	7,52	1	9,4	3966	37,2804	440	4,1 4	440 9	41,4 4
	ФЛ-71-2-19	Чашка верхня 2	10,2	8,16	1	10,2	3966	40,4532	440	4,4 9	440 9	44,9 7
	ФЛ-71-2-20	Кришка верхня 4	10,4	8,32	1	10,4	3966	41,2464	440	4,5 8	440 9	45,8 5
	ФЛ-71-2-21	Чашка нижня 3	11,2	8,96	1	11,2	3966	44,4192	440	4,9 3	440 9	49,3 8
	ФЛ-71-2-22	Кришка 6	18,7	18,1	1	18,7	3966	45,2124	440	5,0 2	440 9	50,2 6
	ФЛ-71-2-23	Чашка верхня 3	12	9,6	1	12	3966	47,592	440	5,2 8	440 9	52,9 0
	ФЛ-71-2-24	Чашка нижня 4	12,6	10	1	12,6	3966	49,971	440	5,54	4409	55,55
	ФЛ-71-2-25	Корпус вентиля 1	14,5	11,6	1	14,5	3966	57,507	440	6,38	4409	63,93

Зм.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ар.к.	ФЛ-71-2-26	Корпус редуктора 1	15,2	12,16	1	15,2	3966	60,2832	440	6,69	4409	67,01
№ до кум.	ФЛ-71-2-27	Кришка редуктора 1	16,1	12,88	1	16,1	3966	63,8526	440	7,08	4409	70,98
	ФЛ-71-2-28	Корпус вентиля 2	18	14,4	1	18	3966	71,388	440	7,92	4409	79,36
Пі дис	ФЛ-71-2-29	Станина 1	18,4	14,72	1	18,4	3966	72,9744	440	8,10	4409	81,12
	ФЛ-71-2-30	Чашка верхня 4	19,1	15,28	1	19,1	3966	75,7506	440	8,40	4409	84,21
Дат	ФЛ-71-2-31	Бугель 4	19,3	15,36	1	19,3	3966	76,5438	440	8,49	4409	85,09
Більше 20 кг												
	ФЛ-71-2-32	Корпус 1	68,4	66,3	1	68,4	3966	109,065	440	12,10	4409	121,24
	ФЛ-71-2-33	Станина 2	28,6	22,88	1	28,6	3966	113,428	440	12,58	4409	126,09
	ФЛ-71-2-34	Кришка редуктора 2	31,1	24,88	1	31,1	3966	123,343	440	13,68	4409	137,11
	ФЛ-71-2-35	Станина 3	37,4	29,92	1	37,4	3966	148,328	440	16,46	4409	164,89
	ФЛ-71-2-36	Корпус редуктора 3	39,7	31,76	1	39,7	3966	157,45	440	17,47	4409	175,03
	ФЛ-71-2-37	Корпус вентиля 3	40	32	1	40	3966	158,64	440	17,60	4409	176,35
	ФЛ-71-2-38	Кришка редуктора 3	43,4	34,72	1	43,4	3966	172,124	440	19,10	4409	191,34

Зм.	
Ар.	
№ док.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ФЛ-71-2-39	Станина 4	49,8	39,84	1	49,8	3966	197,507	440	21,91	4409	220,86
ФЛ-71-2-40	Корпус редуктора 4	58,1	46,48	1	58,1	3966	230,425	440	25,56	4409	256,15
ФЛ-71-2-41	Корпус вентиля 4	58,4	46,72	1	58,4	3966	231,614	440	25,70	4409	257,47
ФЛ-71-2-42	Кришка редуктора 4	64,2	51,36	1	64,2	3966	254,617	440	28,25	4409	283,04
Всього	771,2	616,72	42	771,2	166572	3058	18480	339,3	18519	3401,3	

РОЗДІЛ 2 РЕЖИМ РОБОТИ ЦЕХУ І ФОНДИ ЧАСУ

Шляхом аналізу виробничої програми, а також характеристики виробничого процесу встановлюють такий режим роботи. Відповідно до потужності відділення (3400 т. придатного литва на рік) та маси виливків, що у ньому виготовляють (до 50 кг), було встановлено паралельний режим роботи: формування з локалізованою вибивною дільницею, що здійснюють запаралельним двозмінним режимом; складання форм; заливання форм.

Згідно з режимом роботи було встановлено фонди часу роботи як устаткування, так і робітників. При визначенні фондів часу аналізують кількість робочих днів, вихідних, тривалість робочого дня. Було сформовано фонди часу роботи устаткування та робітників:

1. Календарний час $\Phi_k = 365 \cdot 24 = 8760$ год;
2. Номінальний фонд часу Φ_n – час який машина/механізм працює без відрахувань втрат часу;
3. Φ_d – час, протягом якого, устаткування виконує повний цикл своєї роботи
Робочий тиждень: 40-годинний робочий тиждень; кількість робочих днів протягом року становить – 250 робочих днів.

Для розрахунку номінального фонду часу було використано формулу:

$$\Phi_n = C \cdot \Gamma$$

де C – кількість робочих днів у році;

Γ – кількість годин, яка залежить від кількості змін, 1 зміна = 8 годин

$$\Phi_n = 250 \cdot 8 = 2000 \text{ год}$$

Для двозмінного режиму $\Phi_n = 250 \cdot 16 = 4000$ год

ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Разроб.		Буряк		
Перев.		Ямшинський		
Н. Контр.				
Затв.				
			Лит.	Аркуш
			18	Аркушів
КПІ ім. І. Сікорського,				

Дійсний фонд часу визначається відніманням від номінального непередбачуваних втрат, утрати часу на освоєння виробництва. Дійсний фонд часу розраховується за формулою:

$$\Phi_{д} = \Phi_{н} - В$$

де В – витрати часу на освоєння виробництва, а також форс-мажорні обставини, В = 40 год.

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

Всі дані щодо режиму роботи цеху та фондів часу зведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.

Індекс позиції	Назва відділення, дільниці, устаткування	Кількість робочих змін на добу	Дійсний річний фонд часу роботи, год	
			устаткування	робітника
1	Плавильне відділення з дільницею підготовки шихти	2	3680	1840
2	Формувальне відділення	2	3680	1840
3	Сумішоприготувальне відділення з бункерами для вихідних матеріалів і бункерами відстійниками	2	3680	1840
4	Стрижневе відділення із складами зберігання стрижнів і стрижневих ящиків	2	3680	1840
5	Дільниця термічного оброблення	3	5520	1840
6	Склади	2	3680	1840

				ФЛ71-2.7104.1110.0000	Арк.
Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

2.1 Тип і структура ливарного цеху

На рисунку 1.1 відтворене компонування ливарного цеху, яке відносять до цехів серійного виробництва, з яким ми будемо в подальшому працювати.

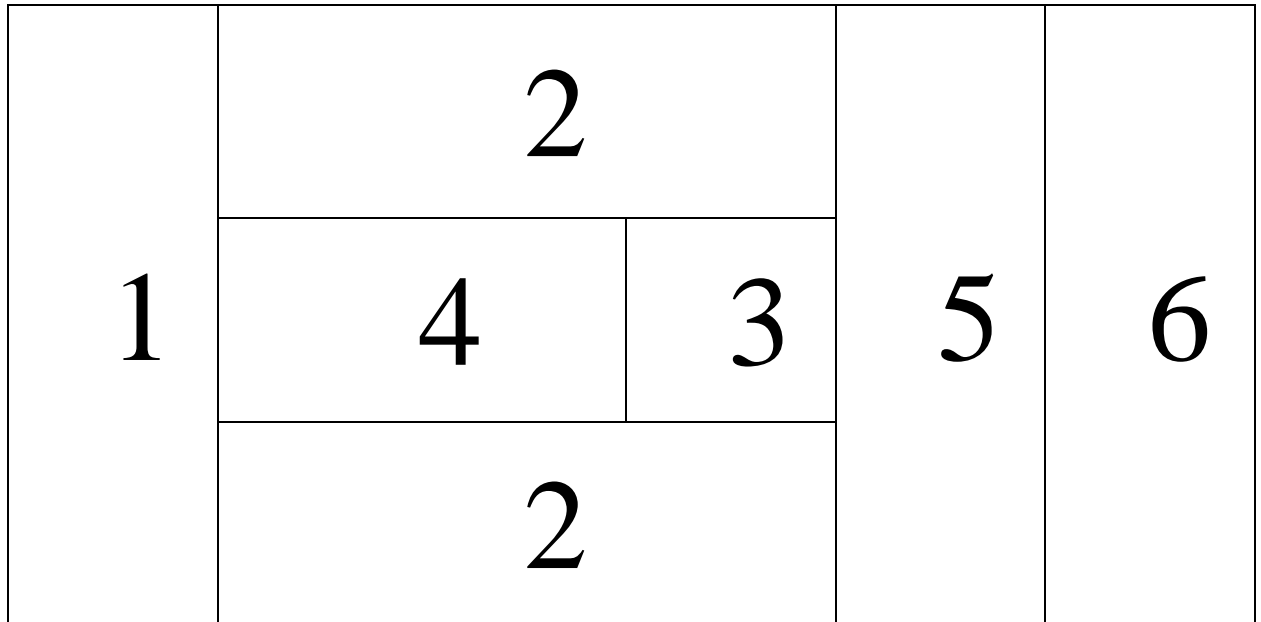


Рисунок 1.1 Схема компонування ливарного цеху

- 1 – плавильне відділення і склад шихтових матеріалів;
- 2 – формувальнорозливально-заливально-вибивальне відділення;
- 3 – сумішоприготувальне відділення;
- 4 – стрижневе відділення;
- 5 – відділення фінішних операцій;
- 6 – склад готової продукції.

РОЗДІЛ 3
РОЗРАХУНОК ФОРМУВАЛЬНОГО ВІДДІЛЕННЯ
ЛИВАРНОГО ЦЕХУ

Виливки вказаної номенклатури будуть виготовлятися шляхом лиття в разові піщано-глинясті форми по сирому. У формувальному відділенні проводяться такі операції, як формування, складання, заливання, охолодження та вибивання форм.

3.1 Проектування відділення

Основним устаткуванням відділення є формувальні машини, автомати, лінії. Вхідні дані для розрахунку – це кількість форм і розміри опок. Кількість форм, яку необхідно виготовити протягом року, вказана в табл. 3.1, а зведена відомість кількості форм – у табл. 3.2.

					ФЛ71-2.7104.1110.0000			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разроб.</i>	Буряк А.А				Розрахунок формувального відділення ливарного цеху	<i>Лит.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>	Ямщивнський						21	
<i>Н. Контр.</i>						КПІ ім. І. Сікорського, ІМЗ		
<i>Затв.</i>								

Зм.
Ар.к.
№ док.м.
Підпис
Дата
22
Арк

Таблиця 3.1

Код деталі	Деталь	Марка сплаву	Кількість виливків за рік, шт	Маса виливків, кг		Внутрішні розміри опок (L*В*Н), мм	Кількість виливків у формі, шт.	Маса виливків у формі, кг	Кількість форм за рік, шт.	Об'єм форми, м3	
				одного	на річну програму					однієї	на річну програму
Перша масова група до 20 кг											
ФЛ-71-2-1	Кронштейн лівий	СЧ-25	4409	1,3	8376,556017	400x200x150/150	1	1,3	4409	0,024	105,81
ФЛ-71-2-2	Кронштейн правий	СЧ-25	4409	1,3	9258,298755		1	1,3	4409	0,024	105,81
ФЛ-71-2-3	Корпус підшипника	СЧ-25	4409	2,5	12785,26971		1	2,5	4409	0,024	105,81
ФЛ-71-2-4	Шайба	СЧ-25	4409	2,2	13226,14108		1	2,2	4409	0,024	105,81
ФЛ-71-2-5	Фланець	СЧ-25	4409	1,5	13667,01245		1	1,5	4409	0,024	105,81
ФЛ-71-2-6	Кришка 1	СЧ-25	4409	1,4	15871,36929		1	1,4	4409	0,024	105,81
ФЛ-71-2-7	Кришка 2	СЧ-25	4409	1,2	19839,21162		1	1,2	4409	0,024	105,81
ФЛ-71-2-8	Кришка 3	СЧ-25	4409	5,7	21161,82573		1	5,7	4409	0,024	105,81
ФЛ-71-2-9	Втулка	СЧ-25	4409	1,1	24688,79668		1	1,1	4409	0,024	105,81
ФЛ-71-2-10	Кронштейн 1	СЧ-25	4409	1,6	26452,28216		1	1,6	4409	0,024	105,81
ФЛ-71-2-11	Маховик	СЧ-20	4409	9,7	30860,99585		1	9,7	4409	0,024	105,81
ФЛ-71-2-12	Кільце оливовідвідне 1	СЧ-25	4409	1,2	30860,99585		1	1,2	4409	0,024	105,81
ФЛ-71-2-13	Кільце оливовідвідне 2	СЧ-25	4409	1,4	37033,19502		1	1,4	4409	0,024	105,81
ФЛ-71-2-14	Кришка 4	СЧ-25	4409	0,9	37914,93776		1	0,9	4409	0,024	105,81
ФЛ-71-2-15	Вінець	СЧ-25	4409	3,2	38355,80913		1	3,2	4409	0,024	105,81
ФЛ-71-2-16	Кришка 5	СЧ-25	4409	16,6	38796,6805		1	16,6	4409	0,024	105,81

Зм												
Ар												
к.												
№												
до												
ку												
м.												
Пі												
дс												
Да												
т												
ФЛ-71-2-17	Кришка наскрізна	СЧ-20	4409	11,2	40560,16598		1	11,2	4409	0,024	105,81	
ФЛ-71-2-18	Воронка	СЧ-25	4409	14,4	41441,90871		1	14,4	4409	0,024	105,81	
ФЛ-71-2-19	Кришка 6	СЧ-25	4409	18,7	44968,87967		1	18,7	4409	0,024	105,81	
ФЛ-71-2-20	Кришка верхня 4	СЧ-25	4409	10,4	45850,62241		1	10,4	4409	0,024	105,81	
ФЛ-71-2-21	Чашка нижня 3	СЧ-25	4409	11,2	49377,59336		1	11,2	4409	0,024	105,81	
ФЛ-71-2-22	Бугель 3	СЧ-20	4409	11,4	50259,3361		1	11,4	4409	0,024	105,81	
ФЛ-71-2-23	Чашка верхня 3	СЧ-25	4409	12	52904,56432		1	12	4409	0,024	105,81	
ФЛ-71-2-24	Чашка нижня 4	СЧ-25	4409	12,6	55549,79253		1	12,6	4409	0,024	105,81	
ФЛ-71-2-25	Корпус вентиля 1	СЧ-20	4409	14,5	63926,34855		1	14,5	4409	0,024	105,81	
ФЛ-71-2-26	Корпус редуктора 1	СЧ-15	4409	15,2	67012,44813		1	15,2	4409	0,024	105,81	
ФЛ-71-2-27	Кришка редуктора 1	СЧ-15	4409	16,1	70980,29046		1	16,1	4409	0,024	105,81	
ФЛ-71-2-28	Корпус вентиля 2	СЧ-20	4409	18	79356,84647		1	18	4409	0,024	105,81	
ФЛ-71-2-29	Станина 1	СЧ-25	4409	18,4	81120,33195		1	18,4	4409	0,024	105,81	
ФЛ-71-2-30	Чашка верхня 4	СЧ-25	4409	19,1	84206,43154		1	19,1	4409	0,024	105,81	
ФЛ-71-2-31	Бугель 4	СЧ-20	4409	19,3	85088,17427		1	19,3	4409	0,024	105,81	
Всього									136670		3280,08	

Друга масова група більше 20кг

Зм
 .
 Ар
 к.
 №
 до
 ку
 м.
 Пі
 ді
 ус
 Да
 т

ФЛ-71-2-32	Корпус 1	СЧ-15	4409	68,4	121239,6266	800x600x 250/250	1	68,4	4409	0,144	634,85
ФЛ-71-2-33	Станина 2	СЧ-25	4409	28,6	126089,2116		1	28,6	4409	0,144	634,85
ФЛ-71-2-34	Кришка редуктора 2	СЧ-15	4409	31,1	137110,9959		1	31,1	4409	0,144	634,85
ФЛ-61-35	Станина 3	СЧ-25	4409	37,4	164885,8921		1	37,4	4409	0,144	634,85
ФЛ-61-36	Корпус редуктора 3	СЧ-15	4409	39,7	175025,9336		1	39,7	4409	0,144	634,85
ФЛ-61-37	Корпус вентиля 3	СЧ-20	4409	40	176348,5477		1	40	4409	0,144	634,85
ФЛ-61-38	Кришка редуктора 3	СЧ-15	4409	43,4	191338,1743		1	43,4	4409	0,144	634,85
ФЛ-61-39	Станина 4	СЧ-25	4409	49,8	219568,2		1	49,8	4409	0,144	634,90
ФЛ-61-40	Корпус редуктора 4	СЧ-15	4409	58,1	256146,2656		1	58,1	4409	0,144	634,85
ФЛ-61-41	Корпус вентиля 4	СЧ-20	4409	58,4	257468,8797		1	58,4	4409	0,144	634,85
ФЛ-61-42	Кришка редуктора 4	СЧ-15	4409	64,2	283039,4191		1	64,2	4409	0,144	634,85
Всього									48496		6983,44
Разом									185166		10263,53

Таблиця 3.2 Зведена кількість форм

Потоков лінія або дільниця	Група випусків за масою, кг	Внутрішній розмір опок(ЛЧВЧН), мм	Річний випуск		Середньогоди- нна кількість форм
			випусків, т	форм, шт	
1	До 20	400x200x150/150	1162	136670	15,8
2	Більше 20	800x600x250/250	1896	48496	5,6

Відповідно до даних внутрішніх розмірів опок було обрано струшувальні машини з допресовуванням без перевертання півформ таких моделей, як 265МЗ та 267М.

Кількість формувальних машин було розраховано за формулою:

$$N = V_p / (K \cdot \Phi_d \cdot q)$$

Де V_p – річна кількість форм на потоковій лінії, шт.; q – циклова продуктивність лінії, форм/год.;

K – коефіцієнт браку форм і виливків, $K = 0,96$.

Фонд часу для формувального обладнання:

- 1) Для машини 265МЗ приймаємо 1700 год, оскільки номенклатура для 1 потокової лінії більша, що призведе до більших втрат часу;
- 2) для машини 267М приймаємо 1800 год.

$$N = \frac{136670 \cdot 1,1}{17 \cdot 1700} = 5,2 \text{ шт}$$

$$N = \frac{48496 \cdot 1,1}{17 \cdot 1800} = 1,7 \text{ шт}$$

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						25
З М.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення формувального відділення достатньою кількістю форм було обрано 6 формувальних машин моделі 265М3 та 2 – 267М.

Розрахунок коефіцієнта завантаження відбувається за формулою:

$$K_3 = N / n$$

де K_3 – коефіцієнт завантаження;

N – розрахункова кількість машин; n – прийнята кількість машин.

Для 1 потокової лінії коефіцієнт завантаження становить:

$$K_3 = 5,2 / 6 = 0,87.$$

Для 2 потокової лінії коефіцієнт завантаження становить:

$$K_3 = 1,7 / 2 = 0,85.$$

Потокова лінія або	Найменування виправ у групі литва	Внутрішній розмір опок	Середньогодинна кількість форм, шт	Модель машини	Продуктивність	Кількість струшувальних машин		Коефіцієнт завантаже- ння
						розрахунок ова	прийнята	
1	До 20	400x200x150/150	15,8	265М3	17	5,2	6	0,79
2	Більше 20	800x600x250/250	5,6	267М	13	1,7	2	0,84

Розрахунок парку опок для формувального відділення було виконано за наведеною формулою в залежності від їхнього циклу обертання:

$$ПО = (1,25...1,30) \cdot N_f \cdot T,$$

де 1,25...1,30 – коефіцієнт, який враховує резерв і ремонт запасних опок;

N_f – кількість форм, яка виготовляється на лінії за одну годину;

T – цикл обертання опок, 3 год

$$ПО = 1,25 \cdot 17 \cdot 3 = 63,75$$

				ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
					26
Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо 64 пар опок: 64 опоки розмірами 400x200x150, 64 –
розмірами 400x200x150.

$$ПО=1,25 \cdot 13 \cdot 3=48,75$$

Приймаємо 49 пар опок: 49 опок розмірами 800x600x250мм.

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «КОРПУС»

4.1 Загальні характеристики деталі

Деталь «Корпус» виготовляється із сірого чавуну марки СЧ15, має масу 3,04 кг та габаритні розміри 200x90x95 мм .

За складністю конфігурації виливок відноситься до третьої групи, а саме до виливків середньої складності відкритої коробчастої або циліндричної форми. За масою деталь відноситься до першої групи – дрібні виливки, маса яких складає ≤ 100 кг. Маса виливка 39 кг. Виливок тонкостінний, переважна товщина стінок якого складає 10 мм.

Таблиця 4.1 Масова частка компонентів СЧ15:

Елемент	C,%	Si,%	Mn,%	P,%	S,%
Рекомендовано	3,5...3,7	2...2,4	0,5...0,8	<0.20	<0.15

Таблиця 4.2 Механічні властивості чавуну марки СЧ 15 ГОСТ 1412-70

Інд. поз.	Найменування параметра	Значення не менше
1	Межа міцності при розтягуванні, МПа	150
2	Твердість, НВ	163-229

4.1.2 Аналіз можливих способів виготовлення виливків

Спосіб виготовлення виливка визначався з урахуванням технічних умов: серійності виробництва, типу сплаву, розміру виливка. Це впливає на вартість модельного оснащення та форми.

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Разроб.	Буряк А.А				ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «КОРПУС»		Лит.	Аркуш	Аркушів
Перев.	Ямшинський М.М							28	
Н. Контр.							КПІ ім. І. Сікорського,		
Затв.									

У виробництві, як дрібносерійному, одиничному, так і серійному використовують процес лиття в піщані форми, а також спеціальні види лиття в оболонкові форми, відцентрове лиття, в кокіль і т.п.

Наш виливок відноситься до литва. Деталь виготовляється в серійному виробництві, заливання та складання форм здійснюється на ливарному конвеєрі. Обраний вид литва – лиття в піщано-глинясті суміші по-сирому.

З метою скорочення циклу виробництва, витрат на енергію та збільшення результативності праці під час виготовлення форм та вибивання виливків використовують сирі форми.

Струшувальні машини використовують для виготовлення ливаної форми. Піскодувні стрижневі машини для виготовлення стрижнів. А на ливарному конвеєрі здійснюється складання та заливання форм.

4.1.3 Вибір положення форми та площини рознімання

Згідно з даними ГОСТ 3.1125-88 було обрано положення виливка під час заливання форми та вибору площини форми:

- пласкі поверхні великої протяжності, робочі частини, місця, що підлягають механічному обробленню за можливістю варто розмістити в нижній півформі;
- виливки, що мають внутрішні порожнини, які виконуються за допомогою стрижнів, вибране положення повинно забезпечити надійність кріплення стрижнів, а також можливість контролю розмірів порожнини форми при збиранні;
- вибрати найбільш доречне положення виливка для забезпечення зручного транспортування металу в форму, а також її повноцінне заповнення;
- використання мінімальної кількості рознімів (за можливістю один горизонтальний);

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- забезпечення легкого вилучення моделі при обраній площини розніму без використання відокремлюваних частин;

Оскільки основна частина виливка має просту геометричну форму (коробчасте тіло), розмістити його горизонтально основною частиною в нижній півформі. Таке положення зручне для здійснення процесу формування, безперешкодного вилучення моделі з форми. Виливок розташований у верхній півформі. Підведення металу до виливка відбувається сифонним методом.

4.1.4 Усадка металу виливка

Усадка виливка (зміна об'єму та лінійних розмірів) відбувається на всіх стадіях розроблення виливка з 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.

Відповідно до літературних даних ливарна усадка, чавунного сплаву марки СЧ-15 (ГОСТ 1412-85), становить $y = 0,8...1,0 \%$ [1].

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.1.5 Припуски на механічне оброблення поверхонь виливка

З метою забезпечення необхідної шорсткості робочих поверхонь, доведення основних контрольованих розмірів до номінальних, виправлення дефектів форм та розміщення, враховуючи вимоги, які ставляться до виливка та особливості способу лиття, припуски на механічне оброблення відповідно до ГОСТ 26645-85 наведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 Припуски на механічне оброблення поверхонь виливка за ГОСТ 26645-85

Вихідні дані			
Найменування деталі		Корпус редуктора	
Маса деталі, кг		3,04	
Габаритні розміри деталі, мм		200x90x95	
Матеріал		СЧ 15	
Спосіб лиття		Лиття в сирі піщано-глинясті форми	
Твердість форми після ущільнення , спосіб формоутворення		Формування на струшувальній машині 268	
Точності виливка за ГОСТ 26645-85			
Клас розмірної точності виливка		8	
Ступінь жолоблення виливка		10	
Ступінь точності поверхонь		12	
Клас точності маси виливка		8	
Ряд припусків		2	
Номінальні розміри, мм			
175	Ø70	63	Ø34
Допуски розмірів виливка, мм			
2,0	1,2	0,9	1,4
Допуски форми та розміщення елементів виливка, мм			
2,4	1,0	1,0	1,0
Загальний допуск елемента виливка, мм			
4	3	2	3,2
Вид кінцевого механічного оброблення - чорнове			
Загальний припуск на сторону, мм			
2,6	2,1	1,2	1,6

4.1.6 Конфігурація, розміри стрижнів і стрижневих знаків

Задля формування порожнини виливка та частини поверхні крила, було використано внутрішній та зовнішній стрижні. За допомогою стрижневих знаків здійснено фіксацію та встановлення піщаного стрижня. Конфігурація та розміри стрижневих знаків визначаються розмірами виливка та конфігурацією отворів, які оформлюються стрижнями. Вибір стрижневих знаків здійснюється залежно від розмірів стрижня та виливка відповідно до вимог ГОСТ 3212-92.

Було застосовано вертикальні стрижні для виконання внутрішньої порожнини та частини зовнішньої поверхні крила. В залежності від розміщення стрижня та його довжини було обрано розміри знакових частин відносно площини розніму в формі. Формувальні ухили були показані на технологічному кресленнику «Корпус» та в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 - Формувальні ухили та технологічні зазори

Позначка стрижня	Висота стрижня, мм	Габарит стрижня (A+B)/2, мм	Розмір знака, мм	Зазор (h_1) $S_1=S_2$, мм	Кут α
			H		
Ст. №1	95	27,5	30 (висота)	1,0	7°
Ст. №2	30	75	15 (довжина, висота)	0,5	10°
Ст. №3,4	95		15(висота)	1,0	7°

За масштабом креслення було зображено стрижні та їхні знаки суцільною тонкою синьою лінією. Стрижні в розрізі штрихуються біля контурних ліній, довжина штрихових ліній 3...30 мм. Напрямок ущільнення стрижнів позначено стрілками, літерам ВГ позначено місця виведення газів згідно з ГОСТ 3.1125-88.

4.2 Вибір типу та розрахунок розмірів опоки

4.2.1 Розрахунок розмірів опоки

Пристрій, який слугує для утримання формувальної суміші, надання деталіміцності та жорсткості, виконанню під'ємно-транспортних операцій називається опокою. Точність розмірів виливків на виробництві, здатність крупних форм витримувати без руйнувань та деформацій значні напруження, що можуть виникнути під час їхнього виготовлення, не можуть бути сформовані за відсутності якісних, взаємозамінних і міцних конструкцій.

Складовими опоки є рамки, ребра жорсткості, елементи транспортування, елементи кріплення та центрування.

Відповідно до розрахунків було визначено розміри опоки, включно з розміщенням виливка у формі, розміщенням ливникової системи та існуючих нормативних відстаней між виливками, й виливками до стінки опоки, необхідного шару суміші над і під виливком.

Однією із основних задач при виборі розмірів опоки є максимальне зниження витрат формувальної суміші. Було зроблено попередній розрахунок розмірів опоки.

Довжина опоки:

$$L = a + l + g + e + a, \text{ мм}$$

де L – розрахункова довжина опоки, мм;

l – довжина виливка, мм;

a – відстань від стінок опоки до виливка, мм.

g – ширина шлаковловлювача, мм; $g = 30 \text{ мм}$;

e – довжина живильників, мм; $e = 60 \text{ мм}$

$$L = 60 + 200 + 30 + 60 = 350 \text{ мм}$$

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Ширина опоки:

$$B = a + A + a \quad (4.2)$$

де B – розрахункова ширина опоки, мм;

A – ширина виливка, мм;

a – відстань від стінок опоки до виливка, мм.

$$B = 60 + 90 \cdot 2 + 60 = 300 \text{ мм};$$

Розроховуємо висоту верхньої опоки:

$$H_{\text{вер.оп.}} = H_{\text{вер.мод.}} + z \quad (4.3)$$

де $H_{\text{вер.мод.}}$ – частина моделі, яка знаходиться в верхній опоці, мм;

z – відстань від верха опоки до верха моделі, мм;

$$H_{\text{вер.оп.}} = 47,5 + 70 = 117,5 \text{ мм};$$

Розраховані розміри опок:

$$350 \times 300; \times \frac{117}{117}$$

За ГОСТ 15004-69 обираємо опоки, що мають найближчі розміри:

$$400 \times 300 \times \frac{125}{125}$$

Опока 0272-0008 ГОСТ 14996-69.

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2.2. Характеристика вибраних опок

Розрізняють такі види опок: прямокутні, круглі та квадратні. Вони можуть бути литі, зварні, ті, що збираються за допомогою болтів, а також комбіновані.

Для отриманої деталі було використано опоки прямокутної форми з розмірами, котрі зазначені вище. Опоки, котрі використовуються в автоматичних і автоматизованих лініях, мають мати жорстку конструкцію і відповідні розміри (внутрішніх і зовнішніх порожнин), вдало оброблені базові площини, центрувальний пристрій для збирання двох напівформ. Задля цілісної взаємозамінності верхньої і нижньої опок використовують симетричні опоки.

4.3 Розрахунок ливникової системи

4.3.1 Обґрунтування конструкції ливникової системи та місця підведення металу в форму

Ливникова система – це сукупність каналів, по яким до форми транспортується розтоплений метал, і канал для прийому металу. Ливникова система необхідна для:

- забезпечення безупинного та рівномірного транспортування металу в форму;
- передбачення живлення виливка рідким металом під час його усадки й затвердіння;
- затримання проникнення піску, шлаків або будь-яких інших неметалевих включень у порожнину форми.

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Раціональна конструкція виливка є одним із найбільш важливих умов для отримання якісного продукту лиття. Шляхом врахування товщини стінок, маси та розмірів виливка нами було обрано бокову ливникову систему закритого типу, яку використовують саме для чавунних виливків.

Площа перерізу живильників на один виливок складає:

$$\Sigma F_{жив^1в} = \frac{Q_в}{\mu \tau 0,31 H_p}, \quad (4.3.1)$$

де $Q_в = 1,25 \cdot n \cdot Q_{дет} = 1,25 \cdot 3,04 \cdot 2 = 7,6$ кг – маса виливка;

$\mu = 0,42$ – коефіцієнт втрати напору;

τ – тривалість заливання, с.

Оскільки $Q_в < 450$ кг, то тривалість заливання форми розраховуємо за формулою:

$$\tau = S^3 Q_в, \quad (4.3.2)$$

де $S = 1,35$;

$$\tau = 1,35^3 \cdot 7,6 = 3,43 \text{ с};$$

H_p - розрахунковий металостатичний напір, см.

$$H_p = H_0 - \frac{P^2}{2C} \quad (4.3.3)$$

де $H_0 = 25$ - відстань від рівня введення в порожнину ливарної форми до рівня металу, см;

$P = 0$ – висота частини виливка в верхній півформі, см

$C = 95$ – висота виливка в положенні при заливанні, см.

$$H_p = 25 - \frac{0^2}{2 \cdot 95} = 25 \text{ см}$$

Отримаємо значення площі перерізу живильників:

$$\Sigma F_{жив^1в} = \frac{7,6}{0,31 \cdot 3,43 \cdot 0,42 \cdot 25} = 1,52 \text{ см}^2$$

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Співвідношення елементів ливникової системи:

$$\Sigma F_{жив} : \Sigma F_{шл} : \Sigma F_{ст} = 1 : 1,06 : 1,1 \quad (4.3.4)$$

де $F_{жив} = 1,5$ - перетин живильника, $см^2$

Тоді сумарний перетин елементів складає:

$$\Sigma F_{шл} = 1,06 \cdot 1,52 = 1,61 \text{ см}^2$$

$$\Sigma F_{ст} = 1,1 \cdot 1,52 = 1,67 \text{ см}^2$$

Ширина живильника:

$$b_{жив} = \frac{F_{жив}}{h_{жив}} \quad (4.3.5)$$

$$b_{жив} = \frac{150}{24} = 6,25 \text{ мм}$$

$$b_1 = 30 \text{ мм}, b_2 = 20 \text{ мм}$$

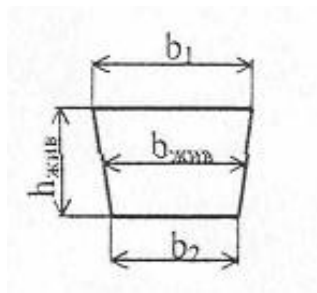


Рис. 3.1 – Живильник

Було прийнято шлаковловлювач трапецієвидної форми з відповідними лінійними розмірами:

$$F_{шл} = h_{шл} b_{шл} \quad (4.3.6)$$

$$h_{шл} = (2..3) h_{жив} \quad (4.3.7)$$

$$h_{шл} = 12,5 \text{ мм} \quad b_{шл} = 6,25 \text{ мм}$$

$$b_1 = 5 \text{ мм} \quad b_2 = 7,5 \text{ мм}$$

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						37
З м .	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стояк має круглий переріз і виконується конусним з ухилом 3...5°:

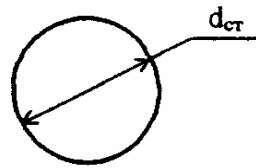


Рис 4.3.2 – Стояк

Діаметр стояка:

$$d_{cm} = \sqrt{\frac{4F_{cm}}{\pi}} \quad (4.3.8)$$

$$d_{cm} = \frac{4 \cdot 1,67}{3,14} = 1,5 \text{ см} = 15 \text{ мм}$$

4.5 Формувальні та стрижневі суміші

4.5.1. Пояснення вибору складу сумішей

Задля виготовлення виливків деталей та їхніх елементів на ливарних підприємствах використовують разові ливарні форми. Згідно з умовами технологій ливарного процесу, для виготовлення ливарних форм використовують спеціальні суміші для лиття, які є поєднанням високовогнетривких речовин (азбест, шамот) з піщано-глинистими складовими.

Компоненти, що входять до складів для лиття, можуть бути як природного, тобто натуральні, так і штучного походження, тобто синтетичні. У результаті змішування складників формувальних сумішей в необхідних пропорціях, готові склади мають задалегідь задані властивості та необхідну податливість, вогнетривкість, міцність тощо.

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

4.5.2 Рецептатура та властивості суміші

Склад формувальної та стрижневої сумішей було визначено за видом сплаву ста способом його формування. Для виготовлення стрижнів було застосовано хімічнотвердну суміш, для створення форм – формувальні суміші по-сирому. Склад та властивості вибраних сумішей було внесено в табл. 4.4.1 та 4.4.2.

Таблиця 4.5.1– Властивості та склад суміші для формування по-сирому

Вид суміші	Склад суміші, мас.%						Властивості		
	оборотна суміш	кварцовий пісок		каолінова глина	Л С Т	Кам'яновугільн	газопроникність, од	міцність при стиску, МПа	вологість, %
		кількість	зернов а група, мм						
Єдина для машинного формування	80...88	9,5...16,5	0,25	2...3	0,5	1,0	100...120	0,04...0,06	4...4,5

З метою формування вищої термічної стійкості та задля багаторазового використання було використано каолінову глину.

					ФЛ611.61301.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Таблиця 4.4.2 – Склад і властивості ХТС (смоли)

Склад ХТС, мас.			Властивості			
Марка смоли	Вміст смоли у суміші, мас. част.	Затверджувач Н ₃ Р ₀ ₄	Живучість, хв.	Міцність при розриванні через 1 год. МПа	Міцність при розриванні через 24год.	Час твердіння, хв.
БС-40	1,8...2,0	0,6...0,8	5...10	0,15...0,20	0,8...1,0	До 40

Відповідно до ГОСТ 2138-91 було обрано кварцовий пісок, котрий було використано для стрижневої та формувальної сумішей в якості наповнювача.

4.5.3 Методи запобігання утворення пригару

Нами було використано протипригарну самовисихаючу фарбу з метою запобігання утворення пригару (табл.4.3), та пофарбовано лише стрижень, оскільки форма є сирою, а в суміш вводиться протипригарна добавка (табл.4.1).

Таблиця 4.5.3 – Властивості та склад протипригарної фарби

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

				ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

4.5.4 Технологія приготування сумішей та фарб

Існують такі головні правила технології приготування сумішей та фарб: перемішування компонентів до їхнього повного розподілу та покриття поверхонь вилівка зв'язуючим компонентом.

Наприклад, у коткових змішувачах безперервної дії здійснюється приготування піщано-глиняних сумішей. У лопатевих змішувачах безперервної дії – виготовлення ХТС.

Приготування сумішей складається з таких етапів:

- вираховування дозування всіх компонентів;
- завантажування їх у змішувачі (ці відбувається у певній послідовності: спочатку сухі компоненти, потім вода);
- перемішування компонентів для забезпечення однорідності та заданих властивостей готових сумішей.

Перш за все, готують речовину, яка складається з розчину зв'язувального компонента, суспензувальних та інших речовин, котрі утворюють колоїдний розчин. Вміст розчинника в речовині на 20...30% менший від необхідної для одержання кількості суспензії із заданою густиною. Фарбозмішувач використовують механічний. Його частота обертання складає 120 обертів на хв.

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.6 Характеристика модельного комплекту

4.6.1 Пояснення вибору матеріалу

Нами було використано алюмінієвий сплав АК12 ГОСТ 1583-93 з шостим класом точності. Серед переваг над дерев'яним варто виділити вищу точність, сталість розмірів, гладку робочу поверхню, відсутність деформації під час зберігання.

4.6.2 Склад модельного комплекту

Модельний комплекс складається з:

- 1) модельної плити-2 шт.
- 2) моделі вилівка (роз'ємної)-2 шт
- 3) моделі елементів ливникової системи : 4 живильників, 1 шлаковловлювач, 1 стояк;
- 4) стрижневий ящик - 4 шт.

4.6.3 Конструкційні моделі, їхні особливості

Модель є роз'ємною. Товщина стінки складає 10мм, що сформовано з метою економії матеріалу ГОСТ 21079-75. Ребра з товщиною 8 мм у порожнині виконуються для жорсткості моделі ГОСТ 21079-75.

Стрижневий ящик є роз'ємним. Він виготовляється з 2 частин. Робочі розміри ящика складають 200x90x95. Його було скріплено гвинтами та відцентровано штирями.

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Стрижневі знаки моделі були реалізовані за розмірами, вказаними в табл. 1.5 з дотриманням вимог ГОСТ 3212-92.

Готову модель було пофарбовано відповідно до ГОСТ 3212-92. Розміри моделей вилівка розраховано за формулою:

$$\alpha = l_p * (1 + Y/100), \quad (5.1)$$

де l_p – розмір деталі, мм

Y – усадка вилівка, %

$$\alpha_1 = 95 * (1 + 0,8/100) = 96 \text{ мм}$$

$$\alpha_2 = 90 * (1 + 0,8/100) = 91 \text{ мм}$$

$$\alpha_3 = 200 * (1 + 0,8/100) = 202 \text{ мм}$$

Кріплення моделей на модельній плиті здійснено 14-ма болтами М8, центрування моделей на модельній плиті здійснено за допомогою 6 штифтів.

4.6.6 Знаки, галтелі, колір фарбування, марка фарб

Галтелі для моделей мають радіус 8...10 мм, для стрижневих ящиків радіус складає 4...5 мм.

Стрижневі знаки на моделі були виконані відповідно до ГОСТ 3212-92 так, як показано на кресленні 1. Приготовлені моделі було пофарбовано згідно з ГОСТ 3212-92:

- модельний комплект, що використовувався для виготовлення вилівок з чавуну – у червоний колір .

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

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

4.7 Опис технології виготовлення виливка

4.7.1 Порядок виконання операцій при формуванні, складанні заливани та вибивання форми

Наш виливок відноситься до середнього литва, тому форми найбільш раціонально виготовляти на струшувальній формувальній машині з допресуванням і без перевертання півформ.

Послідовність виготовлення та заливання форм є такою:

- модельні плити із закріпленими на них моделями виливків та елементів ливникової системи встановлюють на плиту формувальної машини;
- встановлюють опоки, центрують та фіксують відносно модельних плит;
- поверхню моделей та плит покривають розділовим покриттям;
- опоки заповнюються ПГС;
- вмикають режим струшування, відбувається ущільнення суміші;
- підводять пресову траверсу в робочий стан;
- здійснюють допресування верхніх шарів півформи;
- надлишок суміші зрізають;
- для вилучення моделей піднімають штифти;
- витягують моделі та повертають штивти та траверси у вихідний стан;
- верхню півформу кантують;
- транспортують півформи на ділянку складання форм;
- проставляють у нижню півформу стрижні;
- встановлюють напрямівні і центрувальні штирі;
- накривають нижню півформу верхньою;
- скріплюють півформи скобами;
- встановлюють на форму випори;
- транспортують форму на ділянку заливання;
- заливають форму чавуном марки СЧ15 з ковша з носиком;

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- охолоджують залиті форми на дільниці охолодження до температури вилівка ≈ 400 °С;
- вибивають форми на інерційній вибивній гратці на дільниці вибивання.

4.7.2 Устаткування та інструменти

У процесі виготовлення форм та стрижнів використовується таке устаткування: струшувальні формувальні машини з допресуванням і без перевертання півформ типу 267М для виготовлення форм, піскодувна стрижнева машина моделі 91285 для виготовлення стрижнів, лопатевий змішувач безперервної дії 19611 для приготування стрижневої суміші, фарбозмішувач для приготування протипригарної фарби, вибивна решітка моделі 31213.

4.7.3 Технологія виготовлення стрижнів

Для повного відтворення внутрішньої та зовнішньої конфігурації вилівка було використано два стрижні.

Стрижневий ящик виконано з алюмінієвого сплаву. Ящик є роз'ємним (з горизонтальним плоским роз'ємом з двох половинок), за допомогою нього було виготовлено стрижень.

Каркас було виконано дротовим сталевим, відповідно до конфігурації стрижня. Послідовність виготовлення є такою:

- робочі поверхні стрижневого ящика покривають розділовим покриттям;
- встановлюється каркас;
- половинки стрижневого ящика скріплюють;
- заповнюють стрижневий ящик стрижневою сумішшю;
- витримують стрижень 30...40 хв в стрижневому ящику для твердіння суміші;

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- розкривають стрижневий ящик та виймають стрижень;
- фарбують стрижень протипригарною фарбою;
- витримують стрижень протягом години для висихання фарби;
- готовий стрижень транспортують на дільницю складання форм.

4.7.4 Фінальні операції

Після видалення з ливарних форм виливки охолоджують, а згодом їх транспортують у відділення фінішних операцій, де надають їм належного товарного вигляду.

Елементи ливникової системи від виливків відбивають кувалдою. Дробометальні камери використовують для видалення стрижнів та очищення виливків. Воно виконується потоком чавунного або сталевого дробу, що спрямовується на поверхню виливка спеціальними апаратами. Висока продуктивність і якість очищення виливків досягається високою швидкістю потоку дробу (70...80 м/с), що створюється робочим колесом ротора, швидкість обертання якого складає близько 2500 хв⁻¹.

Обрубубвання виливків виконують пневматичними молотками із зубилами таповітряно-дуговим різанням.

Термічне оброблення виливків із сірого чавуну, марки СЧ20, є економічно не вигідним, через малу міцність даної марки чавуну. Інколи для зняття внутрішніх напружень у виливках складної конфігурації із сірого чавуну використовують штучне, частіше природне, старіння, а іноді – низькотемпературний відпал 500...600 °С для зняття внутрішніх напружень протягом 2...4 год., нагріванням зі швидкістю 70...100 °С/год., охолодженням зі швидкістю 20...50°С/год. до 250°С із подальшим охолодженням на повітрі. Відповідно, у нашому випадку, термічне оброблення є необхідним, оскільки виливок тонкостінний, із стрижнями, і є великі залишкові напруження.

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наступною операцією є контроль якості виливків, що складається з двох етапів – проміжного та остаточного. Проміжний етап відбувається у процесі очищення, обрубкування і зачищення виливків для вилучення із технологічного потоку бракованих і дефектних виливків до термічного оброблення, а остаточний – для приймання виливків, що пройшли повний цикл оброблення. Після виконання цих операцій виливки транспортують на склад готової продукції.

4.7.5 Можливі дефекти виливка

До можливих дефектів виливка можуть відноситись дефекти (табл 4.7.1):

Таблиця 4.7.1 – Можливі дефекти виливка

Дефект	Причина	Заходи щодо попередження
Невідповідність геометрії		
Стрижневий перекіс	Перекіс стрижня під час проставлення його у форму	Рівномірне опускання стрижня у знакові частини
Дефекти поверхні		
Пригар	Фізична та хімічна взаємодія матеріалу форми з металом виливка	Застосування протипригарних фарб
Несуцільності у тілі виливка		
Газова раковина	Мала газопроникність форми	Збільшити кількість газовивідних каналів
Жолоблення	Значні залишкові напруження при охолодженні через нерівномірність охолодження	Збільшити податливість форми, підвищити технологічну дисципліну

РОЗДІЛ 5 ТЕХНОЛОГІЧНЕ УСТАТКОВАННЯ

5.1 Призначення та область використання машини

Формувальні машини без обертання напівформ створені з метою формування верхніх і нижніх півформ, котрі перевертаються допоміжними пристроями. Ущільнення машинами формувальної суміші в опоках здійснюється струшуванням з допресуванням.

Струшувальні формувальні машини застосовуються в ливарних цехах середнього та дрібносерійного виробництва, де їх застосування є економічно доцільним [1].

При ущільненні суміші в опоці на струшувальній формувальній машині, стіл машини з опокою піднімається на висоту 30...120 мм і, падаючи з цієї висоти, вдаряється об фланець. Ущільнення суміші в опоці проходить при ударі стола піддією сил інерції суміші. Знімання опок проводиться за допомогою протяжної рамки[4].

Вихідними даними при проектуванні формувальної машини є вантажопідйомність, а саме сумарна маса опоки, модельного оснащення і суміші, та розміри опоки. Задля визначення необхідних для проектування даних проводять розрахунки, що полягають у визначенні основних конструктивних параметрів струшувального механізму машини, в перевірці міцності її навантажених деталей (стійок, струшувальних столів, струшувальних поршнів, деталей механізмів повороту).

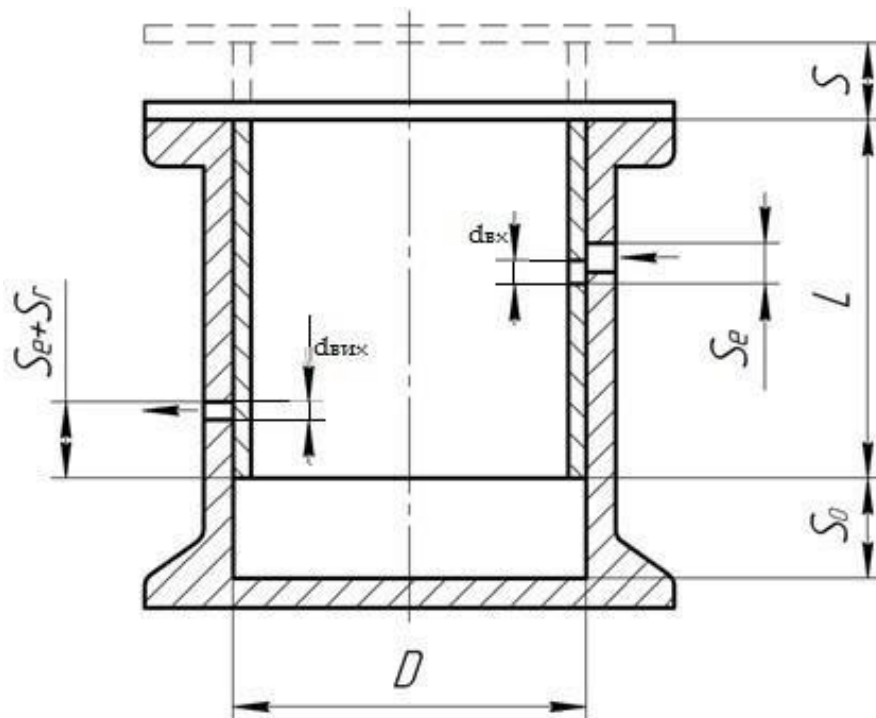
5.2 Розрахунок основних конструктивних параметрів

Вихідні дані:

– розміри опоки у просвіті: $A \times B \times H = 400 \times 300 \times 125$ мм;

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.		Дата				
Розроб.	Буряк				ТЕХНОЛОГІЧНЕ УСТАТКОВАННЯ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Ямшинський						48	
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського ІФФ		
Н. Контр.	.							
Затверд.								

- середній ступінь ущільнення суміші: $\delta=1700 \text{ кг/м}^3$;
- тиск повітря в мережі: $P_0=5 \text{ кг/см}^2$.



S – висота підйому поршня, см; S_0 – висота шкідливого простору, см; S_e – шлях наповнення, см; S_r – шлях розширення, см; L – довжина поршня, см; D – діаметр поршня, см; $d_{вх}$ – діаметр впускного отвору, мм; $d_{вих}$ – діаметр вихлопного отвору, мм

Рисунок 5.1 – Розрахункова схема струшувальної машини

5.2.1 Визначення маси корисного навантаження

Масу корисного навантаження біло визначено за формулою:

$$Q_1=Q_{оп}+Q_{ст}+Q_{підм}+Q_{мод}, \quad (5.1)$$

де Q_1 – маса корисного навантаження, кг;

$Q_{оп}$ – маса опоки, кг;

$Q_{ст}$ – маса суміші, кг;

$Q_{підм}$ – маса підмодельної плити, кг;

$Q_{мод}$ – маса модельного оснащення, кг.

Відповідно ГОСТ 14979-69– $Q_{оп} = 45$ кг.

Масу суміші $Q_{ст}$ визначаємо за формулою:

$$Q_{ст} = V_{оп} \cdot \delta = A \times B \times H \cdot \delta, \quad (5.2)$$

де $V_{оп}$ – об'єм опоки, m^3 ;

δ – ступінь ущільнення суміші, $кг/m^3$;

$A \times B \times H$ – розмір опоки у просвіті, м.

Підставивши дані у формулу (5.2), отримуємо:

$$Q_{ст} = 0.4 \cdot 0.3 \cdot 0.12 \cdot 1200 = 17,2 \text{ кг.}$$

Відповідно до ГОСТ 20112-74: $Q_{підм} = 55$ кг.

Масу модельного оснащення приймемо 30 кг.

Підставивши дані у формулу (5.1), отримуємо:

$$Q_1 = 45 + 17,2 + 55 + 30 = 147 \text{ кг}$$

5.2.2 Визначення маси рухомих частин машини

Масу рухомих частин машини визначаємо за формулою:

$$Q_2 = k \cdot Q_1, \quad (5.3)$$

де Q_2 – маса рухомих частин машини, кг;

k – коефіцієнт, який залежить від маси корисного навантаження.

Приймаємо: $k=1,25$;

Q_1 – маса корисного навантаження машини, кг.

Підставивши дані в формулу (5.3), отримуємо:

$$Q_2 = 1,25 \cdot 147 = 184 \text{ кг.}$$

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

5.2.3 Визначення загальної вантажопідйомності струшувального механізму

Загальну вантажопідйомність струшувального механізму визначаємо за формулою:

$$Q = Q_1 + Q_2, \quad (5.4)$$

де Q – загальна вантажопідйомність струшувального механізму, кг;

Q_1 – маса корисного навантаження машини, кг;

Q_2 – маса рухомих частин машини, кг.

Підставивши дані в формулу (5.4), отримуємо:

$$Q = 147 + 184 = 331 \text{ кг.}$$

5.2.4 Визначення сили тертя при переміщенні поршня

Силу тертя при переміщенні поршня визначаємо за формулою:

$$R = k_1 \cdot Q, \quad (5.5)$$

де R – сила тертя при переміщенні поршня, кг;

k_1 – коефіцієнт, який залежить від вантажопідйомності;

$k_1 = 0,15 \dots 0,25$; приймаємо $k_1 = 0,20$;

Q – загальна вантажопідйомність струшувального механізму, кг.

Підставивши дані в формулу (5.5), отримуємо:

$$R = 0,20 \cdot 331 = 66,2 \text{ кг.}$$

5.2.5 Визначення площі струшувального поршня

Площу струшувального поршня визначаємо за формулою:

$$F = \frac{Q+R}{P_0-1} \quad (5.6)$$

де F – площа струшувального поршня, см^2 ;

Q – загальна вантажопідйомність струшувального механізму, кг;

R – сила тертя при переміщенні поршня, кг;

P_0 – тиск повітря в мережі, $\text{кг}\backslash\text{см}^2$. Підставивши

дані у формулу (5.6), отримуємо:

$$F = \frac{331+66,2}{5-1} = 99,3$$

З урахуванням можливих витікань повітря, площа поршня приймається на 5...10% більша, ніж розрахункова:

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$F= 100$$

5.2.6 Визначення діаметра струшувального поршня

Діаметр струшувального поршня визначаємо за формулою:

$$D=\sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}}, \quad (5.7)$$

де D – діаметр поршня, см;

F – площа круга .

Підставивши дані у формулу (5.7), отримуємо:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 100}{3.14}} = 11.2 \text{ см} \approx 11 \text{ см} = 110 \text{ мм.}$$

5.3 Індикаторна діаграма струшувального механізму

Індикаторна діаграма – це графік залежності зміни тиску повітря у струшувальному механізмі від висоти підйому стола (рис. 5.2).

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

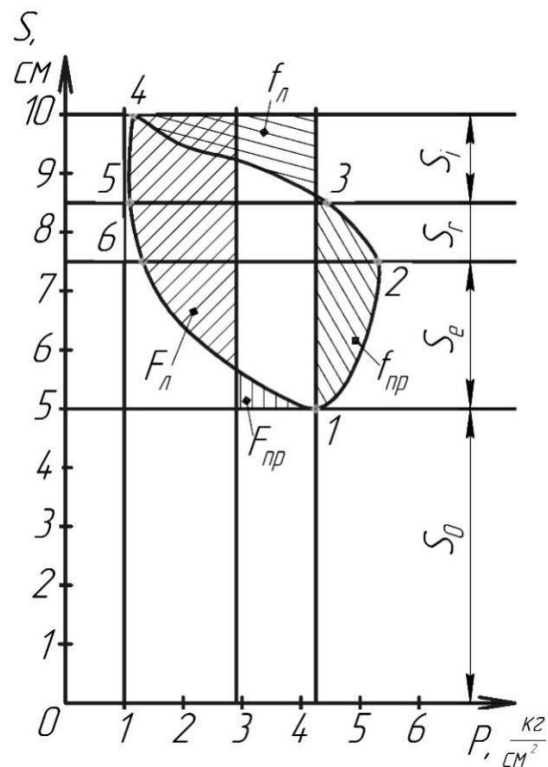


Рисунок 5.2 – Індикаторна діаграма струшувального механізму

5.3.1 Визначення висоти підйому стола

Задаємося висотою підйому стола.

Згідно рекомендацій [1], висота підйому становить:

$$S = 4...12 \text{ см.}$$

Приймаємо значення: $S = 8 \text{ см.}$

5.3.2 Координати точки 1 (початок руху поршня вгору)

Для визначення тиску використовують формулу:

$$P_1 = 1 + \frac{Q+R}{F}, \quad (5.8)$$

де P_1 – тиск навантаження в точці 1, кг/см²;

Q – маса загального навантаження, кг;

R – сила тертя, кг;

F – площа поршня, .

Підставивши дані у формулу (5.8), отримуємо:

$$P_2 = 1 + \frac{331+66,2}{100} = 4,97 \text{ кг/см}^2$$

Висоту підйому поршня в момент початку руху S_1 визначаємо залежно від висоти S_0 шкідливого простору: $S_1 = S_0$.

Для струшувальних механізмів значення S_0 вибирають у межах $(0,75 \dots 1,0) \cdot S$. Приймаємо $S_0 = 1 \cdot S = 8 \text{ см}$.

5.3.3 Координати точки 2 (момент закриття впускного отвору)

Згідно з рекомендаціями Аксьонова [2], тиск P_2 визначаємо за формулою:

$$P_2 = P_1 + 1, \quad (5.9)$$

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

де P_2 – тиск у точці 2, кг/см^2

P_1 – тиск навантаження у
точці 1, кг/см^2 .

Підставивши дані у формулу (5.9), отримуємо:

$$P_2 = 4,97 + 1 = 5,97 \\ \text{кг/см}^2.$$

Висоту підйому поршня в момент відсікання повітря S_2 визначаємо за формулою:

$$S_2 = S_0 + S_e, \quad (5.10)$$

де S_2 – висота підйому в момент відсікання, см;

S_0 – висота шкідливого підйому, см;

S_e - висота шляху наповнення, см.

Шлях наповнення за рекомендаціями [1], визначається наступним чином:

$S_e = (0,4 \dots 0,5) \cdot S$. Приймаємо $S_e = 0,5 \cdot 8 = 4$ см.

Підставивши дані у формулу (5.10), отримуємо:

$$S_2 = 8 + 4 = 12 \text{ см.}$$

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

5.3.4 Координати точки 3 (момент відкриття вихлопного отвору)

Висоту підйому поршня в момент відкриття вихлопного отвору S_3 визначаємо за формулою:

$$S_3 = S_0 + S_e + S_r, \quad (5.11)$$

де S_0 – висота шкідливого простору, см

S_e – шлях наповнення, см.

S_r – шлях розширення, см.

$$S_r = (0,2 \dots 0,4) \cdot S_e, \quad (5.12)$$

де S_r – шлях розширення, см; S_e –

шлях наповнення, см.

Підставивши дані у формулу (5.12), отримуємо:

$$S_r = 0,3 \cdot 4 = 1,2 \text{ см.}$$

Підставивши дані у формулу (5.11), отримуємо:

$$S_3 = 8 + 4 + 1,2 = 13,2 \text{ см.}$$

Тиск повітря у кінці розширення P_3 визначаємо за формулою:

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

$$P_3 = P_2 \cdot \left(\frac{S_0 + S_e}{S_0 + S_E + S_r} \right)^k \quad (5.13)$$

де P_3 – тиск у точці 3, кг/см²;

P_2 – тиск у точці 2, кг/см²;

S_0 – висота шкідливого підйому, см; S_e –

шлях наповнення, см;

S_r – шлях розширення, см;

K – показник адіабати, $k=1,41$

Підставивши дані у формулу (5.13), отримуємо:

$$P_3 = 5,97 \cdot \left(\frac{8+4}{8+4+1,2} \right)^{1,41} = 5,21 \text{ кг/см}^2$$

5.3.5 Координати точки 4 (найвище підняття поршня)

Максимальну висоту підйому поршня S_4 визначаємо за формулою:

$$S_4 = S_0 + S_e + S_r + S_L = S_0 + S, \quad (5.14)$$

де S_0 – висота шкідливого простору, см; S_e –

шлях наповнення, см;

S_r – шлях розширення, см;

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

S_L - шлях руху за інерцією, см.

Підставивши дані у формулу (5.14), отримуємо:

$$S_4 = 8 + 8 = 16 \text{ см.}$$

За рекомендаціями Аксьонова [1], тиск у точці 4: $P_4 = 1 + 0,2 = 1,2 \text{ кг/см}^2$

5.3.6 Координати точки 5 (момент закриття вихлопного отвору)

Згідно з рекомендаціями [1], тиск P_5 визначаємо так:

$$P_5 = 1 + (0,1 \dots 0,15) = 1,15 \text{ кг/см}^2 \quad .$$

Висоту підйому поршня в момент закриття вихлопного отвору S_5 визначаємо:

$$S_5 = S_3 = 13,2 \text{ см.}$$

5.3.7 Координати точки 6 (момент відкриття впускного отвору)

Висоту підйому поршня в момент відкриття впускного отвору S_6 визначаємо за формулою:

$$S_6 = S_2 = S_0 + S_e, \quad (5.15)$$

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

де S_6 – висота підйому в точці 6, см;

S_0 – висота шкідливого простору, см;

S_e – шлях наповнення, см.

Підставивши дані у формулу (5.15), отримуємо:

$$S_6=8+4=12 \text{ см.}$$

Тиск повітря в момент відкриття впускного отвору P_6 визначаємо за формулою:

$$P_6 = P_5 \cdot \left(\frac{S_r + S_0 + S_e}{S_0 + S_e} \right)^K \quad (5.16)$$

де P_6 – тиск у точці 6, кг/см² ;

P_5 – тиск у точці 5, кг/см²

S_0 – висота шкідливого простору, см;

S_e – шлях наповнення, см;

S_r – шлях розширення, см;

K – показник адіабати.

Підставивши дані у формулу (5.16), отримуємо:

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

$$P_6 = 1,15 \cdot \left(\frac{8+4+1,2}{8+4} \right)^{1,41} = 1,31 \text{ кг/см}^2.$$

5.3.8. Визначення положення лінії Е та питомої енергії удару

Значення тиску на лінії Е визначається за формулою:

$$P_1 = 1 + \frac{Q-R}{F}, \quad (5.17)$$

де P_1 – тиск навантаження у точці 1, кг/см²;

Q – маса загального навантаження, кг;

R – сила тертя, кг;

F – площа поршня, см².

Підставивши дані у формулу (5.17), отримуємо:

$$P_1 = 1 + \frac{331-66,2}{100} = 3,64 \text{ кг/см}^2.$$

Питому енергію удару визначаємо за формулою:

$$e = F_{л} - F_{пр}, \quad (5.18)$$

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

де e – питома енергія удару, $\frac{\text{кг}\cdot\text{см}}{\text{см}^2}$;

$F_{\text{л}}, F_{\text{пр}}$ – відповідні площі на індикаторній діаграмі, см^2 .

Площі $F_{\text{л}}, F_{\text{пр}}$ визначаємо після побудови індикаторної діаграми, що зображена на рис. 5.2, шляхом підрахунку кількості клітинок, обмежених діаграмою. Із діаграми: $F_{\text{л}}=11,2 \text{ см}^2$; $F_{\text{пр}}=0,7 \text{ см}^2$.

Підставивши дані в формулу (5.18), отримуємо:

$$e = 11,2 - 0,7 = 10,5 \frac{\text{кг}\cdot\text{см}}{\text{см}^2};$$

5.3.9 Визначення питомої енергії удару на 1 кг частин, що падають

Питому енергії удару на 1 кг частин, що падають, визначаємо за формулою:

$$e' = \frac{e \cdot F}{Q} \quad (5.19)$$

де e' – питома енергія удару на 1 кг частин, що падають, $\frac{\text{кг}\cdot\text{см}}{\text{кг}}$;

e – питома енергія удару, $\frac{\text{кг}\cdot\text{см}}{\text{см}^2}$;

F – площа поршня, см^2 ;

Q – загальна вантажопідйомність струшувального механізму, кг.

Підставивши дані в формулу (5.19), отримуємо:

$$e' = \frac{10,3 \cdot 100}{331} = 3,11 \frac{\text{кг}\cdot\text{см}}{\text{кг}}$$

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

5.3.10 Визначення питомої енергії відбиття

Питому енергію відбиття визначаємо за формулою:

$$e_0 = f_{\text{лів}} - f_{\text{пр}}, \quad (5.20)$$

де e_0 – питома енергія відбиття, $\frac{\text{кг}\cdot\text{см}}{\text{см}^2}$;

$f_{\text{лів}}, f_{\text{пр}}$ – відповідні площі на індикаторній діаграмі, см^2 .

Площі $f_{\text{лів}}, f_{\text{пр}}$ визначаємо після побудови індикаторної діаграми, що зображена на рис. 5.3, шляхом підрахунку кількості клітинок, обмежених діаграмою. Із діаграми: $f_{\text{лів}}=5,37\text{см}^2$; $f_{\text{пр}}=2,40\text{см}^2$.

Підставивши дані у формулу (5.20), отримуємо:

$$e_0 = 5,37 - 2,40 = 2,97 \frac{\text{кг}\cdot\text{см}}{\text{см}^2}$$

5.3.11 Визначення питомої енергії відбиття на 1 кг частин, що падають

Питому енергію відбиття на 1 кг частин, що падають, визначаємо за формулою:

$$e_0' = \frac{e_0 \cdot F}{Q} \quad (5.21)$$

де e_0' – питома енергія відбиття на 1 кг частин, що падають, $\frac{\text{кг}\cdot\text{см}}{\text{см}^2}$,

e_0 – питома енергія удару на 1 кг частин, що падають, $\frac{\text{кг}\cdot\text{см}}{\text{см}^2}$;

F – площа поршня, см^2 ;

Q – загальна вантажопідйомність струшувального механізму, кг.

Підставивши дані у формулу (5.21), отримуємо:

$$e_0' = \frac{2,97 \cdot 100}{331} = 0,89 \frac{\text{кг}\cdot\text{см}}{\text{см}^2}$$

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

5.3.12 Визначення відношення енергії відбиття до енергії удару

Відношення енергії відбиття до енергії удару визначаємо за формулою:

$$m = \frac{e'}{e} \cdot 100\% \quad (5.22)$$

де m – відношення енергії відбиття до енергії удару;

e' – питома енергію відбиття, $\frac{\text{кг}\cdot\text{см}}{\text{см}^2}$;

e – питома енергію удару, $\frac{\text{кг}\cdot\text{см}}{\text{см}^2}$.

Підставивши дані у формулу. (5.22), отримуємо:

$$m = \frac{0,89}{2,97} 100\% = 29\%$$

5.3.13 Визначення коефіцієнта використання енергії, яка надається струшувальному столу

Коефіцієнт використання енергії, яка надається струшувальному столу, визначаємо за формулою:

$$\eta = \frac{e'}{S} \quad (5.23)$$

де η – коефіцієнт використання енергії, яка надається струшувальному столу;

e_0 – питома енергія удару на 1 кг частин, що падають $\frac{\text{кг}\cdot\text{см}}{\text{см}^2}$;

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

S – висота підйому поршня, см.

Підставивши дані в формулу (5.23), отримуємо:

$$\eta = \frac{0,89}{8} = 0,11.$$

5.3.14 Визначення продуктивності 1 дм³ повітря

Витрату стисненого повітря на 1 удар струшування визначаємо за формулою:

$$V_B = F \cdot (S_0 + S_e + S_r) \cdot (P_3 - P_5) \cdot 10^{-6}, \quad (5.24)$$

де V_B – витрата стисненого повітря на 1 удар струшування, м³;

F – площа струшувального поршня, см²;

S_0 – висота шкідливого простору, см;

S_e – шлях наповнення, см;

S_r – шлях розширення, см;

P_3 – тиск повітря кінці розширення, кг/см²;

P_5 – тиск повітря в момент закриття вихлопного отвору, кг/см².

Підставивши дані у формулу (5.24), отримуємо:

$$V_B = 100 \cdot (8 + 4 + 1,2) \cdot (5,21 - 1,15) \cdot 10^{-6} = 0,005 \text{ м}^3.$$

Продуктивність 1 дм³ повітря визначаємо за формулою:

$$e_v = \frac{e \cdot F}{V_B} \quad (5.25)$$

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

де e_v – продуктивність 1 м³ повітря, е
 – питома енергія удару,

F – площа струшувального поршня, м²;

V_B – витрата стисненого повітря на 1 удар струшування, дм³.

Підставивши дані в формулу (5.25), отримуємо:

$$e_v = \frac{2,97 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 0,048}{0,005} = 28,5 \text{ кДж/дм}^3$$

Змінюючи висоту підйому стола, розраховуємо ще 2 варіанти індикаторної діаграми: $S = 5,0$ см (рис. 5.4); $S = 9,0$ см (рис. 5.5). Розраховані дані заносимо до табл. 5.1.

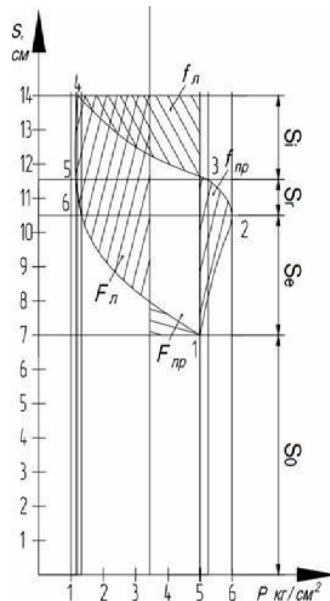


Рисунок 5.3 – Індикаторна діаграма струшувального механізму при висоті піднімання стола 80 мм

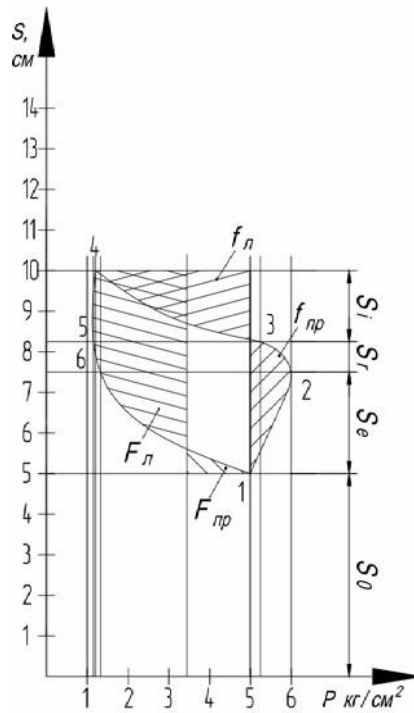


Рисунок 5.4 – Індикаторна діаграма струшувального механізму при висоті піднімання стола 50 мм

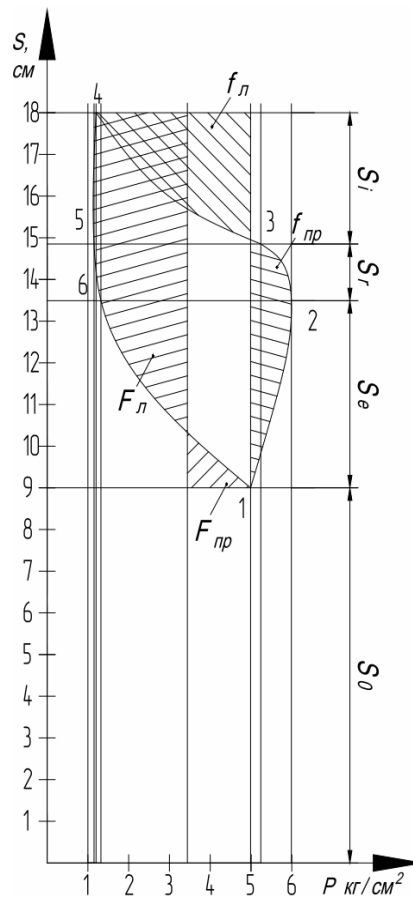


Рисунок 5.5 – Індикаторна діаграма струшувального механізму при висоті піднімання стола 90 мм

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ

Арк.

67

Таблиця 5.1 – Підсумок результатів розрахунків

№ п/п	S, см	S ₀ , см	S _е , см	S _г , см	P ₁ , кг/см ²	F, см ²	e, кг·см/см ²	e', кг·см/см ²	V _в , м ³	e _v , кДж/м ³	η	Примітка
1	5	5	2,5	0,75	6,99	100	7,84	2,07	0,0016	23,4	0,40	Оптимально
2	8	8	4	1,2	6,99	100	7,85	2,21	0,013	10,9	0,8	
3	9	9	4,5	1,35	6,99	100	10,26	3,36	0,029	16,9	0,3	

У відповідності до табличних даних визначаємо, що оптимальна висота піднімання поршня із столом становить $S = 5$ см.

5.4 Визначення площ перерізу впускного і випускного отворів

5.4.1 Визначення розмірів впускного отвору

Площу перетину впускного отвору визначаємо за формулою:

$$f_{\text{ВП}} = \frac{V_{1-2}}{c_{\text{в}} \cdot t_{\text{ВП}}}, \quad (5.26)$$

де $f_{\text{ВП}}$ – площа перерізу впускного отвору, см²;

V_{1-2} – кількість повітря, яке проходить у циліндр через впускний отвір, м³; $c_{\text{в}}$

– швидкість повітря, м/с. Відповідно рекомендаціям [5] швидкість

повітря, яке проходить через отвір, складає $c_{\text{в}} = 15 \dots 25$ м/с. Приймаємо $c_{\text{в}} = 20$ м/с.

$t_{\text{ВП}}$ – час впуску повітря, с. За рекомендаціями [5] $t_{\text{ВП}} = 0,2 \dots 1,0$ с.

Приймаємо $t_{\text{ВП}} = 0,7$ с.

Кількість повітря, яке проходить у циліндр через впускний отвір, визначаємо за формулою:

$$V_{1-2} = V_{\text{к}} - V_{\text{п}}, \quad (5.27)$$

де V_{1-2} – кількість повітря, яке проходить у циліндр через впускний отвір, см³;

$V_{\text{к}}$ – кінцева кількість повітря у струшувальному циліндрі, см³;

$V_{\text{п}}$ – початкова кількість повітря у струшувальному циліндрі, см³.

												Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ							68

Кінцева кількість повітря у струшувальному циліндрі визначається за формулою:

$$V_k = F(S_0 + S_e) \cdot \frac{P_2}{P_0}, \quad (5.28)$$

де V_k – кінцева кількість повітря у струшувальному циліндрі, см^3 ;

F – площа поршня, см^2 ;

S_0 – висота шкідливого простору, см ;

S_e – шлях наповнення, см ;

P_2 – тиск повітря у т. 2, $\text{кг}/\text{см}^2$;

P_0 – тиск повітря в мережі, $\text{кг}/\text{см}^2$.

Підставивши значення у формулу (5.28), отримаємо:

$$V_k = 100(5 + 2,5) \cdot \frac{4,97}{5} = 745,5 \text{ см}^3$$

Початкова кількість повітря у струшувальному циліндрі визначається за формулою:

$$V_n = F \cdot S_0 \cdot \frac{P_1}{P_0}, \quad (5.29)$$

де V_n – початкова кількість повітря у струшувальному циліндрі, см^3 ;

F – площа поршня, см^2 ;

S_0 – висота шкідливого простору, см ;

P_1 – тиск повітря в т. 1, $\text{кг}/\text{см}^2$;

P_0 – тиск повітря в мережі, $\text{кг}/\text{см}^2$.

Підставивши значення у формулу (5.29), отримаємо:

$$V_n = 100 \cdot 5 \cdot \frac{3,64}{5} = 364 \text{ см}^3$$

Підставивши значення у формулу (5.27), отримаємо:

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

$$V_{1-2}=745.5-364=381.5 \text{ см}^3.$$

Підставивши значення у формулу (5.26), отримаємо:

$$f_{\text{ВП}} = \frac{0,000718}{20 \cdot 0,7} = 0,51 \text{ см}^2$$

З урахуванням забруднення впускного отвору, його розрахункова площа збільшується на 10...20%.

$$f_{\text{ВП}'} = (1,1 \dots 1,2) f_{\text{ВП}}, \quad (5.30)$$

де $f_{\text{ВП}'}$ – переріз впускного отвору з урахуванням забруднення, см^2 ;

$f_{\text{ВП}}$ – переріз впускного отвору, см^2 .

Підставивши значення у формулу (5.30), отримаємо:

$$f_{\text{ВП}'} = 1,2 \cdot 0,51 = 0,61 \text{ см}^2$$

Діаметр впускного отвору визначаємо за наступною формулою:

$$d_{\text{ВП}} = \sqrt{\frac{4 \cdot f_{\text{ВП}'}}{\pi}}, \quad (5.31)$$

де $d_{\text{ВП}}$ – діаметр впускного отвору, см ;

$f_{\text{ВП}'}$ – переріз впускного отвору з урахуванням забруднення, см^2 .

Підставивши значення у формулу (5.31), отримаємо:

$$d_{\text{ВП}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,61}{3,14}} = 8 \text{ мм},$$

Приймаємо діаметр 8 мм.

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

5.4.2 Визначення розмірів випускного отвору

Площу перетину випускного отвору визначаємо за формулою:

$$f_{\text{вип}} = 3 \cdot f_{\text{вп}}', \quad (5.32)$$

де $f_{\text{вип}}$ – площа перерізу випускного отвору, см^2 ;

$f_{\text{вп}}'$ – переріз впускного отвору з урахуванням забруднення, см^2 .

Підставивши значення у формулу (5.32), отримаємо:

$$f_{\text{вип}} = 3 \cdot 0,61 = 1,83 \text{ см}^2$$

Діаметр випускного отвору визначаємо за наступною формулою:

$$d_{\text{вип}} = \sqrt{\frac{4 \cdot f_{\text{вип}}}{\pi}}, \quad (5.33)$$

де $d_{\text{вип}}$ – діаметр випускного отвору, см ;

$f_{\text{вип}}$ – переріз випускного отвору, см^2 .

Підставивши значення у формулу (5.33), отримаємо:

$$d_{\text{вип}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,83}{\pi}} = 15 \text{ мм},$$

Приймаємо діаметр 15 мм.

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

РОЗДІЛ 6
ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА
ЧАСТИНА ПРОЄКТУ

6.1 Організаційний розділ

6.1.1 Розрахунок чисельності основних та допоміжних робітників

Кількість основних виробничих працівників кожної з професій визначається із трудомісткості виробничих операцій, які здійснюються на дільниці, або по аналогії із діючим виробництвом.

Плановий час роботи одного працівника за рік було розраховано шляхом складання балансу робочого часу (див. табл. 6.1).

Таблиця 6.1 – Плановий баланс робочого часу за рік

Найменування витрат часу	Кількість днів
1	2
Кількість номенклатурних днів за рік	365
Неробочі дні, у тому числі:	114
- загальнодержавні та релігійні свята	10
- вихідні	104
Режимний час підприємства, у тому числі:	251
- плановий фонд роботи працівника	213
- витрати робочого часу працівників, у тому числі:	38
- хвороба	12
- чергові та додаткові відпустки	24
- невиходи з дозволу адміністрації	1
- скорочення робочого часу матерям, підліткам	1

На підставі балансу робочого часу визначаємо обліковий склад робітників, який в свою чергу розраховується за допомогою коефіцієнта облікового складу $K_{обл.}$:

$$K_{обл.} = \Phi_{реж.} / \Phi_{пл.}, \quad (6.1)$$

ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Дата	
Розроб.		Антоненко А.О		ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ
Перевір.		Ямшинський М.М		
Реценз.				
Н. Контр.				
Затверд.				
				Літ.
				Арк.
				Аркушів
КПІ ім. Ігоря Сікорського ІМЗ				

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

– плановий фонд роботи працівника за рік, днів.

Підставивши значення у формулу (6.1) розраховуємо:

$$K_{\text{обл}} = 251/213 = 1,18$$

Чисельність основних, допоміжних робітників та управлінського персоналу дільниці наведено у табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Загальна чисельність працівників

Найменування професії	Кваліфікація, розряд	Чисельність робітників, осіб	Коефіцієнт облікового складу	Обліковий склад
1	2	3	4	5
ОСНОВНІ РОБІТНИКИ				
Формувальник	4	4	1,18	5
Встановлювач стрижнів	3	2	1,18	3
Складальник	4	2	1,18	3
Заливальник	5	4	1,18	5
Вибивальник	3	2	1,18	3
Разом		16		19
ДОПОМІЖНІ РОБІТНИКИ				
Крановик	4	2	1,18	3
Слюсар по ремонту тех. уст.	4	1	1,18	1
Електромонтер	4	1	1,18	1
Разом		4		5
УПРАВЛІНСЬКИЙ ПЕРСОНАЛ				
Начальник відділення	-	1	-	1
Майстер	-	2	-	2
Механік	-	1	-	1
Разом		4		4

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ФЛ71-2.7104.1110.0000

Арк.

73

6.1.2 Розрахунок фондів заробітної плати

Витрати на заробітну плату робітників складаються з основної та додаткової заробітної плати з відрахуванням на соціальні потреби. Сума цих нарахувань складає 22 % від загального річного фонду заробітної плати.

Загальний фонд заробітної плати робітників розраховується наступним чином: спочатку визначають основний і додатковий фонд заробітної плати.

Основний фонд заробітної плати за рік (у грн.) для відрядників за професіями і розрядами розраховується за формулою:

$$З = N \cdot \Phi \cdot C, \quad (6.2)$$

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.

Розмір премії приймаємо 25...35% від фонду основної заробітної плати. Розмір додаткового фонду визначається як сума всіх перерахованих виплат. Загальний фонд заробітної плати розраховується як сума основного та додаткового фондів. Результати розрахунків заробітної плати приведені у табл. 7.3. Заробітна плата управлінського персоналу вираховується без розподілу її на основну та допоміжну, табл. 6.3.

					ФЛ71-2.7104.1110.0000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Таблиця 6.3 – Розрахунок фондів заробітної плати основних та допоміжних робітників

Найменування професії	Розряд	Годинна ставка, грн.	Чисельність робітників, осіб	Плановий фонд робочого часу	Фонд основної зарплати, грн.	Фонд додаткової заробітної плати, грн.	Загальний фонд заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8
Формувальник	4	38,2	5	1840	351440	70288	421728
Встановлювач стрижнів	4	38,2	3	1840	210864	42173	253037
Встановлювач холодильників	4	38,2	3	1840	210864	42173	253037
Складальник	5	43,3	3	1840	239016	47803	286819
Заливальник	3	36,1	5	1840	332800	62560	394680
Оператор лінії	3	36,1	3	1840	199272	37536	236808
Вибивальник	3	36,1	3	1840	199272	37536	236808
Разом			25		1743528		2082917

Таблиця 6.4 – Розрахунок фонду заробітної плати управлінського персоналу

Посада	Облік складу, осіб	Місячний посад. оклад, грн	Загальний річний фонд зар. плати, грн.
Начальник дільниці	1	16500	198000
Майстер	2	15000	360000
Механік	1	12000	144000
Разом	4		702000

Загальний фонд заробітної плати складає:

$$2040413 + 702000 = 2742413 \text{ грн.}$$

6.2 Розрахунок витрат формувальної та стрижневої сумішей на тонну придатного литва

Розраховуємо об'єм формувальної суміші в опоці:

$$V_{фсум} = V_{ф} - n_{в} \cdot V_{в} - V_{л.с.} - n_{ст} \cdot V_{ст}, \quad (6.3)$$

де $V_{ф}$ – об'єм форми, м³;

$V_{в}$ – об'єм вилівка, м³;

$V_{л.с.}$ – об'єм ливникової системи, м³;

$V_{ст}$ – об'єм стрижня,

м³; $n_{в}$ – кількість

вилівок; $n_{ст}$ –

кількість стрижнів.

$$V_{ф} = l_{он} \cdot b_{он} \cdot h_{он}, \quad (6.4)$$

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

$$V_{ф} = 0,4 \cdot 0,3 \cdot (0,12 + 0,12) = 0,028 \text{ м}^3$$

$$V_{в} = Q_{в} / \rho_{ме}, \quad (7.5)$$

$$V_{в} = 7,6 / 7100 = 0,001 \text{ м}^3$$

$$V_{л.с.} = Q_{л.с.} / \rho_{ме}, \quad (6.6)$$

$$V_{л.с.} = 6 / 7100 = 0,00084 \text{ м}^3$$

$$V_{ст} = 0,08 \text{ м}^3 \text{ (визначено за допомогою програми «Компас 3д»)}$$

$$V_{фсум} = 0,2 - 1 \cdot 0,001 - 0,00084 - 1 \cdot 0,08 = 0,112 \text{ м}^3$$

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

$$M_{фсум} = (0,112 \cdot 1000 \cdot 1650) / (48,75 \cdot 1) = 3790 \text{ кг}$$

Кінцева маса формувальної суміші:

$$M_{фс} = M_{фсум} \cdot 1,1 = 3790 \cdot 1,1 = 4169 \text{ кг}$$

					ФЛ71-2.7104.1110.0000			
Змн.	Арк.	№ докум.		Дата				
Розроб.		Буряк А.А			ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Ямшинський М.М					76	
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського ІМЗ		
Н. Контр.								
Затверд.								

Маса стрижневої суміші на одну форму становить :

$$M_{ст.сум} = \rho_{ст.сум} \cdot n_{ст} \cdot V_{ст}, \quad (6.7)$$

$$M_{ст.сум} = 1700 \cdot 1 \cdot 0,08 = 136 \text{ кг}$$

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

$$M_{стсум(на 1т)} = (136 \cdot 1000) / (48,75 \cdot 1) = 2789 \text{ кг}$$

Кінцева маса стрижневої суміші :

$$M_{стсум} = M_{стсум(на 1т)} \cdot 1,1 = 1060 \cdot 1,1 = 3068 \text{ кг}$$

Технологічний вихід придатного литва:

$$ВП_{техн} = G_{в} \cdot 100\% / (G_{в} + G_{л.с.}), \quad (6.8)$$

$$ВП_{техн} = 48,75 \cdot 100 / (48,75 + 6) = 89 \%$$

Металургійний вихід придатного литва:

$$ВП_{мет} = ((100 - У)(100 - В)(100 - Б)) ВП_{техн} / 10^6, \quad (6.9)$$

де $У = 3 \%$ – угар чавуну при плавленні в індукційній печі;

$В = 1,5\%$ – беззворотні втрати;

$Б = 3\%$ – брак для чавунних виливків.

$$ВП_{мет} = ((100 - 3) \cdot (100 - 1,5) \cdot (100 - 3) \cdot 89) / 10^6 = 82\%.$$

Знаючи металургійний вихід придатного литва, можна розрахувати масу металозаварки на 1 тонну придатного литва:

$$M_{мз} = 1000 \cdot 100\% / ВП_{мет} \quad (6.10)$$

$$M_{мз} = 1000 \cdot 100 / 82 = 1219 \text{ кг}$$

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

7.3 Визначення капітальних вкладень у проект дільниці формувальних операцій ливарного цеху

Величина необхідних капітальних вкладень (у грн.) визначається методом розрахунку окремих елементів вкладень, за формулою:

$$K = K_o + K_{осн} + K_{инв} + K_m, \quad (6.11)$$

де K_o – капіталовкладення у необхідне обладнання;

$K_{осн}$ – капіталовкладення в оснащення;

$K_{инв}$ – капіталовкладення в інвентар;

K_m – капіталовкладення у запаси матеріалів, напівфабрикатів. Вкладення в обладнання (у грн.) розраховують за формулою:

$$K_o = K_T + K_{тт} + K_e + K_{уп}, \quad (6.12)$$

де K_T – капіталовкладення у необхідне технологічне устаткування;

$K_{тт}$ – капіталовкладення у піднімально-транспортне устаткування;

K_e – капіталовкладення в енергоустаткування;

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

Витрати на придбання, доставку і встановлення одиниць необхідного устаткування розраховують за формулою:

$$K = Ц (a_T + a_б + a_m), \quad (6.13)$$

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

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

$a_б$ – 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 формувальної дільниці наведений у табл. 6.5.

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

Таблиця 6.5 – Розрахунок капіталовкладень в устаткування

Найменування устаткування	Кількість, шт.	Вартість за одиницю, грн.	Загальна вартість, грн	Витрати на монтаж, грн.	Всього, грн.
1	2	3	4	5	6
Формувальна лінія	1	3000000	3000000	240000	3240000
Струшувальна формувальна машина	8	500000	4000000	80000	4160000
Мостовий кран Q=5т	2	750000	1500000	120000	1620000
Стрічковий конвейєр	1	400000	400000	32000	432000
Разом					8882000

Вартість обігового фонду оснастки та інструменту в загальному вигляді визначається з розрахунку 8 грн. на одиницю придатного литва (річна програма).

$$K_{\text{осн}} = 8 \cdot n_{\text{заг}}, \quad (6.14)$$

де $K_{\text{осн}}$ – вартість обігового фонду оснастки та інструментів; $n_{\text{заг}}$ – загальна кількість виливок на рік, шт.

Підставивши значення в формулу (6.14) отримуємо:

$$K_{\text{осн}} = 8 \cdot 185166 = 1481328 \text{ грн.}$$

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

$$K_{\text{інв}} = 1481328 \cdot 0,02 = 29626 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення в запаси матеріалів розраховують за формулою:

$$K_{\text{м}} = \sum M_i \cdot C_i \cdot K_i, \quad (6.15)$$

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

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

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

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок капітальних вкладень в запаси матеріалів ливарного цеху наведений у таблиці 6.2.

Підставивши дані у формулу (6.15) визначаємо капіталовкладення у створення дільниці:

$$K = 888200 + 1481328 + 29626 + 612500 = 3011654 \text{ грн.}$$

Таблиця 6.6 – Визначення капітальних вкладень у запаси матеріалів

Найменування матеріалу	Кількість на 1 т литва, т	Величина запасу, т	Планова ціна, грн./т	Вартість мінімального запасу, грн.
Сталевий брухт	0,7192	28,77	4260	122552
Зворот власного виробництва	0,8807	35,228	8000	281824
Чавун переробний	0,0871	3,484	4200	14633
Феросиліцій ФС45	0,0123	4,92	25625	126075
Феромарганець ФМн1,5	0,01125	0,45	125000	56250
Алюміній А88	0,00175	0,07	112500	7875
Пісок кварцовий	0,328	54,66	1780	3291
Всього				612500

6.4 Визначення планової собівартості одиниці продукції

6.4.1 Розроблення планової калькуляції собівартості продукції

Витрати на електроенергію визначаємо, виходячи із вартості 1 кВт·год електроенергії, що складає 1,82 грн/кВт·год:

$$C_e = 6\,000\,000 \cdot 1,82 = 10920000 \text{ грн.}$$

Витрати на стиснене повітря визначаємо за 30 грн. за 1000 м³:

$$C_{\text{пов}} = 30 \cdot 5000 = 150000 \text{ грн.}$$

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати на охорону праці та техніку безпеки визначають з розрахунку 350 грн. на одного працюючого:

$$P_{\text{охор}} = 350 \cdot 29 = 10150 \text{ грн.}$$

Вартість води визначаємо з розрахунку:

11,20 грн. (без ПДВ) за 1 куб. м водопостачання;

7,96 грн. (без ПДВ) за 1 куб. м водовідведення

$$C_{\text{в}} = 22,92 \cdot 11000 = 252120 \text{ грн.}$$

Планова калькуляція собівартості представлена у таблиці 7.7.

Найменування статей витрат	% до металозавалки	Кількість на 1 т виливків, кг	Планова ціна за 1 т, грн	Вартість на 1 т, грн
1	2	3	4	5
1. Металева шихта:				
- сталевий брухт	42,3	719,2	4260	3063,8
- зворот власного виробництва	48,7	880,7	8000	7045,6
- чавун переробний	6,97	87,1	4200	365,8
- феросиліцій ФС45	0,99	12,3	25625	315,2
- феромарганець ФМн 1,5	0,9	11,25	125000	1403,6
- алюміній А88 для розкислення	0,14	1,75	112500	196,6
Разом	100	1712,3	-	12390,9
2. Угар	4	68,5	-	848,8
Загалом рідкого металу	96	1643,8	-	13239,7
3. Відходи власного виробництва		643,8	7000	-4506,6
Разом		1000		8733,1
4. Флюс універсальний		65	4250	276,3
5. Заробітна плата				
а) основна	1743528/1840			950
б) додаткова	340069/1840			185
6. Єдиний соціальний внесок	22%			250
7. Енергоносії				1092
8. Охорона праці				10,1
9. Інше				30,1
Всього				15615,4

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ

Арк.

81

Інші невраховані витрати можна вважати рівними 1% від загальної суми врахованих загальноновиробничих витрат по дільниці:

$$P_{\text{невр}} = 0,01 \cdot 3011654 = 30116,54 \text{ грн.}$$

6.5 Розрахунок продуктивності праці на дільниці

Продуктивність праці розраховуємо як відношення обсягів виробництва придатного литва за рік до загальної чисельності персоналу дільниці:

$$\text{ПП} = Q/n, \quad (6.16)$$

де ПП – продуктивність праці, т/особу;

Q – кількість придатного литва за рік, т;

n – загальна чисельність персоналу дільниці, особа.

$$\text{ПП} = 3400 / 28 = 121 \text{ т/особу.}$$

6.5.1 Розрахунок показників економічної ефективності проектного рішення

Для порівняння варіантів технічних рішень застосовуємо такі показники економічної ефективності [6]:

– трудомісткість продукції:

$$t = \text{Ч}_{\text{осн}} \cdot \Phi_{\text{ор}}^{\text{пл}} / Q, \quad (6.17)$$

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

Ч_{осн} – чисельність основних робітників, осіб;

Φ_{ор}^{пл} – плановий час роботи робітника за рік, год;

Q – плановий річний обсяг виробництва продукції, т. Підставивши необхідні значення в формулу (6.17), отримаємо:

$$t = 29 \cdot 1840 / 3400 = 15,7 \text{ нормо} \cdot \text{год/т.}$$

– період окупності капітальних витрат:

$$P_{\text{ок}} = (K / \text{ГП}_p) < P_{\text{нок}}, \quad (6.18)$$

де P_{ок} – період окупності капітальних витрат, років;

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

К – капітальні витрати, грн. ;

ГП_р – річна сума грошового потоку, грн.,

П_{нок} – нормативний період окупності (3...5 років).

Річна сума грошового потоку визначається за формулою:

$$ГП_r = 0,82 \cdot (Ц - C_{п}) \cdot Q + \sum A, \quad (6.19)$$

де ГП_р – річна сума грошового потоку, грн.;

0,82 – коефіцієнт частки чистого прибутку;

Ц – ринкова ціна продукції;

C_п – повна собівартість продукції;

Q – потужність ливарного заводу, т.

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

Підставивши необхідні значення у формулу (7.19), отримаємо:

$$ГП_r = 0,82 \cdot (12900 - 12490) \cdot 3400 + 43242 = 986080 \text{ грн.}$$

Підставивши необхідні значення у формулу (7.18), отримаємо:

$$П_{ок} = 3011654 / 986080 = 3,05 \text{ роки.}$$

Перелік типових порівняльних техніко-економічних показників наведені у таблиці 6.8

Таблиця 6.8. – Типові порівняльні ТЕП

Найменування показників	Одиниця виміру	Значення за варіантами	
		базовий	спроектований
1. Річний плановий обсяг виробництва продукції	т	1500	3400
2. Загальна площа ділянки	м ²	1080	550
3. Виробнича площа	м ²	724	435
4. Загальна чисельність працюючих	осіб	19	29
5. Капіталомісткість продукції	грн./т	20371	30116
6. Собівартість продукції	грн./т	16253	15615,4
7.Період окупності	років	5,7	3,05

РОЗДІЛ 7 ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1 Устаткування формувального відділення

Відповідно до наявного завдання обираємо формувальне відділення, що насичене устаткуванням. Воно зазвичай є причиною таких небезпечних аспектів, як надмірна запиленість робочої зони, її загазованість, понаднормовий рівень шуму, джерела пожежної та електричної небезпеки, вібрації, що негативно впливають на людину, а також рухомі механізми, які є причиною травм та механічних пошкоджень.

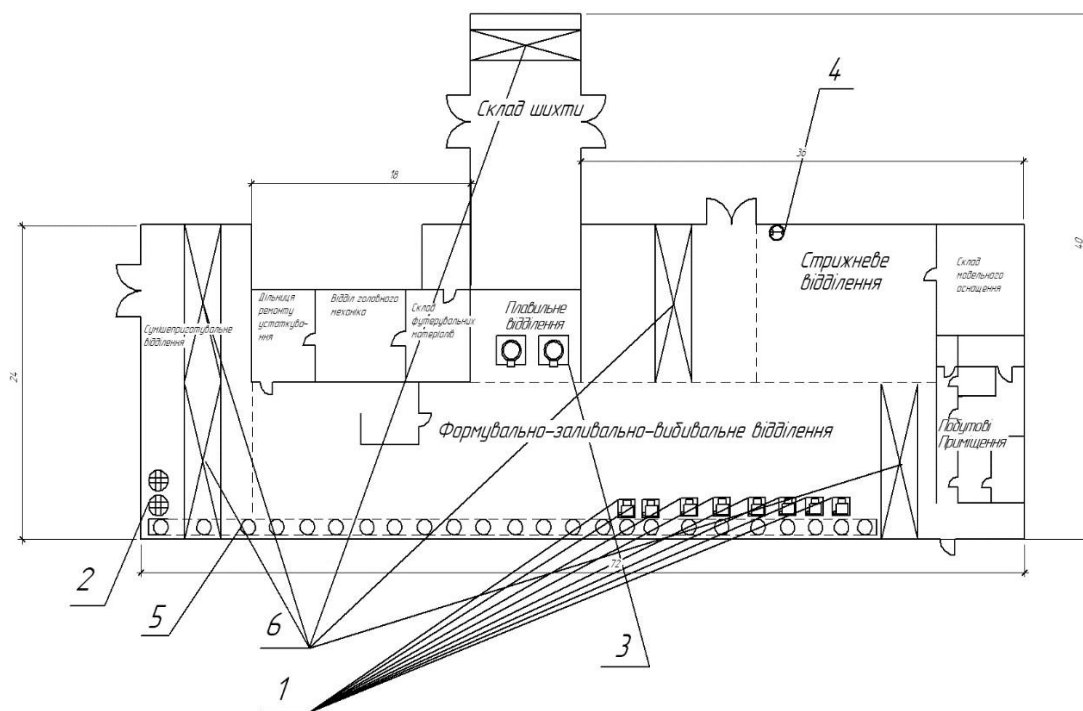
До головного обладнання відділення належать: струшувально-пресові машини, стрічковий конвеєр і бункери.

Основні параметри відділення та специфікація технологічного устаткування наведені в таблиці 7.1.1, а план приміщення на рис. 7.1.

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.		Дата			
Розроб.		Буряк А.А			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Ямшинський				84	
Реценз.					ОХОРОНА ПРАЦІ КПІ ім. Ігоря Сікорського ІФФ		
Н. Контр.							
Затверд.							

Таблиця 7.1.1 План приміщення, специфікація технологічного обладнання та оснащення формувального відділення

Найменування	Основні характеристики	Кількість	Позиція на рисунку
Параметри формувального відділення	10000*55000*5000; S=550 м ² ; V=2750 м ³	-	-
Кількість працівників	Формувальник, Встановлювач стрижнів, Встановлювач холодильників, Складальник,, Заливальник, Оператор лінії, Вибивальник	7	-
Природне освітлення	Вікно поворотно-відкидне Steko 1300*1400 мм	11	-
Штучне освітлення	Растровый светильник накладной 650x650x50 lumen	25	-
Обладнання та оснащення			
Мостовий кран	Розміри 1200*800*2000 мм ; Грузопідйомність 5 Т; напряга 380 В, 50 Гц	5	6
Бігуни сумішоприготувальні	300*250 мм	2	2
Стрічковий конвєсер	6000*100 мм	1	5
Формувальна машина типу 267М	2600x1750x2900мм	8	1



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

ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ

Арк.

85

Рис.7.1 – План формувального відділення

1 – Машина ливарна формувальна пневматично струшуюча; 2 – бігуни сумішоприготувальні; 3 – печі тигельні індукційні;

4 – бігуни для стрижневої суміші; 5 – стрічковий конвеєр для подачі формувальної суміші до бункерів; 6 – мостові крани.

Таблиця 7.1.2. Реальні та нормативні характеристики формувального відділення

№	Параметр приміщення	Реальне значення	Нормативні значення
1	Площа на 1 працюючого	78,6 м ²	4,5 м ²
2.	Об'єм на 1 працюючого	393 м ³	15 м ³
3.	Мінімальна ширина проходу	3 м	1,5 м

Відповідно до таблиці 7.1.2 усі наявні значення величин відповідають нормативним значенням, які передбачені законом.

7.2 Джерела фізичних небезпечних і шкідливих факторів

Оскільки в формувальному відділенні існує багато різноманітного обладнання, то небезпечні фактори та заходи з охорони праці буде розглянуто на прикладі формувальної машини типу 267М.

7.2.1 Рухомі машини і механізми. Небезпеки та причини, що можуть їх викликати, наведені в таблиці 7.2.1. відповідно до кожної частини обладнання.

Таблиця 7.2.1. Основні небезпечні фактори в формувальному відділенні

Найменування обладнання	Джерело небезпеки	Причини небезпеки	Наслідки небезпеки
Формувальна машина типу 267М	Траверса\ Механізм поворота	людський фактор - порушення правил безпеки технологічний фактор	Фізичні пошкодження
Мостовий кран	Піднімальний механізм	Порушення техніки безпеки	Фізичні пошкодження

				ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

Стрічковий конвеєр	Лінія конвеєра	Порушення техніки безпеки	Фізичні пошкодження
--------------------	----------------	---------------------------	---------------------

У таблиці 7.2.2 вказані заходи із забезпечення охорони праці різного типу, що наявні в конструкції, які варто провести для безпечного користування формувальною машиною типу 267М з метою запобігання виникнення небезпечних факторів, пов'язаних із дією рухомих частин.

Таблиця 7.2.2. Заходи з забезпечення охорони праці

№	Група номенклатурних заходів з ОП	Вид заходу	Критерій вибору
1.	Технічні заходи	Зона повороту траверси повинна бути огорожена, для запобігання підходу робітників	Захист від фізичних пошкоджень
2.	Організаційні заходи	Проведення інструктажу Надання інструкції експлуатації машини	Навчання з питань безпеки при експлуатації машини
3.	Режимні заходи	Недопущення сторонніх осіб до управління формувальною машиною	Запобігання виникненню аварійної ситуації на виробництві
4.	Експлуатаційні заходи	Проведення контролю	Відстежування справності обладнання

7.3. Джерела хімічних небезпечних і шкідливих факторів

Основними причинами забруднення атмосфери (наприклад, пилом або окисом вуглецю) та водоймищ (механічними суспензіями) в ливарних цехах є плавильні агрегати та устаткування сумішоприготувального відділення.

Таблиця 7.3.1 Основні джерела хімічних небезпек, які створюються через плавильні агрегати та устаткування сумішоприготувального відділення

№	Найменування обладнання	Джерело небезпеки	Причини небезпеки	Наслідки небезпеки
1.	Бігуни сумішоприготувальні	Пил	Змішування сипучих речовин	Ураження легень

				ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

Таблиця 7.3.2. Фактори небезпеки (реальні та нормативні значення)

№	Фактор небезпеки	Реальне значення	Нормативні значення
1.	Пил	9 мг/м ³	1,1-10,0 мг/м ³

Заходи для зменшення впливу хімічних небезпечних факторів наведено в таблиці 7.3.3.

Таблиця 7.3.3 Заходи з забезпечення охорони праці

№	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 біля змішувача	захист від шкідливих хімічних речовин
4.	ЗІЗ	згідно посади користувача	індивідуальний захист

7.4 Небезпека ураження електричним струмом

У таблиці 7.4.1 описані джерела електронебезпеки. У таблиці 7.4.2 наведені фактори небезпеки (реальні та нормативні значення), заходи їхнього унесення – у таблиці 7.4.3.

Таблиця 7.4.1. Небезпеки ураження електричним струмом

Найменування обладнання	Джерело небезпеки	Причини небезпеки	Наслідки небезпеки
Мостовий кран(380V)	Електричний струм	Дотик до не струмопровідних частин електроустановок які опинилися під напругою в результаті пошкодження ізоляції	Пошкодження обладнання ,фізичні травми
Стрічковий конвеєр (380V)	Електричний струм	Дотик до неізольованих частин електроустановки	Травмування робітників, пошкодження обладнання
Формувальна машина типу 267М	Електричний струм	Дотик до неізольованих частин електроустановки	Пошкодження обладнання ,фізичні травми

				ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
					88
Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.4.2. Реальні та нормативні фактори небезпеки

№	Фактор небезпеки	Реальне значення	Нормативні значення
1	Напруга на блоку живлення формувальної машини 267М	220/380 В / 200А	4 В / 0,25 мА 220/380 В / 200А
2.	Напруга яка подається на кабінку мостового крану	220/380 В / 200А	4 В / 0,25 мА 25/1,5 мА
3.	Живлення автоматичної лінії	220/380 В / 200А	4 В / 0,25 мА

Таблиця 7.4.3. Заходи з забезпечення електробезпеки

№	Група номенклатурних заходів з ОП	Вид заходу	Критерій вибору
1.	Технічні заходи	Аварійне відключення установки	пониження напруги
		стабілізатор напруги	стабілізація напруги
2.	Організаційні заходи	інструкція з експлуатації	навчання з питань безпеки при роботі обладнання
3.	Режимні заходи	недопущення появи сторонніх осіб біля працюючого обладнання	запобігання ураженню електричним струмом
4.	Експлуатаційні заходи	технічний огляд та перевірка	уникнення поломок обладнання
5.	ЗІЗ	згідно посади користувача	індивідуальний захист

7.5 Небезпека пожежі

У таблиці 7.5.1. наведені джерела пожежної небезпеки. Таблиця 7.5.1 – небезпеки пожежного характеру

№	Найменування функціонального блоку	Джерело небезпеки	Причини небезпеки	Наслідки небезпеки
1.	Мостовий кран(380V)	Напруга на контактах	Коротке замикання	Пожежа
2.	Стрічковий конвеєр	Напруга на контактах	Коротке замикання,	Пожежа
3.	Формувальна машина 267М	Напруга на контактах	Коротке замикання	Пожежа

									ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						89

Таблиця 7.5.2 – Заходи з забезпечення охорони праці

№	Група номенклатурних заходів з ОП	Вид заходу	Критерій вибору
1.	Технічні заходи	Вуглекислотні вогнегасники (ОУ – 2 і ОУ – 8)	Категорія приміщення В, клас пожежі А і Е, площа приміщення 550 м ²
		Димові пожежні сповіщувачі ДИП-1, 2 од.	Висота приміщення 5 метри, наявність цінного обладнання
2.	Організаційні заходи	інструкція з експлуатації	навчання з питань безпеки при експлуатації
3.	Експлуатаційні заходи	Періодична перевірка обладнання	Надійність живлення

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 8

Отже, у розділі, що досліджує охорону праці, було надано характеристику небезпек фізичного, хімічного, електричного та пожежного характеру, досліджено основні джерела небезпек, описано заходи для їхнього попередження та усунення. Також сформовано висновок про те, що характеристики експлуатаційного обладнання повністю відповідають значенням законів і нормативів.

					ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

ВИСНОВКИ

В ході виконання дипломного проєкту було розроблено технологічний процес виготовлення чавунного виливка «Корпус».

Для виготовлення виливка було обрано спосіб лиття у піщано-глинясті форми по сирому з використанням машинної формовки.

В процесі роботи було розроблено креслення ливарної технології, модельного оснащення для її реалізації та форми у складеному вигляді. Для виливка було розроблено технологію ливарної форми, котра передбачає максимальну подібність за розмірами та конфігурацією до готової деталі.

Нами було запропоновано здійснювати виготовлення стрижнів у алюмінієвому оснащенні.

Під час організації роботи формувального відділення ливарного цеху було обрано високопродуктивне устаткування (струшувальні формувальні машини з допресовуванням) та його розміщенням на окремих ділянках.

З метою підвищення продуктивності виготовлення форм і забезпечення встановленого обсягу виготовлення виливків передбачено системи транспортування суміші, стрижнів, складених і залитих форм, виливків після вибивання.

Також було розраховано основні робочі та конструктивні параметри формувальної машини та виконано її робоче креслення.

Окрім цього, був проведений аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів та визначені заходи зі зниження негативного впливу виробництва на здоров'я робітників відділення.

				ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ						
Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Разрб.	Буряк			Висновки			Лит.	Аркуш	Аркушів	
Перев.	Ямшинський							91		
Н. Контр.										
Затв.				КПІ ім. І. Сікорського,						

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Проектування ливарних цехів / Федоров Г.Є., Ямшинський М.М., Могилатенко В.Г., Гурія І.М., Шинський І.О. – К: НТУУ „КПІ“, 2011.–Ч. 1.–588с.
2. Макаревич О.П. та ін. Виробництво виливків із спеціальних сталей / О.П. Макаревич, Г.Є. Федоров, Є.О. Платонов. – К.: Видавництво НТУУ „КПІ“, 2005. – 712 с.
3. Сафронов В. Я. Справочник по литейному оборудованию. М.: Машиностроение, 1985. – 320 с.
4. Справочник молодого литейщика. – 3-е изд., перераб. и дополн. М.: Высшая школа, 1991. – 319 с.
5. Матвеев И. В., Тарский В. Л. Оборудование литейных цехов. – М.: Машиностроение, 1976. – 440 с.
6. Формовочные материалы и технология литейной формы: Справочник / Под общей ред. С.С. Жуковского. – Машиностроение, 1993. – 432с.
7. Аксенов П.Н. Оборудование литейных цехов. - М.: Машиностроение, 1977. – 510 с.
8. Горский А.И. Расчет машин и механизмов автоматических линий литейного производства - М.: Машиностроение, 1978. – 215 с.

ФЛ71-2.7104.1110.0000 ПЗ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Разроб.		Буряк			Список літератури	Лит.	Аркуш	Аркушів
Перев.		Ямшинський					92	
Н. Контр.						КПІ ім. І. Сікорського,		
Затв.								