

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ**  
**імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**  
**ІНЖЕНЕРНО-ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**  
**КАФЕДРА ЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА ЧОРНИХ І 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 виливка**  
**«Упор», організація та планування сумішоприготувального відділення**  
**ливарного цеху»**

Виконав :

студент IV курсу, групи ФЛ-61-1

Більченко Олександр Сергійович \_\_\_\_\_

Керівник:

асистент

Лук'яненко Іван Віталійович \_\_\_\_\_

Консультант з економічної частини:

к.е.н, ст.викладач,

Нараєвський Сергій Вікторович \_\_\_\_\_

Консультант з охорони праці:

к.т.н., доцент ,

Демчук Гліб Вікторович \_\_\_\_\_

Рецензент:

к.т.н, доцент

Доній Олександр Миколайович \_\_\_\_\_

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

Студент (-ка) \_\_\_\_\_

Київ – 2020 року



**Пояснювальна записка**  
**до дипломного проєкту**  
**на тему: «Розроблення технологічного процесу**  
**виготовлення виливка «Упор», організація та планування**  
**сумішоприготувального відділення ливарного цеху»**

Київ – 2020 року

**Національний технічний університет України**  
**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**  
**Інженерно-фізичний факультет**  
**Кафедра Ливарного виробництва чорних і кольорових металів**  
Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)  
Спеціальність – 136 «Металургія»  
Освітньо-професійна програма «Комп'ютеризовані процеси лиття»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ М.М. Ямшинський

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

### **ЗАВДАННЯ**

**на дипломний проєкт студенту**

**Більченку Олександр Сергійовичу**

1. Тема проєкту «Розроблення технологічного процесу виготовлення виливка «Упор», організація та планування сумішоприготувального відділення ливарного цеху», керівник проєкту Лук'яненко Іван Віталійович, асистент, 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 - 6800 тонн придатних виливків за рік.
4. Зміст пояснювальної записки: 4.1. Вступ. 4.2. Аналіз виробничої програми. 4.3. Режим роботи та фонди часу. 4.4. сумішоприготувальне відділення ливарного цеху. 4.5. Технологія ливарної форми виливка «Упор». 4.6. Технологічне устаткування. 4.7. Економічний розділ. 4.8. Охорона праці. 4.9 Висновки.
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) 5.1. План сумішоприготувального відділення.

5.2. Технологія виготовлення виливка «Упор».

5.3. Форма в зібраному вигляді 5.4. Модельна плита з моделлю.

5.5. Формувальна машина. 5.6. Порівняльні техніко-економічні показники

5.7. Стрижневий ящик

6. Консультанти розділів проєкту\*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Демчук Г.В. доцент кафедри		
Економічний розділ	Нарасвский ст.викладач		
Нормоконтроль	Федоров Є.Г доцент		

7. Дата видачі завдання 18.04.2020

#### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Передипломна виробнича практика	15.04 ... 17.05.20	
2	Аналіз виробничої програми	18.05 ... 20.05.20	
3	Проектування сумішоприготувального відділення	21.05 ... 25.05.20	
4	Розроблення технологічного процесу виготовлення виливка	26.05 ... 02.06.20	
5	Проектування ливарного устаткування	31.05 ... 05.06.20	
6	Організаційна частина	31.05 ... 05.06.20	
7	Економічна частина	31.05 ... 05.06.20	
8	Охорона праці	31.05 ... 05.06.20	
9	Рецензування проєкту	11.05 ... 14.06.20	
10	Захист	18.06.20	

Студент

О. С. Більченко

Керівник

І. В. Лук'яненко

---

## Реферат

Дипломний проект: 91 стор., 36 табл., 7 рис., 8 посилань.

Об'єкт проектування – Розроблення технологічного процесу виготовлення виливка «Упор», організація та планування сумішоприготувального відділення ливарного цеху.

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

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

Результати проектування можуть бути рекомендовані: для впровадження при виробництві виливка масою до 350 кг, середньої складності в умовах серійного виробництва.

Галузь використання – машинобудування, приладобудування, комплекс тощо.

УПОР, ЗМІШУВАЧ КОТКОВИЙ, ФОРМА ЛИВАРНА, МОДЕЛЬНА ПЛИТА ВЕРХА, СТРИЖНЕВИЙ ЯЩИК, ВІДДІЛЕННЯ СУМІШОПРИГОТУВАЛЬНЕ.

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разроб.</i>		<i>Більченко О.С.</i>			Реферат	<i>Лит.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Лук'яненко І.В.</i>					6	91
<i>Н. Контр.</i>		<i>Федоров Є.Г.</i>				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЛВЧКМ Гр. ФЛ-61-1		
<i>Затв.</i>								

## ZUSAMMENFASSUNG

Diploma project: 91 pages, 36 tables, 7 figures, 8 references.

Object of design - Development of technological process of casting "Emphasis", organization and planning of the mixture preparation department of the foundry.

The subject of design - the technology of the mold and the organization of the mixture preparation department.

Design results - the technology of the foundry mold is developed, the technical planning of the mixture preparation department and the calculation of the foundry equipment are performed.

The design results can be recommended: for implementation in the production of castings weighing up to 350 kg, medium complexity in terms of mass production.

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

STOP, ROLLER MIXER, FOUNDRY FORM, MODEL TOP PLATE, ROD BOX, BRANCH

MIXTURE PREPARATION.

					Ф/1611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Эм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Д		7

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	11
1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ.....	12
1.1 Виробнича програма.....	12
1.2 Вибір технології виготовлення виливків та характеристика виробництв.....	14
1.3 Тип та структура цеху.....	15
2 РЕЖИМИ РОБОТИ ТА ФОНДИ ЧАСУ.....	17
3 ПРОЕКТУВАННЯ СУМІШОПРИГОТУВАЛЬНОГО ВІДДІЛЕННЯ.....	20
3.1 Визначення кількості формувальної суміші та її рецептури.....	20
3.2 Вибір типу змішувача.....	21
3.3 Розрахунок кількості устаткування для сумішопрігоувального відділення.....	22
3.4 Обчислення енергетичних втрат.....	24
3.5 Проектування будівель.....	27
4 ТЕХНОЛОГІЯ ЛИВАРНОЇ ФОРМИ ВИЛИВКА «УПОР».....	28
4.1 Розроблення технології виготовлення виливка.....	28
4.1.1 Загальна характеристика литої деталі.....	28
4.1.2 Обґрунтування положення моделі у формі й вибір площини рознімання моделі і форми.....	29
4.1.3 Припуски на механічне оброблення поверхонь виливка.....	30
4.1.4 Вибір меж стрижнів та розмірів знаків.....	32
4.2 Вибір типу та розрахунок розмірів опок.....	33
4.2.1 Визначення кількості виливків у формі та їх розміщення.....	33
4.2.2 Розрахунок розмірів опок.....	33
4.2.3 Характеристика вибраних опок.....	37

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разроб.</i>		<i>Більченко О.С.</i>			Зміст	<i>Лит.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Лук'яненко І.В.</i>				8	91	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Федоров Є.Г.</i>			КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЛВЧКМ Гр. ФЛ-61-1			
<i>Затв.</i>								

4.3	Розрахунок ливникової системи.....	38
4.3.1	Обґрунтування вибраної конструкції ливникової системи й місця підведення металу в форму.....	38
4.3.2	Розрахунок площ основних елементів ливникової системи..	38
4.3.3	Розрахунок лінійних розмірів елементів ливникової системи.	41
4.4	Формувальні та стрижневі суміші.....	44
4.4.1.	Обґрунтування вибору складу сумішей.....	44
4.4.2	Рецептура та властивості суміші.....	45
4.4.3	Методи запобігання утворення пригару.....	45
4.4.4	Технологія приготування сумішей.....	46
4.5	Характеристика модельного комплекту.....	47
4.5.1	Обґрунтування вибраного матеріалу.....	47
4.5.2	Склад модельного комплекту.....	47
4.5.3	Особливості конструкції моделей.....	48
4.5.4	Галтелі, знаки, марки фарб і колір фарбування моделей.....	49
4.6	Технологія виготовлення та складання ливарної форми.....	49
4.6.1	Послідовність виконання операцій під час виготовлення ливарної форми.....	49
4.6.2	Технологія виготовлення стрижнів.....	50
4.6.3	Складання форми.....	51
4.6.4	Розрахунок піднімальної сили.....	51
4.6.5	Техніко-економічні показники.....	54
5	ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНОГО УСТАТКУВАННЯ.....	58
5.1	Розрахункова схема змішувача.....	58
5.1.1.	Визначення діаметру чаші змішувача.....	58
5.1.2.	Визначення висоти чаші змішувача.....	59
5.2.	Визначення розмірів котків змішувача.....	59
5.3	Визначення маси котка.....	60
5.4.	Визначення числа обертів котка.....	61
5.5.	Визначення числа обертів вертикального валу.....	63

5.6. Розрахунок потужності електродвигуна змішувача.....	63
5.7 Принцип дії та призначення котеового змішувача з вертикальною віссю обертання котків.....	68
5.8 Кінематична схема коткового змішувача періодичної дії з вертикальною віссю обертання котків.....	69
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО - ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ.....	70
6.1 Визначення капітальних вкладень у проект сумішоприготувального відділення цеху.....	70
6.2 Визначення чисельності робітників та витрат на заробітну плату...	73
6.3 Визначення загальновиробничих витрат дільниці.....	76
6.4 Розроблення планової клькмуляції собівартості продукції.....	80
6.5 Розрахунок продуктивності праці на дільниці.....	80
6.6 Розрахунок показників економічної ефективності проектного рішення.....	81
7 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	83
7.1 Характеристика сумішоприготувального відділення та умови його експлуатації.....	83
7.2 Джерела фізичних небезпечних і шкідливих факторів.....	85
7.2.1 Рухомі машини і механізми.....	86
7.3. Джерела хімічних небезпечних і шкідливих факторів.....	87
7.4 Небезпека ураження електричним струмом.....	88
7.5 Небезпека пожежі.....	88
ВИСНОВКИ.....	90
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	91

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Д		10

## Вступ

Ливарне виробництво – технологічний процес виготовлення деталей з розплаву металів або інших матеріалів, які заливаються в пустотілу форму з обрисом пустоти, що відповідає формі деталі. Форми можуть бути разовими і постійними. Разові форми виготовляють з формувальної суміші, вони придатні тільки для однієї заливки; постійні – виготовляють з металу, вони придатні для великого числа відливок. Ливарне виробництво – галузь металургії, що займається виготовленням фасонних деталей і заготовок шляхом заливання розплавлених металів, їхніх сплавів чи інших матеріалів у форму, порожнина якої має конфігурацію потрібного литого виробу. Лиття – один з основних способів виробництва заготовок в машинобудуванні, який дозволяє одержати відливок практично будь-якої форми і маси з необхідними фізико-механічними властивостями. Лиття часто не тільки простіший, але й економічніший за інші спосіб виробництва (литі деталі складають близько 50 % маси машини, а частина витрат на них 15 – 25 %). Лиття є найоптимальнішим способом виробництва виробів із найбільш розповсюджених сплавів, як приміром, сталь, чавун, силумін, бронза, латунь та багато інших. На сьогоднішній час в Україні на частку литих металевих деталей в середньому припадає 50-70 % маси (в верстатобудуванні до 90 %) і 20 % вартості машин. Тільки методами лиття можливо отримати складні за конфігурацією і геометрією заготовки із чорних та кольорових сплавів з високим (75-98 %) коефіцієнтом використання металу.

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разроб.</i>		<i>Більченко О.С.</i>			Вступ	<i>Лит.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Лук'яненко І.В.</i>					11	91
<i>Н. Контр.</i>		<i>Федоров Є.Г.</i>				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЛВЧКМ Гр. ФЛ-61-1		
<i>Затв.</i>								

# 1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ

## 1.1 Виробнича програма

Виробнича програма є головним документом для проектування технологічного відділення ливарного цеху, якій включає в себе такі дані як: завдання на випуск придатного литва на кожний вилівок, тип матеріалу та режим термічної обробки. До виробничої програми також входить запасні виливки на випадок браку.

При складанні виробничої програми робимо аналіз її компонентів, так як метою є одержання плану виробництва.

Потужність чавуноливарного цеху арматурного заводу становить 6800 тис. тон придатних виливків на рік, які будуть використовуватися у сфері машинобудуванні

Ливарний комплекс який проектується повинен відповідати подібним цехам з подібною серійністю

Номенклатура виливків представлена у таблиці 1.1

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разроб.</i>		<i>Більченко О.С.</i>			Аналіз виробничої програми	<i>Лит.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Лук'яненко І.В.</i>					12	91
<i>Н. Контр.</i>		<i>Федоров Є.Г.</i>				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЛВЧКМ Гр. ФЛ-61-1		
<i>Затв.</i>								

Таблиця 1.1 Номенклатура виливків ливарного цеху

Інд.позиції	Найменування виробів і виливків	Маса виливка, кг	Маса виливків на виріб, кг	Кількість виливків на 1 вибір	Марка сплаву	Режим ТО
	<b>Вентиль ДУ-150</b>					
1	Корпус вентиля	112,6	112,6	1	СЧ-20	Відпал
2	Кришка верхня	14,5	14,5	1	СЧ-25	Відпал
3	Кришка нижня	10,5	10,5	1	СЧ-25	Відпал
4	Бугель	23,3	23,3	1	СЧ-20	Відпал
5	Чашка верхня	24,1	24,1	1	СЧ-25	Відпал
6	Чашка нижня	15,8	15,8	1	СЧ-25	Відпал
7	Грибок	11,2	11,2	1	СЧ-25	Відпал
8	Опора	91,78	91,78	1	СЧ-20	Відпал
	<b>Вентиль ДУ-200</b>					
9	Упор	108	108	1	СЧ-20	Відпал
10	Кришка верхня	27	27	1	СЧ-25	Відпал
11	Кришка нижня	13,4	13,4	1	СЧ-25	Відпал
12	Бугель	21,2	21,2	1	СЧ-20	Відпал
13	Чашка верхня	29,4	29,4	1	СЧ-25	Відпал
14	Чашка нижня	20,3	20,3	1	СЧ-25	Відпал
15	Грибок	4,1	4,1	1	СЧ-25	Відпал
16	Опора	5,4	5,4	1	СЧ-25	Відпал
	<b>Вентиль ДУ-250</b>					
17	Корпус вентиля	340,6	340,6	1	СЧ-20	Відпал
18	Кришка верхня	38,4	38,4	1	СЧ-25	Відпал
19	Кришка нижня	24,8	24,8	1	СЧ-25	Відпал
20	Бугель	32,2	32,2	1	СЧ-20	Відпал
21	Чашка верхня	36,5	36,5	1	СЧ-25	Відпал
22	Чашка нижня	25,6	25,6	1	СЧ-25	Відпал
23	Грибок	27,1	27,1	1	СЧ-25	Відпал
24	Опора	6,4	6,4	1	СЧ-25	Відпал
	<b>Вентиль ДУ-300</b>					
25	Корпус вентиля	325,2	325,2	1	СЧ-20	Відпал
26	Кришка верхня	58,4	58,4	1	СЧ-25	Відпал
27	Кришка нижня	46,4	46,4	1	СЧ-25	Відпал
28	Бугель	34,8	34,8	1	СЧ-20	Відпал
29	Чашка верхня	38,4	38,4	1	СЧ-25	Відпал
30	Чашка нижня	26,8	26,8	1	СЧ-25	Відпал
31	Грибок	29,3	29,3	1	СЧ-25	Відпал
32	Опора	7,1	7,1	1	СЧ-25	Відпал

1630

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

## 1.2 Вибір технології виготовлення виливків та характеристика виробництва

Цех потужністю 6800 тонн придатного литва за рік, відноситься до ливарних цехів серійного виробництва, для яких номенклатура складає не більше 200 найменувань і серійність не менше 1000 штук на рік.

Ливарний комплекс характерний для виготовлення виливків середньої складності з чавуну марок СЧ-20 та СЧ-25. Маса виливків – від 4,3 кг до 325,2 кг.

На основі типу виробництва, конфігурації та маси виливків технологією їх виготовлення у цеху, що проектується обираємо лиття у піщано-глинясті форми

Точна виробнича програма наведена в таблиці 1.2

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Таблиця 1.2 Точна виробнича програма ливарного цеху

інд.п озиц ії	Код деталі	найменування виробів і виливків	марка сплаву	маса виливка, кг		виливків на 1		річна програма випуску виливків						
				деталі	виливка	шт	кг	на основні вироби			на з/п		всього	
								шт	т	%	шт	т	шт	т
переша масова група до 100 кг														
1	ФЛ-61-2	Кришка верхня	СЧ-25	11,15	14,5	1	14,5	3754	54,43	10	417	6,05	4171	60,48
2	ФЛ-61-3	Кришка нижня	СЧ-25	8,08	10,5	1	10,5	3754	39,42	10	417	4,38	4171	43,80
3	ФЛ-61-4	Бугель	СЧ-20	17,92	23,3	1	23,3	3754	87,47	10	417	9,72	4171	97,18
4	ФЛ-61-5	Чашка верхня	СЧ-25	18,54	24,1	1	24,1	3754	90,47	10	417	10,05	4171	100,52
5	ФЛ-61-6	Чашка нижня	СЧ-25	12,15	15,8	1	15,8	3754	59,31	10	417	6,59	4171	65,90
6	ФЛ-61-7	Грибок	СЧ-25	8,62	11,2	1	11,2	3754	42,04	10	417	4,67	4171	46,72
7	ФЛ-61-8	Опора	СЧ-20	70,60	91,78	1	91,78	3754	344,54	10	417	38,27	4171	382,81
8	ФЛ-61-10	Кришка верхня	СЧ-25	20,77	27	1	27	3754	101,36	10	417	11,26	4171	112,62
9	ФЛ-61-11	Кришка нижня	СЧ-25	10,31	13,4	1	13,4	3754	50,30	10	417	5,59	4171	55,89
10	ФЛ-61-12	Бугель	СЧ-20	16,31	21,2	1	21,2	3754	79,58	10	417	8,84	4171	88,43
11	ФЛ-61-13	Чашка верхня	СЧ-25	22,62	29,4	1	29,4	3754	110,37	10	417	12,26	4171	122,63
12	ФЛ-61-14	Чашка нижня	СЧ-25	15,62	20,3	1	20,3	3754	76,21	10	417	8,47	4171	84,67
13	ФЛ-61-15	Грибок	СЧ-25	3,15	4,1	1	4,1	3754	15,39	10	417	1,71	4171	17,10
14	ФЛ-61-16	Опора	СЧ-25	4,15	5,4	1	5,4	3754	20,27	10	417	2,25	4171	22,52
15	ФЛ-61-18	Кришка верхня	СЧ-25	29,54	38,4	1	38,4	3754	144,15	10	417	16,01	4171	160,17
16	ФЛ-61-19	Кришка нижня	СЧ-25	19,08	24,8	1	24,8	3754	93,10	10	417	10,34	4171	103,44
17	ФЛ-61-20	Бугель	СЧ-20	24,77	32,2	1	32,2	3754	120,88	10	417	13,43	4171	134,31
18	ФЛ-61-21	Чашка верхня	СЧ-25	28,08	36,5	1	36,5	3754	137,02	10	417	15,22	4171	152,24
19	ФЛ-61-22	Чашка нижня	СЧ-25	19,69	25,6	1	25,6	3754	96,10	10	417	10,68	4171	106,78
20	ФЛ-61-23	Грибок	СЧ-25	20,85	27,1	1	27,1	3754	101,73	10	417	11,30	4171	113,03
21	ФЛ-61-24	Опора	СЧ-25	4,92	6,4	1	6,4	3754	24,03	10	417	2,67	4171	26,69
22	ФЛ-61-26	Кришка верхня	СЧ-25	44,92	58,4	1	58,4	3754	219,23	10	417	24,35	4171	243,59
23	ФЛ-61-27	Кришка нижня	СЧ-25	35,69	46,4	1	46,4	3754	174,19	10	417	19,35	4171	193,53
24	ФЛ-61-28	Бугель	СЧ-20	26,77	34,8	1	34,8	3754	130,64	10	417	14,51	4171	145,15
25	ФЛ-61-29	Чашка верхня	СЧ-25	29,54	38,4	1	38,4	3754	144,15	10	417	16,01	4171	160,17
26	ФЛ-61-30	Чашка нижня	СЧ-25	20,62	26,8	1	26,8	3754	100,61	10	417	11,18	4171	111,78
27	ФЛ-61-31	Грибок	СЧ-25	22,54	29,3	1	29,3	3754	109,99	10	417	12,22	4171	122,21
28	ФЛ-61-32	Опора	СЧ-25	5,46	7,1	1	7,1	3754	26,65	10	417	2,96	4171	29,61
друга масова група понад 100 кг до 350 кг														
29	ФЛ-61-1	Корпус вентиля	СЧ-20	86,62	112,6	1	112,6	3480	391,85	10	387	43,58	3867	435,42
30	ФЛ-61-9	Упор	СЧ-20	108,00	140,4	1	140,4	3480	488,59	10	387	54,33	3867	542,93
31	ФЛ-61-17	Корпус вентиля	СЧ-20	262,00	340,6	1	340,6	3480	1185,29	10	387	131,81	3867	1317,10
32	ФЛ-61-25	Корпус вентиля	СЧ-20	250,15	325,2	1	325,2	3480	1131,70	10	387	125,85	3867	1257,55
всього							1663	119032	5991,08		13224	665,90	132256	6656,97

### 1.3 Тип та структура цеху

Даний цех відноситься за типом виробничої програми до цехів дрібносерійного виробництва, його ступінь механізації середній.

Його структура складається з основних та допоміжних відділень (рис 1.1)

Виробничі відділення:

- 1) плавильне відділення;
- 2) формувально-складально-заливально-вибивальне відділення;
- 3) стрижневе відділення;
- 4) сумішоприготувальне відділення;
- 5) відділення фінішних операцій;

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
						15

6) термічне відділення;

7) модельне відділення;

Допоміжні відділення:

1) цехова лабораторія

2) ремонтне відділення

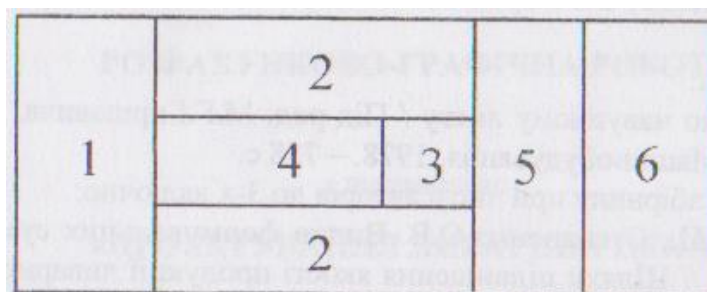


Рисунок 1.1 - Схема ливарного цеха

## 2 РЕЖИМИ РОБОТИ ТА ФОНДИ ЧАСУ

Після аналізу виробничої програми плануємо режим роботи цеху та окремих відділень, а також фонд часу роботи устаткування та робітників.

Враховуючи нашу серійність обираємо двох змінний режим роботи

Встановлюємо фонд часу роботи устаткування та робітників.

Календарний фонд часу роботи знаходимо за формулою [1]:

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

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

$P$  – кількість днів у році, днів  $P = 365$ ;

$D$  – кількість годин у добі, год.  $D = 24$  год.

Підставивши дані до формули (2.1), отримуємо:

$$\Phi_k = 365 * 24 = 8760 \text{ год.}$$

Номінальний фонд часу,  $\Phi_n$ , - час, протягом якого виконується робота за режимом без врахування неминучих втрат[]:

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

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

$C$  – кількість днів у році, без урахуванням святкових та вихідних, днів  $C = 250$  дні.;

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разроб.</i>		<i>Більченко О.С.</i>			<i>Лит.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Лук'яненко І.В.</i>				<i>17</i>	<i>91</i>
<i>Н. Контр.</i>		<i>Федоров Є.Г.</i>			Режими роботи та фонди часу КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЛВЧКМ Гр. ФЛ-61-1		
<i>Затв.</i>							

$\Gamma$  – кількість годин в залежності від кількості змін роботи,  $\Gamma = 8$  год. для однозмінного режиму роботи,  $\Gamma = 16$  год. – для двозмінного;  $\Gamma = 24$  год. – для тризмінного.;

При двохзмінному режимі роботи номінальний фонд роботи устаткування становитиме[5]:

$$\Phi_{\text{н}} = 250 * 8 * 2 = 4000 \text{ год.}$$

Дійсний фонд,  $\Phi_{\text{д}}$ , визначаємо за даною формулою:

$$\Phi_{\text{д}} = \Phi_{\text{н}} - B, \quad (2.3)$$

де  $\Phi_{\text{д}}$  – дійсний фонд, год;

$\Phi_{\text{н}}$  – номінальний фонд часу, год;

$B$  – витрати часу на освоєння виробництва та непередбачені втрати, год.

За умови 40-годинного робочого тижня і 4-х тижневої відпустки дійсний фонд часу для робітників становить [7]:

$$\Phi_{\text{д}} = 2000 - (4 * 40) = 1860 \text{ год.}$$

Усі дані щодо режиму роботи цеху і фондів часу наведено в таблиці 2.1

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 Режим роботи ливарного цеху та фонд часу

інд. Поз	найменування відділення, дільниці, тип устаткування	кількість робочих змін на добу	дійсний річний фонд часу роботи, год	
			устаткування	робітника
1	Плавильне відділення з дільницею підготовки шихти	2	3760	1860
2	Формувально-складально-заливально-вибивальне відділення	2	3600	1860
3	Стрижневе відділення	2	3640	1860
4	Сумішоприготувальне відділення	2	3680	1860
5	Відділення фінішних операцій	2	3680	1860
6	Термічне відділення	3	5640	1860
7	Допоміжні служби	1	1940	1860

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

### 3 ПРОЕКТУВАННЯ СУМІШОПРИГОТУВАЛЬНОГО ВІДДІЛЕННЯ

#### 3.1 Визначення кількості формувальної суміші та її рецептури

Основними компонентами при виготовленні виливка в разових піщано-глинястих формах є стрижневі та формувальні суміші, які поділяються на облицювальні, наповнювані та єдині.

Найвища продуктивність формувального устаткування і висока точність виливка забезпечується при використанні сирих піщано-глинястих сумішей.

Головними компонентами даних сумішей являється оборотна суміш, свіжий кварцовий пісок та головний зв'язувальний компонент, які забезпечують порівняно низьку собівартість формувальної суміші.

Стрижневі суміші використовуються в більш важчих умовах, ніж формувальні, це передбачено тим що майже вся поверхня стрижня контактує з рідким металом, піддаючись при цьому дії високих температур та тиску.

Для виготовлення форм обираємо піщано-глинясті суміші а для виконання стрижнів обираємо холодно твердні суміші, що забезпечить високу якість виливків за мінімальних затрат.

Так як у нас відсутні деякі технологічні дані на всю ноєнклатуру виробничої програми, а саме габаритні розміри виливки, розраховуємо витрати формувальної суміші на одну тону придатних виливків залежно від їх маси.

Відповідні дані занесені до таблиці 3.1

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разроб.</i>		<i>Більченко О.С.</i>			Проектування сумішоприготувного відділення	<i>Лит.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Лук'яненко І.В.</i>					20	91
<i>Н. Контр.</i>		<i>Федоров Є.Г.</i>				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЛВЧКМ Гр. ФЛ-61-1		
<i>Затв.</i>								

Таблиця 3.1 Витрати формувальної суміші на одну тону придатних виливків залежно від їх маси [8]

Групи виливків за масою, кг	Випуск виливків, т/рік	Витрати на суміш, т	
		Усієї або єдиної	
		На 1 тону виливків	За рік
До 100 кг	3180	10,5	33390
Більше 100 кг	3620	15	54300
			89690

Маючи дані по витратах формувальної суміші та її складу, обчислюємо затрати компонентів.

Результати обчислень занесені до таблиці 3.2

Таблиця 3.2 Склад суміші

Найменування суміші	витрати суміші, т/рік		витрати компонентів							
			оборотна суміш		кварцовий пісок		бентоніт		ЛСТ	
	розраховані	з урахуванням утрат	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
єдина	89690	103143,5	91	93860	7	3094,3	1,5	1547,152	0,5	515,717

### 3.2 Вибір типу змішувача.

При процесі виготовлення формувальної суміші використовують коткові змішувачі з вертикальною віссю обертання котків моделі 112М, Котки і плужки є основними робочими органами.

Основою машини служить кругле горизонтальне днище, яке спирається на чотири стійки і за допомогою їх кріпиться до фундаменту. У центрі днища змонтована тумба, в якій закріплені втулки вертикального вала. На вал зверху насаджена велика конічна шестерня. Остання з'єднана з малою конічною шестернею, укріпленою на горизонтальному валу. Вал що знаходиться в підшипнику, за допомогою еластичної муфти з'єднана з валом редуктора. Редуктор електродвигуна з бігунами змонтовані на фундаментній плити та з'єднаних між собою муфтою; в редукторі змонтовані дві пари циліндричних зубчасті коліс, вали яких встановлені у підшипниках.

В плечах траверси є отвори, крізь які проходять горизонтальні осі. На осі надіті важелі, в протилежних голівках яких закріплені осі з натягнутими на них котками. Котки забезпечені втулками, а на кінцях осей котків надіті підшипники. Котки не тільки обертаються навколо вертикальної і горизонтальної осей, а й переміщуються у вертикальній площині за рахунок повороту важелів [3].

3.3 Розрахунок кількості устаткування для сумішопригоувального відділення.

Обчислюється необхідна кількість коткових змішувачів [4]:

$$Z_m^2 = \frac{P_{ny} * K_n}{\Phi_d * q} \quad (3.1)$$

де  $P_{ny}$  – річна кількість не ущільненої суміші,  $m^3$   $P_{ny} = 87690 m^3$  ;

$K_n$  – коефіцієнт, нерівномірності видавання суміші,  $K_n = 2 \dots 3$ ;

$\Phi_d$  – дійсний фонд часу сумішоприготувального відділення, год.,  $\Phi_d = 3680$

$q$  – продуктивність змішувача,  $m^3 / год.$   $q = 12 m^3 / год$

підставляємо необхідні значення в формулу 3.1.

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

$$Z_M^2 = \frac{87690 \cdot 2}{3680 \cdot 12} = 3,9 \text{ шт.}$$

Приймаємо чотири змішувачі 112М.

Розрахунок коефіцієнта завантаження:

$$K_3 = N / n, \quad (3.2)$$

де  $K_3$  – коефіцієнт завантаження;

$N$  – розрахункова кількість машин;

$n$  – прийнята кількість машин.

$$K_3 = 3,9/4 = 0,97$$

Технічні характеристики змішувача наведені у таблиці 3.3

Таблиця 3.3 Технічні характеристики змішувача

Об'єм замісу, м <sup>3</sup>	1
Частота обертання ротора, об/хв	19
Діаметр чаші, мм	3200
Висота чаші, мм	500
Діаметр котків, мм	900
Ширина котків, мм	250
Маса одного котка, кг	1000
Мінім. Зазор між котком та дном чаші, мм	20
Кількість котків, од.	2
Кількість плужків, од.	3
Модель двигуна	AIP250S2
Потужність, кВт.	45

Ємність бункерів для формувальних сумішей розраховується із врахуванням забезпечення запасу суміші на 2...4 год роботи формувальних ліній або ділянок [4].

В сумішоприготувальному відділенні для регенерації суміші встановлюється охолоджувач оборотної суміші та плоске полігональне сито

### 3.4 Обчислення енергетичних втрат

Енергетичні витрати сумішоприготувального відділення включають в себе витрати на воду та електроенергію.

Витрати йдуть на силові установки технологічні потреби та освітлення сумішоприготувального відділення.

Витрати електроенергії на виробництво складаються з [4]

$$W=(W_T + W_c + W_o) \cdot k, \quad (3.3)$$

де  $W$  – загальні витрати електроенергії, кВт·год;

$W_T$  – річні витрати електроенергії на технологічні потреби, кВт·год;

$W_c$  – річні витрати електроенергії на електроприводи силового устаткування, кВт·год;

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

$k$  – коефіцієнт утрат електроенергії в мережі ( $k = 1,05$ ).

Варто зазначити, що показниками річних витрат на технологічні потреби у сумішоприготувальному відділенні можна знехтувати [5].

Витрати електроенергії по силових установках розраховуються окремо для устаткування безперервної та періодичної дії.

Для устаткування безперервної дії, витрати електроенергії визначаються за формулою:

$$W_{c.б}=\Sigma P_б \cdot \Phi_d \cdot \eta, \quad (3.4)$$

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

де  $W_{с.б}$  – витрати електроенергії для устаткування, яке працює безперервно, кВт·год;

$\Sigma P_б$  – сумарна моторна потужність устаткування, кВт;

$\Phi_д$  – дійсний фонд часу сумішоприготувального відділення, год;

$\eta$  – коефіцієнт використання потужності ( $\eta = 0,75$ )

В формулу 3.4 підставляємо значення :

$$W_{с.б} = 3680 \cdot 30 \cdot 0,75 = 82800 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

Для устаткування періодичної дії таких як: кран балка, змішувач обчислюємо за формулою:

$$W_{с.п} = \Sigma P_п \cdot t \cdot n \cdot \eta, \quad (3.5)$$

де  $W_{с.п}$  – витрати електроенергії на устаткування, періодичної дії, кВт·год;

$P_п$  – потужність приводу конкретного устаткування, кВт;

$t$  – тривалість робочого циклу конкретного устаткування, год;

$n$  – річна кількість циклів конкретного устаткування, шт.;

$\eta$  – коефіцієнт використання потужності ( $\eta = 0,75$ ).

Розраховуємо витрати електроенергії для змішувачів і кран-балки які експлуатуються в сумішоприготувальному відділенні.

$$W_{с.з} = 45 \cdot 0,1 \cdot 20000 \cdot 0,75 = 67500 \text{ кВт}\cdot\text{год},$$

$$W_{с.к} = 30 \cdot 0,1 \cdot 1000 \cdot 0,75 = 2250 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

Для обчислення загальних електроенергетичних витрат беремо суму витрат

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

$$W_c = 82800 + 67500 + 2250 = 152550 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

Витрати на освітлюваність електроенергії знаходимо за формулою:

$$W_o = 0,001 \cdot \rho \cdot F \cdot \Phi_o, \quad (3.6)$$

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

$\rho$  – середні витрати електроенергії за 1 год на 1 м<sup>2</sup> площі, Вт;

$F$  – площа, яка освітлюється, м<sup>2</sup> ;

$\Phi_o$  – річна кількість освітлювального навантаження, год.

Підставляємо значення в формулу 3.6:

$$W_o = 0,001 \cdot 15 \cdot 294 \cdot 2300 = 10143 \text{ кВт}\cdot\text{год}.$$

Тобто загальні енергетичні витрати на рік складають:

$$W = (152550 + 10143) \cdot 1,05 = 170827,65 \text{ кВт}\cdot\text{год}.$$

Для виготовлення формувальних сумішей витрати води знаходяться за формулою:

$$V_{\text{в.ф.}} = a \cdot P_{\text{ну}} / 100 \quad (3.7)$$

де  $V_{\text{в.ф.}}$  – витрати води для приготування формувальної суміші, м<sup>3</sup> ;

$a$  – частка вологи в суміші ( $a = 3,5\%$ );

$P_{\text{ну}}$  – річні витрати неущільненої суміші, м<sup>3</sup>

Підставляємо значення для обчислення в формулу 3.7:

$$V_{\text{в.ф.}} = 89073,87 \cdot 3,5 / 100 = 3117,5 \text{ м}^3$$

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

### 3.5 Проектування будівель

Проектований ливарний цех розташований в Україні, де температура для опалення в зимовий час становить  $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Температура для вентиляції у зимовий час становить  $-6$ , у літній –  $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Тривалість опалювального сезону становить – 150 днів. Максимальна глибина промерзання ґрунту 1м [2].

При проектуванні відділення, необхідно врахувати, що там постійно будуть: змішувачі для сумішей, стрічкові конвеєри та бункери для різних матеріалів, елеватори, магнітний сепаратор і сито полігональне. По периметру у сумішопріготувальному відділенні мають бути розташовані колони, на які встановлено кран, вони виконуються перерізом  $400\times 600$  мм, крок між якими складає 6 м. Розміри відділення мають бути  $18\times 13$  метрів, тобто площа його складатиме 234 квадратних метрів. Підлога у відділенні має бути встелена збірними залізобетонними плитами [2]. Будівлі будуть зведені з залізобетонних плит, встановленні вони будуть горизонтально на фундаменті. Товщина внутрішніх стін 380 мм, а тих що піддаються навантаженню 380 мм. Перегородки окремих діляниць цеху виконуються із склоблоків, а стіни лабораторії дослідження сумішей із цегли. Максимальна глибина закладання фундаменту, виходячи з умов промерзання ґрунту зазначеної території, повинна відповідати наступним параметрам: зовнішні фундаменти – 1,25 м, внутрішні фундаменти – 1 м [2].

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

## 4 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «УПОР»

### 4.1 Розроблення технології виготовлення виливка

#### 4.1.1 Загальна характеристика литої деталі

Деталь “Упор” виготовляється з чавуну СЧ-20, має масу 108 кг та габаритні розміри 600x280x450 мм.

Забезпечення потрібних експлуатаційних властивостей деталей залежить також від якості виливка, основними показниками якого являються механічні та експлуатаційні властивості.

Конструкція литої деталі не відповідає вимогам ливарної технологічності:

- зовнішня поверхня виливка не забезпечує безперешкодне вилучення моделі з форми, тому необхідно застосовувати відокремлювані частини та встановлювати зовнішні стрижні;

- має достатню кількість отворів для зручності оформлення стрижнями внутрішніх порожнин виливка, виконання обрубних операцій, а також транспортування виливка.

Хімічний склад чавуну марки СЧ 20 ГОСТ 1412-85 та його механічні властивості наведено у таблиці 4.1 та 4.2 відповідно.

Таблиця 4.1 Масова частка компонентів СЧ 20

Елемент	C,%	Si,%	Mn,%	P,%	S,%
Рекомендований	3,2...3,	1,4...2,	0,7...1,0	<0,2	<0,15
вміст	4	2			

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разроб.</i>		<i>Більченко О.С.</i>			<i>Лит.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Луцяненко І.В.</i>				28	91
<i>Н. Контр.</i>		<i>Федоров Є.Г.</i>			Технологія ливарної форми виливка «упор» КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЛВЧКМ Гр. ФЛ-61-1		
<i>Затв.</i>							

Таблиця 4.2 Властивості СЧ 20

Механічні властивості	Значення
Границя міцності на розтяг	200..220 МПа
Твердість	190...241 НВ
Границя міцності на стиск	220...250 МПа

В нашому випадку переважна товщина стінок вилівка складає 40 мм; маса вилівка – 170 кг.

Даний вилівок за складністю конфігурації відноситься до 3 групи – вилівки середньої складності відкритої коробчастої форми.

4.1.2 Обґрунтування положення моделі у формі й вибір площини рознімання моделі і форми

При виборі площини розніму моделі (форми) керуємося наступними правилами:

рознім моделі один і він горизонтальний;  
 основна частина вилівка в нижній напівформі;  
 більшість оброблювальних поверхонь в нижній частині;  
 зручність та надійність встановлення стрижнів;  
 надійність, та можливість контролю правильності збирання;  
 зручність підведення металу, забезпечення повного заповнення,  
 зручність встановлення надливів, холодильника та організація направленою затвердіння.

Лінію рознімання моделі і форми показуємо тонкою лінією, яка закінчується знаком "X - X", над якою показуємо позначення - МФ.

Напрямок рознімання показуємо суцільною основною лінією, обмеженою стрілками і перпендикулярною до лінії рознімання (рис. 4.1).

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29



Рисунок 4.1 - Позначення лінії рознімання на кресленні

#### 4.1.3 Припуски на механічне оброблення поверхонь виливка

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

Величину припусків на механічне оброблення призначаємо у відповідності до вимог ГОСТ 26645-85. Вибір зводимо до таблиці 4.2, 4.3.

На вертикальні поверхні призначаємо конструктивні (формувальні) ухили, які забезпечують легке витягування моделі із напівформи чи стрижня із стрижневого ящика без порушення цілісності форми (стрижня), їх надаємо у напрямі витягування моделі з форми.

Точність виливка 10-4-14-10 ГОСТ 26645-85.

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Таблиця 4.2 Припуски на механічне оброблення поверхонь виливка за ГОСТ 26645-85

Найменування	Характеристика
Вид технологічного процесу	Лиття у сухі форми
Тип сплаву	СЧ 20
Маса деталі, кг	108
Найбільший габаритний розмір, мм	600
Найменший розмір, мм	25
Клас розмірної точності виливка	10
Ступінь жолоблення виливка	4
Ступінь точності поверхонь виливка	14
Клас точності мас	10
Ряд припуску на механічне оброблення	2

Таблиця 4.3 Припуски розмірів

Розмір, мм	Допуск розміру, мм	Допуск форми, мм	Загальний допуск, мм	Оброблення	Загальний припуск, мм
70	1,1	0,40	1,1	напівчистове	1,3
300	1,6	1,00	1,6		1,8
R610	1,8	2,00	1,8		1,9
R840	2,0	3,20	2,0		2,1
R870	2,0	3,20	2,0		2,1

#### 4.1.4 Вибір меж стрижнів та розмірів знаків

Вибір стрижневим знаків здійснюється залежно від розмірів стрижня та виливка відповідно до вимог ГОСТ 3212-92.

В нашому випадку використовуються 4 внутрішніх стрижня для виконання 4 однакових отворів, та 1 стрижень для того щоб відтворити конфігурацію деталі і забезпечити вилучення моделі. Всі стрижні встановлюються в нижній півформі за допомогою вертикальних знаків.

Довжину вертикальних знаків вибираємо у відповідності до ГОСТ 3112-92 . Вибір зводимо до таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 Розміри горизонтальних знаків

Позначення		Знак				
Довжина стрижня L, мм		4	40	40	40	30
		0				
(a+b)/2 або D, мм		6	65	65	65	140
		5				
Формувальні ухилення		1	10°00	10°00	10°00	7°00
		0°00				
Довжина знака l, мм	табли	2	25	25	25	35
	чна	5				
	прий	2	25	25	25	35
		маємо	5			
Величина зазору, мм	S <sub>1</sub> ,	0,	0,7	0,7	0,7	1,0
		7				

Інші не вказані розміри та величини див. аркуш “Упор”.

Стрижні та їх знаки зображуємо за масштабом креслення суцільною тонкою чорною лінією. Стрижні в розрізі штрихуємо тільки біля контурних ліній, довжина штрихових ліній 3...30 мм.

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

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4.2 Вибір типу та розрахунок розмірів опок

### 4.2.1 Визначення кількості виливків у формі та їх розміщення

Враховуючи габаритні розміри 600\*280\*450 мм та масу 108 кг, а також розміщення елементів ливникової системи у формі розміщуємо два виливка.

### 4.2.2 Розрахунок розмірів опок

Опока - пристрій, що слугує для утримання формувальної суміші, надання йому міцності та жорсткості, виконанню під'ємнотранспортних операцій.

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

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

Основна задача при виборі розмірів опок мінімізувати витрати формувальної суміші.

В нашому випадку у формі розміщено два виливка підведення металу здійснюємо у місце, так як показано на рисунку 4.2.

Так, як наш виливок відноситься до середніх виливків за масою то відстані від виливка до стінок опоки приймаємо у відповідності з таблицею 4.5.

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

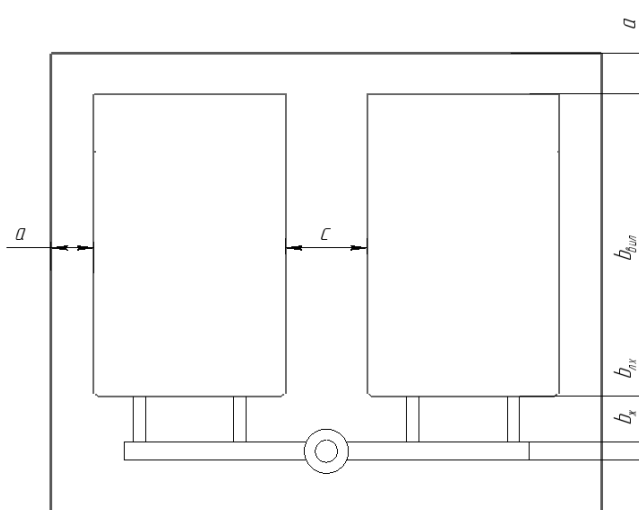


Рисунок 4.2 – Схема розміщення виливків у формі

Таблиця 4.5 Відстані від виливка до стінок опоки

Позначення	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
Рекомендовано, мм	50... 75	75...100 0	100...125	75...100
Приймаємо, мм	60	100	100	100

Довжина опоки:

$$l_{on} = 2l_{вил} + 2a + c, \quad (4.2.1)$$

де  $l_{on}$  - розрахункова довжина опоки, мм;

$l_{вил}$  - довжина виливка, мм;

$c$  - відстань між виливками, мм;

$a$  - відстань від виливка до стінок опоки, мм .

$$l_{on} = 2 * 450 + 2 * 60 + 100 = 1120 \text{ мм}$$

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

ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ

Арк.

35

Ширина опоки:

$$b_{оп} = b_{вил} + 2a + b_{лх} + b_{жив} \quad (4.2.2)$$

$$b_{оп} = 600 + 2 \cdot 60 + 100 + 40 = 860 \text{ мм}$$

де  $b_{оп}$  - розрахункова ширина опоки, мм;

Висота нижньої опоки:

$$H_{нижн. оп.} = H_{нижн. мод.} + b, \quad (4.2.3)$$

де  $H_{нижн. мод.}$  - частина моделі виливка, яка знаходиться в нижній опоці;

$b$  - відстань від низа опоки до низа моделі.

$$H_{нижн. оп.} = 173 + 100 = 273 \text{ мм}$$

Висота верхньої опоки:

$$H_{вер. оп.} = H_{вер. мод.} + d, \quad (4.2.4)$$

де  $H_{вер. мод.}$  - частина моделі виливка в верхній опоці;

$d$  - відстань від верха моделі до верха опоки.

$$H_{вер. оп.} = 108 + 100 = 208 \text{ мм.}$$

За ГОСТ 15008-69 обираємо опоки, що мають найближчі розміри:

$$l \times b \times \frac{h_g}{h_n} = 1200 \times 1000 \times \frac{350}{350} \text{ мм.}$$

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

#### 4.2.3 Характеристика вибраних опок

За конфігурацією розрізняють квадратні, прямокутні та круглі опоки. Крім цього вони можуть бути литі, ті що збираються за допомогою зварювання (зварні), болтів, а також комбіновані.

В даному курсовому проекті використовуємо литі чавунні опоки, прямокутної форми з розмірами що вказані у попередньому пункті.

Маса опок складає:

$$m_{on} = 500 \text{ кг} .$$

Для фіксованого сполучення парних форм після вилучення моделі за площиною їх роз'єму парні опоки мають бокові приливи з центрувальними і фіксувальними втулками, у отвір яких з мінімальним зазором встановлюють відповідні штирі.

Великогабаритні опоки для додаткового механічного утримання формувальної суміші з боку контрладу мають ребра жорсткості (хрестовини). За висотою і розташуванням хрестовини відносно елементів моделі повинні утворювати зазор у декілька сантиметрів для формувальної суміші. Для полегшення видалення газів під час нагрівання суміші металом виливка у боковинах опок передбачають вентиляційні отвори.

Скріплення приливів опок проводимо за допомогою скоб.

Транспортування опок а також готових напівформ виконуємо за допомогою цапф.

Переріз стінок (боковин) опок зазвичай має двотавровий переріз з плоским шліфованим нижнім торцем (ладом) і плоским верхнім торцем (контрладом).

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

### 4.3 Розрахунок ливникової системи

4.3.1 Обґрунтування вибраної конструкції ливникової системи й місця підведення металу в форму.

Ливникова система – це система каналів і елементів ливарної форми для підведення розплавленого металу в порожнину форми, забезпечення її заповнення і живлення виливка під час його твердіння.

Призначення ливникової системи:

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

Однією з важливих умов отримання якісного виливка являється правильна конструкція ливникової системи. Враховуючи розміри нашого виливка, товщину стінки а також масу, застосовується бокова ливникова система з підведенням розплаву по площині рознімання. Елементи ливникової системи: стояк, ливниковий хід та живильники.

### 4.3.2 Розрахунок площ основних елементів ливникової системи

Маса деталі (за кресленням) складає 108 кг.

Масу виливка розраховуємо за формулою:

$$G_{\text{в}} = G_{\text{де}} * 1,3 \quad (4.3.1)$$

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Де  $G_B$  - маса виливка, кг;

$G_{де}$  – маса деталі, кг.

Підставивши дані до формули (4.3.1) маємо:

$$G_B = 108 * 1,3 = 140,4 \text{ кг.}$$

Розрахунок ливникової системи починаємо з визначення площі найвужчого перерізу ливникової системи – перерізу живильників.

Розраховуємо дану площу за формулою Озана-Дітерта:

$$\sum F_{жив} = \frac{G_B}{\mu * t * 0.31 \sqrt{H_p}} \quad (4.3.2)$$

де  $\sum F_{жив}$  – площа перерізу живильників на 1 виливок, см;

$G_B$  – маса виливка, кг;

$\mu$  – коефіцієнт втрат напору на подолання місцевих опорів,  $\mu = 0,35$ ;

$t$  – тривалість заповнення форми розплавом, с;

$H_p$  – розрахунковий металостатичний напір, см.

Тривалість заповнення форми визначається за формулою:

$$t = S \sqrt{G_B}, \quad (4.3.3)$$

де  $t$  – тривалість заповнення форми, с;

$S$  – коефіцієнт часу,  $S=1,9$ ;

$G_B$  – маса виливка, кг.

Підставивши дані до формули (4.3.3) отримуємо:

$$t = 1.9 \sqrt{140.4} = 22.5 \text{ с.}$$

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Металостатичний напір розраховують за формулою:

$$H_p = H_0 - \frac{p \cdot p}{2 \cdot c}, \quad (4.3.4)$$

де  $H_p$  – металостатичний напір, см;

$H_0$  – відстань по вертикалі від рівня металу в ливниковій воронці до вводу металу в порожнину форми,  $H_0 = 350 \text{ мм} = 35 \text{ см}$ ;

$p$  – висота вилівка, що знаходиться вище осі роз'єму, см;

$c$  – висота вилівка в положенні при заливанні, см.

У даному випадку:

$$H_p = 35 - \frac{17.2}{2} = 26,4 \text{ см.}$$

Підставивши дані до формули (4.3.2) отримуємо:

$$\Sigma F_{\text{жив}} = \frac{140,4}{0,35 \cdot 22,5 \cdot 0,31 \sqrt{26,4}} = 11 \text{ см}^2$$

Приймаємо таке співвідношення елементів ливникової системи:

$$\Sigma F_{\text{жив,ф}} : \Sigma F_{\text{ш}} : \Sigma F_{\text{ст}} = 1 : 1,06 : 1,1$$

де  $\Sigma F_{\text{жив,ф}}$  – сумарна площа перерізу живильників на форму,  $\text{см}^2$ ;

$\Sigma F_{\text{ш}}$  – сумарна площа перерізу шлаковловлювачів,  $\text{см}^2$ ;

$\Sigma F_{\text{ст}}$  – сумарна площа перерізу стояка,  $\text{см}^2$ .

Сумарну площу перерізу живильників на форму розраховуємо за формулою:

$$\Sigma F_{\text{жив,ф}} = \Sigma F_{\text{жив,ф}} * n \quad (4.3.5)$$

де  $\Sigma F_{\text{жив,ф}}$  – сумарна площа перерізу живильників на форму,  $\text{см}^2$ ;

$\Sigma F_{\text{жив}}$  – площа перерізу живильників на 1 вилівок,  $\text{см}^2$ ;

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

n – кількість виливків у формі, шт.

Підставивши дані до формули (4.3.5) отримуємо:

$$\Sigma F_{\text{жив,ф}} = 11 * 1 = 11 \text{ см}^2$$

$$\Sigma F_{\text{ш}} = \Sigma F_{\text{жив,ф}} * 1,06 = 11 * 1,06 = 12 \text{ см}^2$$

$$\Sigma F_{\text{ст}} = \Sigma F_{\text{жив,ф}} * 1,1 = 11 * 1,1 = 12,1 \text{ см}^2$$

#### 4.3.3 Розрахунок лінійних розмірів елементів ливникової системи

Розраховуємо розміри поперечного перерізу живильника.

Для підведення металу у порожнину форми використовуємо чотири живильники трапецеподібної форми (рис. 4.3).

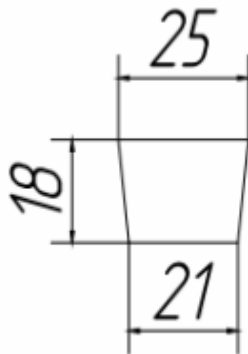


Рисунок 4.3 – Розміри перерізу живильника

Площа поперечного перерізу одного живильника становить:

$$F_{1\text{жив}} = \frac{\Sigma F_{\text{жив,ф}}}{n} \quad (4.3.6)$$

де  $F_{1\text{жив}}$  – площа перерізу 1 живильника, см<sup>2</sup>;

$\Sigma F_{\text{жив,ф}}$  – сумарна площа перерізу живильників на форму, см<sup>2</sup>;

n – кількість живильників на форму, шт.

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

$$F_{1\text{жив}} = \frac{11}{4} = 2,75 \text{ см}^2$$

Розраховуємо розмір живильника:

$$h_{\text{жив}} = (0,6 \dots 0,8) * \delta$$

де  $h_{\text{жив}}$  – висота живильника, см;

$\delta$  – товщина стінки виливка у місці підведення металу, см.

$$h_{\text{жив}} = 0,7 - 2,5 = 1,8 \text{ см.}$$

Враховуючи висоту  $h_{\text{жив}}$  та  $F_{1\text{жив}}$  приймаємо розміри:

$$b1 = 2,5 \text{ см;}$$

$$b2 = 2,1 \text{ см.}$$

Площа поперечного перерізу шлаковловлювача дорівнює половині сумарної поперечної площі шлаковловлювачів у формі:

$$F_{\text{ш}} = \frac{\Sigma F_{\text{ш}}}{2} = \frac{17}{2} = 8,5 \text{ см}^2.$$

Приймаємо шлаковловлювач трапецеподібної форми (рис. 4.4.).

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

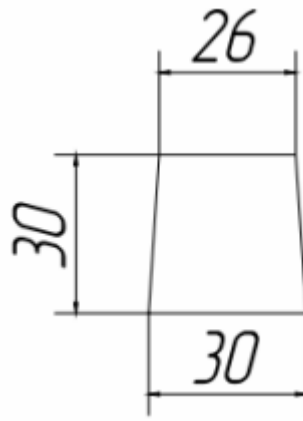


Рисунок 4.4 – Розміри перерізу шлаковловлювача

Розраховуємо розмір шлаковловлювача:

$$h_{\text{ш}} = (2 \dots 3) h_{\text{жив}}, \quad (4.3.7)$$

де  $h_{\text{ш}}$  – висота шлаковловлювача, см;

$h_{\text{жив}}$  – висота живильника, см.

$$h_{\text{ш}} = 2 * 1,8 = 3,6 \text{ см.}$$

Враховуючи висоту  $h_{\text{ш}}$  та  $F_{\text{ш}}$  приймаємо розміри:

$$b_3 = 2,6 \text{ см;}$$

$$b_4 = 3,0 \text{ см.}$$

Розраховуємо значення діаметра стояка (рис. 4.5):

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D_{ст} = \sqrt{\frac{4 \sum F_{ст}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 17,4}{3,14}} = 4,7 \text{ см} = 47 \text{ мм}$$



Рисунок 4.5 – Розміри перерізу стояка

Кут конусності приймаємо рівним 3°.

Використовуємо ливникову чашу.

Діаметр випорів приймаємо рівними половини товщини стінки у місцях їх встановлення.

#### 4.4 Формувальні та стрижневі суміші

##### 4.4.1. Обґрунтування вибору складу сумішей

Основні вимоги, яким повинні відповідати формувальні суміші - це міцність і стійкість до високих температур. У технологічному процесі лиття чавуну широко використовуються суміші на основі рідкого скла. Вони відмінно витримують високі температури і використовуються при виробництві форм для великих виробів зі чавуну.

Для виробництва виливків невеликої маси широке застосування отримали піщано-глинясті суміші. Їх застосування дозволяє значно скоротити тривалість технологічного циклу, підвищуючи продуктивність і якість виливків. Однак при цьому споживання свіжих матеріалів дещо збільшується.

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

#### 4.4.2 Рецептатура та властивості суміші

Для виготовлення ливарної форми застосовуємо сиру піщано-глинясту суміш, а для виготовлення стрижнів застосовуємо ХТС. Склад та властивості вибраних сумішей заносимо в таблицю 4.6 та 4.7

Таблиця 4.6 – Склад і властивості суміші для формування по-сирому

Вид суміші	Склад суміші, мас.%				Властивості			
	оборотна суміш	кварцовий пісок	бентоніт	ЛСТ	зерновий склад	міцність при стиску, МПа	вологість, %	вміст активного бентоніту,
Єдина для машинного формування	91	7	1,5	0,5	0,16...0,2	0,05...0,07	3...3,5	4...6

Таблиця 4.7 - Склад та властивості ХТС на основі смоли

Склад ХТС, мас. %			Властивості			
кварцовий пісок	смола ФФ-ІФ	затверджу-вач БСК	живучість, хв.	міцність при розриві через 1 год. МПа	міцність при розриві через 24год. МПа	час твердіння, хв.
97,5...96,9	2,0...2,5	0,5...0,6	5...10	≥0,15	0,7	≤ 60

Кварцовий пісок, що використовується у формувальній та стрижневій сумішах, як наповнювач, вибираємо за ГОСТ 2138-91.

#### 4.4.3 Методи запобігання утворення пригару

Для запобігання утворенню пригару використовують протипригарну самовисихаючу фарбу (табл.4.8), фарбуємо лише стрижень, оскільки форма сира, і в суміш вводиться протипригарна добавка.

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Таблиця 4.8 – Склад та властивості протипригарної самовисихаючої фарби

Інд. поз.	Найменування параметра	Значення
1	Призначення фарби	Чавунне литво
2	Дистенсиліманітовий Концентрат,% мас.	74
3	Алюмохромфосфат- ний зв'язувальний концентрат, % мас.	25,4
4	Сульфонол,% мас.	0,6
5	Живучість, год	>12

#### 4.4.4 Технологія приготування сумішей

Приготування піщано-глинястої суміші відбувається у коткових змішувачах періодичної дії.

Виготовлення ХТС виконується в лопатевих змішувачах безперервної дії.

Процес приготування сумішей складається з таких операцій:

-дозування всіх компонентів суміші, в тому числі і рідких зв'язувальних компонентів та води;

-завантажування їх у змішувачі в певній послідовності, спочатку подаються сухі компоненти(оборотна суміш, кварцовий пісок, глина), а потім вода;

-перемішування компонентів для забезпечення однорідності та заданих властивостей готових сумішей.

При приготуванні протипригарних фарб з окремих компонентів спочатку готують рідку композицію з розчину зв'язувального компонента, суспензувальних та інших речовин, які утворюють колоїдний розчин. Вміст

розчинника в композиції на 20...30% менший від тієї кількості, яка необхідна для одержання суспензії із заданою густиною.

Тип фарбо змішувача – механічний з частотою обертання 120 об/хв.

#### 4.5 Характеристика модельного комплекту

##### 4.5.1 Обґрунтування вибраного матеріалу

Для виготовлення моделі вилівка, а також виготовлення стрижневих ящиків застосовуємо алюмінієві модельні комплекти. Порівняно з дерев'яними вони довговічніші, мають значно вищу точність і сталість розмірів, гладку робочу поверхню, не деформуються під час зберігання. Для виготовлення модельного комплекту для вилівка «Упор» використовуємо алюмінієвий сплав марки АК5М2 ДСТУ 2839-94. Моделі та стрижневі ящики з цього сплаву забезпечать нам достатню міцність, зносостійкість, корозійну стійкість, легко оброблюються.

##### 4.5.2 Склад модельного комплекту

Для виготовлення нашого вилівка модельний комплект має склад:

модельна плита низу (1 шт.);

модельна плита верху (1 шт.);

модель верху (2 шт.);

модель низу (2 шт.);

моделі елементів ливникової системи: 4 живильника, 2 шлакоуловлювача , 1 стояк,

стрижневі ящики (3 шт.);

відокремлювані частини моделі (2 шт.).

До допоміжних елементів належать:

кондуктори для збирання і зачищення стрижнів;

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шаблони і кондуктори для контролю стрижнів і збирання форм;  
опоки, штирі і скоби для скріплення опок тощо.

#### 4.5.3 Особливості конструкції моделей

В даному випадку модель є роз'ємною. Для зменшення маси модельного комплекту та економії матеріалу, модель виконуємо порожнистою з товщиною стінки 20 мм ГОСТ 21079-75. Для надання моделі жорсткості у порожнині виконуємо відповідні ребра товщиною 12 мм на всю висоту ГОСТ 21079-75.

За конструкцією стрижневий ящик роз'ємний. Його виготовляють із двох частин. Площина розніму – горизонтальна. Робочі розміри ящика 79x44x74 мм. Скріплюємо ящик гвинтом, centruємо штирем.

Стрижневі знаки моделі виконуємо у відповідності з вимог ГОСТ 3212-92.

Готову модель фарбуємо у відповідності до ГОСТ 3212-92.

Робочі розміри моделей вилівка:

$$\alpha = l_p(1 + Y/100), \quad (4.6.1)$$

де  $l_p$ -розмір деталі, мм

Y – усадка вилівка, %

$$\alpha_1 = 656 \cdot (1 + 1/100) = 663 \text{ мм}$$

$$\alpha_2 = 408 \cdot (1 + 1/100) = 412 \text{ мм}$$

$$\alpha_3 = 350 \cdot (1 + 1/100) = 354 \text{ мм}$$

$$\alpha_4 = 179 \cdot (1 + 1/100) = 181 \text{ мм}$$

Кріплення моделей на модельній плиті здійснюємо 32-ма болтами М8, центрування моделей на модельній плиті здійснюємо за допомогою 16 штифтів.

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

#### 4.5.4 Галтелі, знаки, марки фарб і колір фарбування моделей

Усі переходи між собою пересіченими поверхнями плавні, мають галтелі, радіусом 5 мм (для моделей). Галтелі стрижневих ящиків мають радіус 4...5 мм.

Стрижневі знаки на моделі виконуємо у відповідності з ГОСТ 3212-92

Готові моделі фарбуємо у відповідності до ГОСТ 3212-92:

- у сірій колір - модельний комплект, що використовується для виготовлення виливків зі чавуну;
- у чорний колір - поверхні стрижневих знаків та інших частин що не заливаються.

#### 4.6 Технологія виготовлення та складання ливарної форми

4.6.1 Послідовність виконання операцій під час виготовлення ливарної форми

Для формування виливка використовується струшувальна формувальна машина моделі 253М – з перекидним столом та витяжним механізмом.

Машина виконує наступні операції: ущільнення формувальної суміші струшуванням, допресування, виймання моделі з увімкненням вібраторів, установка півформ на конвеєр.

Порядок операцій при формуванні:

- на перфоровану плиту формувальної машини встановлюємо та закріплюємо модельну плиту з моделями;
- проводимо покриття поверхні моделі та площини рознімання роздільним покриттям;
- встановлюємо опоку, centruємо та фіксуємо відносно модельної плити;
- затискаємо опоку з модельною плитою та наповню вальною рамкою між перфорованою рамкою та розсікачем;

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

- вилучаємо відокремлювані частини;
- відкриваємо жалюзі бункера та заповнюємо опоку формувальною сумішшю;
- вмикаємо режим струшування, відбувається ущільнення суміші;
- вмикаємо режим пресування, відбувається допресовка суміші;
- надлишок суміші зрізаємо;
- встановлюємо холодильник;
- виконуємо вентиляційні канали;
- вмикаємо механізм витяжки моделі;
- готова напівформа кантується та встановлюється на конвеєр;
- встановлюємо стрижні;
- збираємо форму.

#### 4.6.2 Технологія виготовлення стрижнів

Для повного відтворення внутрішньої, а також зовнішньої конфігурації вилівка застосовуємо стрижні, які відносяться до стрижнів середньої складності по конфігурації.

Робочий процес в піскострільній стрижневій машині відбувається таким чином: на притискний стіл встановлюють стрижневий ящик. Потім через отвір в бічній поверхні станини відбувається подача стисненого повітря, далі стиснене повітря проходить в робочий резервуар. У піскострільному резервуарі є гільза з вузькими вертикальними прорізами в її нижній частині і горизонтальними прорізами у верхній частині, через які надходить стиснене повітря.

Після того, як шибер відкриє впускний отвір гільзи, стрижнева суміш, що знаходиться в бункері, за допомогою живильника сповзає по стінкам лотка і заповнює гільзу. подача суміші припиняється, коли вимикається живильник і шибер перекриває впускний отвір гільзи. Одночасно стіл притискає стрижневий ящик до насадки, відбувається відкриття клапана дугтя [6].

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Далі велика порція стисненого повітря миттєво перетікає в порожнину гільзи і своїм тиском виштовхує порцію суміші в стрижневий ящик. Миттєве протікання процесу заповнення сумішшю стрижневого ящика нагадує постріл. Це пояснюється звуженням потоку суміші під дією тиску стисненого повітря.

Витримують стрижень 30...40 хв в стрижневому ящику для твердіння суміші.

Притискний стіл опускається, ящик розтискається. Стрижневий ящик знімається зі столу машини, з нього виймається стрижень, і цикл повторюється

#### 4.6.3 Складання форми

Складання форми виконуємо на ливарному конвєсєрі. Основні технологічні операції збирання і послідовність їхнього виконання:

Підготовка форми до складання. Встановлюємо нижню півформу у горизонтальному положенні. Поверхні півформ очищаємо.

Підготовка стрижнів до збирання. Усі тріщини, отвори, не призначені для вентиляції стрижнів, ретельно зашпаровуємо. Ушкоджені місця виправляємо стрижневою сумішшю, та зафарбовуємо.

Складаємо та встановлюємо стрижні в нижню півформу.

Проводимо накриття нижньої півформи верхньою.

#### 4.6.4 Розрахунок піднімальної сили

Загальна піднімальна сила металу, яка діє на верхню півформу, розраховується за формулою:

$$P_{\Sigma} = k \cdot (P_{\text{впф}} + \Sigma P_{\text{сті}} + P_{\text{л.с.}}) - (G_{\text{впф}} + \Sigma G_{\text{сті}}), \quad (4.7.1)$$

де  $k$  – коефіцієнт, який враховує гідравлічний удар у момент закінчення заливання,  $k = 1,4$ ;

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

$P_{\text{впф}}$  – сила тиску рідкого металу на верхню півформу в порожнині ливарної форми, Н;

$G_{\text{впф}}$  – вага верхньої півформи, Н;

$P_{\text{сті}}$  – Архімедова сила, що діє на і-й стрижень, Н;

$G_{\text{сті}}$  – вага і-го стрижня, Н;

$P_{\text{л.с.}}$  – сила тиску на верхню півформу в ливниковій системі, Н;

Складові формули розраховуємо за наступною методикою:

$$P_{\text{впф}} = F_{\text{г.пр.}} \cdot n \cdot \rho_{\text{м}} \cdot g \cdot h_{\text{ср}}, \quad (4.7.2)$$

де  $F_{\text{г.пр}}$  – площа горизонтальної проекції вилівка, на яку діє піднімальна сила:  $F_{\text{г.пр}} = 0,26 \text{ м}^2$  ;

$\rho_{\text{м}}$  – щільність рідкого металу:  $\rho_{\text{м}} = 7000 \text{ кг/м}^3$ ;

$h_{\text{ср}}$  – середній металостатичний напір:  $h_{\text{ср}} = 0,33 \text{ м}$ ;

$n$  – кількість виливків у формі :  $n = 2$ ;

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

$$P_{\text{впф}} = 0,26 \cdot 2 \cdot 7000 \cdot 9,81 \cdot 0,33 = 11784 \text{ Н.}$$

Розраховуємо вагу верхньої півформи:

$$G_{\text{впф}} = (m_{\text{оп}} + m_{\text{сум}}) \cdot g, \quad (4.7.3)$$

де  $m_{\text{оп}}$  – маса верхньої опоки, кг;

$m_{\text{сум}}$  – маса суміші в верхній напівформі, кг.

$$m_{\text{сум}} = (l_{\text{оп}} \cdot b_{\text{оп}} \cdot h_{\text{оп}} - (V_{\text{в}}' + V_{\text{ст}}') \cdot n) \cdot \rho_{\text{сум}}, \quad (4.7.4)$$

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

$V_{\text{в}}'$  - частина об'єму вилівка, що знаходиться у верхній півформі,  $\text{м}^3$ ;

$V_{\text{ст}}'$  - частина об'єму стрижнів, які знаходяться у верхній півформі,  $\text{м}^3$ ;

$\rho_{\text{сум}}$  – щільність формувальної суміші :  $\rho_{\text{сум}} = 1650 \text{ кг/м}^3$ .

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$m_{\text{сум}} = (1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,35 - (0,0271 + 0,0042) \cdot 2) \cdot 1650 = 590 \text{ кг.}$$

$$G_{\text{впф}} = (500 + 590) \cdot 9,81 = 10692 \text{ Н.}$$

Розраховуємо Архімедову силу, що діє на стрижні:

$$\Sigma P_{\text{сті}} = n \cdot V_{\text{сті}} \cdot \rho_{\text{м}} \cdot g, \quad (4.7.5)$$

де  $V_{\text{сті}}$  – частина об'єму і-го стрижня, що знаходиться під дією Архімедової сили, Н;

На стрижні діє Архімедова сила,  $V_{\text{сті}} = 0,000465 \text{ м}^3$ ,  $V_{\text{сті}} = 0,00015 \text{ м}^3$

$$\Sigma P_{\text{сті1}} = 2 \cdot 0,000465 \cdot 7100 \cdot 9,81 = 65 \text{ Н}$$

$$\Sigma P_{\text{сті2}} = 8 \cdot 0,00015 \cdot 7100 \cdot 9,81 = 84 \text{ Н}$$

Розраховуємо вагу стрижнів:

$$\Sigma G_{\text{сті}} = n \cdot V_{\text{сті}} \cdot \rho_{\text{сум}} \cdot g, \quad (4.7.6)$$

де  $V_{\text{сті}}$  – об'єм стрижня,  $\text{м}^3$ .

$$\Sigma G_{\text{сті.1}} = 2 \cdot 0,0028 \cdot 1650 \cdot 9,81 = 91 \text{ Н.}$$

$$\Sigma G_{\text{сті.2}} = 8 \cdot 0,00015 \cdot 1650 \cdot 9,81 = 20 \text{ Н.}$$

Розраховуємо силу тиску на верхню півформу в ливниковій системі:

$$P_{\text{л.с.}} = (b_{\text{ж}} \cdot l_{\text{ж}} \cdot n_{\text{ж}} + b_{\text{к}} \cdot l_{\text{к}}) \cdot g \cdot h_{\text{м}} \cdot \rho_{\text{м}}, \quad (4.7.7)$$

де  $b_{\text{ж}}$ ,  $l_{\text{ж}}$  – ширина та довжина живильника, м;

$n_{\text{ж}}$  – кількість живильників у формі;

$b_{\text{к}}$ ,  $l_{\text{к}}$  – ширина та довжина колектора, м;

$h_{\text{м}}$  – металостатичний напір у ливниковій системі, м.

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

$$P_{л.с.} = (0,015 \cdot 0,1 \cdot 4 + 0,022 \cdot 0,5) \cdot 9,81 \cdot 0,33 \cdot 7000 = 385 \text{ Н}$$

Таким чином, загальна піднімальна сила:

$$P_{\Sigma} = 1,4 \cdot (10692 + 149 + 385) - (10692 + 111) = 4915 \text{ Н}$$

На форму необхідно встановити додатковий вантаж масою не менше 492 кг.

#### 4.6.5 Техніко-економічні показники

Розрахунок витрат формувальних матеріалів на тону придатного литва

Розраховуємо об'єм формувальної суміші в опоці

$$V_{фсум} = V_{\phi} - n_{в} \cdot V_{в} - V_{л.с} - n_{ст} \cdot V_{ст} - V_{над}, \quad (4.7.8)$$

де  $V_{\phi}$  – об'єм форми,  $\text{м}^3$ ;

$V_{в}$  – об'єм виливка,  $\text{м}^3$ ;

$V_{л.с.}$  – об'єм ливникової системи,  $\text{м}^3$ ;

$V_{ст}$  – об'єм стрижня,  $\text{м}^3$ ;

$V_{над}$  – сумарний об'єм надливів,  $\text{м}^3$ ;

$n_{в}$  – кількість виливків;

$n_{ст}$  – кількість стрижнів.

$$V_{\phi} = l_{оп} \cdot b_{оп} \cdot 2h_{оп}, \quad (4.7.9)$$

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

м.

$$V_{\phi} = 1,2 \cdot 1,0 \cdot 2 \cdot 0,35 = 0,84 \text{ м}^3;$$

$$V_{в} = m_{в} / \rho, \quad (4.7.10)$$

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

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

$\rho$  – густина металу виливка, кг/м<sup>3</sup>

$$V_{\text{в}} = 140,4 / 7500 = 0,018 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{л.с.}} = m_{\text{л.с.}} / \rho, \quad (4.7.11)$$

де  $m_{\text{л.с.}}$  – маса ливникової системи (з розрахунку на 2 виливка),  
кг;

$\rho$  – густина металу виливка, кг/м<sup>3</sup>;

$$V_{\text{л.с.}} = 17 / 7500 = 0,0022 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{ст}} = 0,0068 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{над.}} = m_{\text{над.}} / \rho \quad (4.7.12)$$

де  $m_{\text{над.}}$  – маса надливів (з розрахунку на 2 виливка), кг;

$\rho$  – густина металу виливка, кг/м<sup>3</sup>;

$$V_{\text{над.}} = 140 / 7800 = 0,017$$

$$V_{\text{фсум}} = 0,84 - 2 \cdot 0,018 - 0,0022 - 0,0068 - 0,017 = 0,778 \text{ м}^3.$$

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

$$M_{\text{фсум(на1т)}} = V_{\text{фсум}} \cdot 1000 \cdot \rho_{\text{фсум}} / (n_{\text{в}} \cdot m_{\text{в}} + m_{\text{л.с.}} + m_{\text{над}}), \quad (4.7.13)$$

де  $V_{\text{фсум}}$  – об'єм формувальної суміші в опоці, м<sup>3</sup>;

$\rho_{\text{фсум}}$  – густина формувальної суміші, кг/м<sup>3</sup>;

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

$n_B$  – кількість виливків;

$m_B$  – маса виливка, кг;

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

$$M_{фсум(на 1т)} = 0,778 \cdot 1000 \cdot 1600 / (140,4 \cdot 2 + 17 + 140) = 2843 \text{ кг.}$$

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

$$M_{стсум(на 1т)} = \rho_{ст.с} \cdot 1000 \cdot n_{ст} \cdot V_{ст} / (n_B \cdot m_B + m_{л.с.}), \quad (4.7.14)$$

$$M_{стсум(на 1т)} = 1700 \cdot 1000 \cdot 0,0068 / (140,4 \cdot 2 + 17) = 39 \text{ кг.}$$

Вихід придатного литва

Технологічний вихід придатного литва:

$$ВП_{техн} = n_B \cdot G_B \cdot 100\% / (n_B \cdot G_B + G_{л.с.} + G_B) \quad (4.7.15)$$

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

$$G_{л.с.} = G_{жив} + G_{шл.} + G_{ст.} = 17 \text{ кг.}$$

$G_B$  – маса виливка, кг;

$$G_B = 140,4 \text{ кг.}$$

$n_B$  – кількість виливків.

$$ВП_{техн} = 2 \cdot 140,4 \cdot 100\% / (2 \cdot 140,4 + 17 + 70) = 76 \text{ \%}$$

Металургійний вихід придатного литва:

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

$$ВП_{мет} = ((100 - У)(100 - В)(100 - Б)) ВП_{техн}/10^6 \quad (4.7.16)$$

де У =5% – угар чавуну;

В =1,5% – беззворотні втрати;

Б =7% – брак для чавунних виливків.

$$ВП_{мет} = ((100 - 5)(100 - 1,5)(100 - 7)76/10^6 =66,1 \%$$

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

$$M_{мз} = 1000 \cdot 100\% / ВП_{мет}, \quad (4.7.17)$$

$$M_{мз} = 1000 \cdot 100\% / 70,2 = 1424 \text{ кг}$$

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

## 5 ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНОГО УСТАТКУВАННЯ

### 5.1 Розрахункова схема змішувача

#### Розрахункова схема

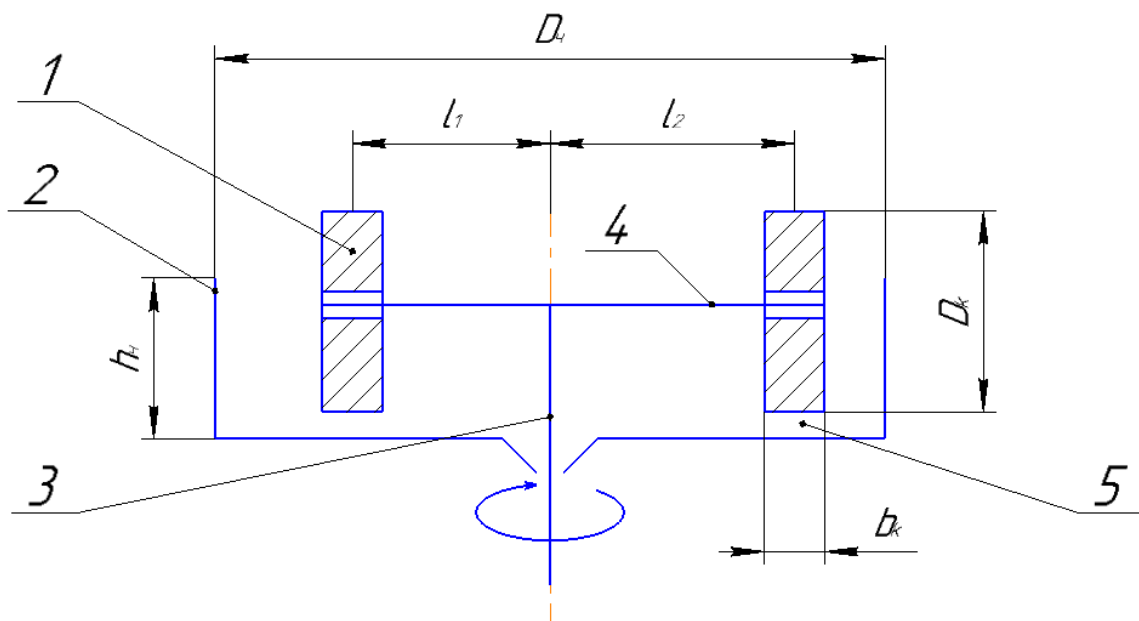


Рисунок 5.1. - Розрахункова схема змішувача періодичної дії з вертикально-обертливими котками.

1 – коток; 2 – чаша; 3 – вертикальний вал; 4 – траверса; 5 – зазор між котком та дном чаші;  $D_q$  – діаметр чаші, м;  $b_k$  – ширина котка, м;  $l_1$  і  $l_2$  – відстань між котком та віссю змішувача, м;  $h_c$  – висота чаші, м;  $D_k$  – діаметр котка, м.

#### 5.1.1. Визначення діаметру чаші змішувача

Діаметр чаші змішувача визначаю за наступною формулою:

$$D_q = 0.85 \sqrt{\frac{4 V_3}{\pi(h_1 + h_2)}}, \text{ м} \quad (5.1),$$

					<b>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</b>		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Разроб.		Більченко О.С.			Лит.	Аркуш	Аркушів
Перев.		Луцяненко І.В.				58	91
Н. Контр.		Федоров Є.Г.			КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЛВЧКМ Гр. ФЛ-61-1		
Затв.							
Проекткування					ливарного устаткування		

де -  $D_{\text{ч}}$  – діаметр чаші змішувача, м;

$V_3$  – об'єм замісу, м<sup>3</sup>

$h_1$  – шар суміші між котком та дном чаші, м.

Значення  $h_1$  обираю відповідно [1], що становить  $h_1 = 0,02 \dots 0,025$  м. Тому приймаю  $h_1 = 0,02$  м.  $h_2$  – шар суміші, який затягується під коток, м. Значення  $h_2$  обираємо згідно [1], яке складає  $h_2 = 0,06 \dots 0,08$  м. Приймаю  $h_2 = 0,075$  м.

Підставивши відомі дані у формулу маємо:

$$D_{\text{ч}} = 0,85 \sqrt{\frac{4 * 1}{3,14 * (0,02 + 0,075)}} = 3200\text{мм} = 3,2\text{м}$$

### 5.1.2. Визначення висоти чаші змішувача

Висота чаші змішувача вибирається з умови зручності його обслуговування.

$H_{\text{ч}} = 0,7 \dots 0,8$ , м – для чаш відкритого типу,

$H_{\text{ч}} = 0,4 \dots 0,5$ , м – для чаш закритого типу. Згідно рекомендацій обираємо

$H_{\text{ч}} = 0,5$  м. [1]

### 5.2. Визначення розмірів котків змішувача

Діаметр котка визначається за наступною формулою:

$$D_k = (11 \dots 12)h_2, \text{ м} \quad (5.2)$$

де -  $D_k$  – діаметр котка, м;

$h_2$  – шар суміші між котком та дном чаші, м.

Підставивши дані значення у формуло маємо:

$$D_k = 12 * 0,075 = 0,9 \text{ м} = 900 \text{ мм.}$$

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Ширина котка визначається за формулою:

$$b_k = \left( \frac{1}{3.25} \dots \frac{1}{5} \right) D_k, \text{ м} \quad (5.3)$$

де -  $b_k$  – ширина котка, м;

$D_k$  – діаметр котка, м;

Підставивши значення у формулу (4.3) маємо:

$$b_k = \frac{1}{3,6} * 0,9 = 0,25 \text{ м} = 250 \text{ мм.}$$

### 5.3 Визначення маси котка

Масу котка визначається за наступною формулою:

$$G_k = g b_k, \text{ кг} \quad (5.4),$$

де -  $G_k$  – маса котка, кг;

$g$  – допустиме навантаження на одиницю ширини котка кг/см, яке вибирається з таблиці (табл. 5.1) [1]

Табл. 5.1 Залежність допустимого навантаження від об'єму замісу суміші.

$V_3, \text{ м}^3$	0.25	0.40	0.60	1.0	1.25	1.6
$g, \text{ кг/см}$	20	25	32	40	56	80

$b_k$  – ширина котка, см.

Із таблиці 5.1 ми бачимо що при об'ємі  $1 \text{ м}^3$   $g = 40 \text{ кг/см}$

Отримані значення підставляємо у формулу (5.4):

$$G_k = 40 * 25 = 1000 \text{ кг.}$$

### 5.4. Визначення числа обертів котка

Число обертів котка визначаю за наступною формулою:

$$n_k = \frac{60 * V_k}{\pi * D_k}, \frac{\text{об}}{\text{хв}} \quad (5.5),$$

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де -  $n_k$  – число обертів котка, об/хв;

$V_k$  – окружна швидкість котка, м/с;

Значення окружної швидкості має знаходитись в межах  $V_k = 1,4 \dots 2,2$  м/с, приймаю  $V_k = 1,72$  м/с.[3]

$D_k$  – діаметр котка, м;

Підставляю необхідні дані у формулу і маю:

$$n_k = \frac{60 * 1,72}{3,14 * 0,9} = 36,5, \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

### 5.5. Визначення числа обертів вертикального валу

Число обертів вертикального валу можна визначити за наступною формулою:

$$n_B = n_k \frac{D_k}{D_c}, \frac{\text{об}}{\text{хв}} \quad (5.6),$$

де -  $n_B$  – число обертів вертикального валу, об/хв;

$n_k$  – число обертів котка, об/хв;

$D_k$  – діаметр котка, м;

$D_c$  – середній діаметр доріжки кочіння котків, м;

Середній діаметр доріжки кочіння котка можна визначити за формулою:

$$D_c = \frac{2l_1 + 2l_2}{2} = l_1 + l_2, \text{ м} \quad (5.7)$$

де -  $D_c$  – середній діаметр доріжки кочіння котків, м;

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Відстань між внутрішнім котком та вертикальною віссю змішувача визначається за формулою:

$$l_1 = b_k + 0.5, \quad (5.8)$$

де  $l_1$  – відстань між внутрішнім котком та віссю змішувача, м;

$b_k$  – ширина котка, м.

Підставивши у формулу (5.8) значення матимемо:

$$l_1 = 0,25 + 0,5 = 0,75, \text{ м}$$

Відстань між зовнішнім котком та вертикальною віссю змішувача визначається за формулою:

$$l_2 = (1,15 \dots 1,25)l_1 \quad (5.9)$$

де  $l_1$  і  $l_2$  – відстань між внутрішнім і зовнішнім котками, відповідно та віссю змішувача, м;

Підставляємо дані у формулу (5.9) і маємо:

$$l_2 = 1,22 * 0,75 = 0,915, \text{ м}$$

Середній діаметр (доріжка кочення) визначається на наступною формулою:

$$D_c = l_1 + l_2 \quad (5.10)$$

де  $D_c$  – середній діаметр (доріжка кочення), м;

$l_1$  і  $l_2$  відстань між внутрішнім і зовнішнім котками, відповідно та віссю змішувача, м;

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Підставляємо отримані значення у формулу і маємо:

$$D_c = 0,75 + 0,915 = 1,665 \approx 1,7, \text{ м.}$$

Підставляємо отримані значення у формулу (5.6) і маємо:

$$n_B = 36,5 * \frac{0,9}{1,7} = 19, \text{ об/хв}$$

### 5.6. Розрахунок потужності електродвигуна змішувача

Потужність електродвигуна визначають за формулою:

$$N = N_{x.x} + (N_{\text{коч}} + N_{\text{ск}} + N_{\text{пл}}) * \frac{1}{\eta}, \text{ кВт} \quad (5.11)$$

де – N - Потужність електродвигуна, кВт;

$N_{x.x}$  – потужність холостого ходу, кВт;

$N_{\text{ск}}$  - Потужність, яка витрачається на сковзання котків по шару суміші, кВт;

Відповідно рекомендаціям [3]  $N_{x.x} = 2,5 \dots 3,5$ , кВт.

Приймаємо  $N_{x.x} = 3,0$  кВт.

$N_{\text{коч}}$  – потужність яка витрачається на перекочування по шару суміші, кВт;

Потужність, яка витрачається на перекочування котків по шару суміші, можна визначити за формулою:

$$N_{\text{коч}} = G_k \frac{2(l_1 + l_2)}{D_k * 102} * a * \omega, \text{ кВт} \quad (5,12)$$

де -  $N_{\text{коч}}$  - потужність яка витрачається на перекочування по шару суміші, кВт;

$G_k$  - маса котка, кг;

$D_k$  – діаметр котка, м;

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

$a$  – приведенне плече сил реакції суміші, Н;

Приведене плече сили реакції суміші визначається за формулою:

$$a = h * \lambda, \text{ м} \quad (5.13)$$

Де -  $a$  – приведенне плече сил реакції суміші, м;

$h$  - загальна висота суміші, м;

$\lambda$  – безрозмірний коефіцієнт який залежить від міцності суміші;

$$\lambda = 0,8 + 3,2 * G = 0.8 + 3.2 * 0.35 = 1.88$$

$$a = 0.02 + 0.75 * 1.88 = 0.179$$

$\omega$  – кутова швидкість обертання вертикального валу,  $\text{с}^{-1}$ .

$$\omega = \frac{\pi * n_{\text{в}}}{30}, \text{ с}^{-1}$$

$$\omega = \frac{3,14 * 19}{30} = 2,0. \text{ с}^{-1}$$

За формулою (5.12):

$$N_{\text{коч}} = 1000 * \frac{2(0,75 + 0,915)}{0,9 * 102} * 0,179 * 2 = 13\text{кВт}$$

Потужність, яка витрачається на сковзання котків по шару суміші, визначається за формулою:

					$\Phi L611.61101.1110.0000ПЗ$	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

$$N_{\text{ск}} = f \frac{G_k * b_k * \omega}{2 * 102} \quad (5.14)$$

де –  $f = 0.2 \dots 0.7$  при  $W = 3 \dots 8 \%$ . Вибираємо  $f = 0.35$ ;[3]

$G_k$  – маса котка, кг;

$b_k$  – ширина котка, м.;

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

$$N_{\text{ск}} = 0,35 * \frac{1000 * 2,5 * 2}{2 * 102} = 8,5 \text{ кВт.}$$

$N_{\text{пл}}$  –

потужність на переміщення плужків, яка в свою чергу рахується за наступною формулою:

$$N_{\text{пл}} = \frac{k * A * \omega^2 * G_3}{102} \quad (5.15)$$

де –  $k$  – розрахунковий параметр, який враховує зміни опору суміші по довжині плужка. Даний параметр вибирається згідно формули:

$$k = 7 * 3 * 0,35 = 1,75;$$

$A$  – геометричний параметр, який враховує кут нахилу та розміри плужків, даний параметр вибирається згідно рекомендацій, що вказані в методичних вказівках до виконання даної курсової роботи і становить  $A = 0.11 \text{ м}^4$ ;[1]

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

$G_3$  – маса замісу, кг.

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Маса замісу розраховується за даною формулою:

$$G_3 = \rho * V \quad (5.16)$$

де -  $G_3$  – маса замісу, кг;

$\rho$  – 1200 речовини, кг/м<sup>3</sup>;

$V$  – об'єм замісу, м<sup>3</sup>.

Підставляємо дані у формулу і маємо:

$$G_3 = 1200 * 1 = 1200, \text{ кг.}$$

Підставляємо дані у формулу (5.15) і маємо:

$$N_{\text{пл}} = \frac{1,75 * 0,11 * 2^2 * 1200}{102} = 9 \text{ кВт.}$$

Коефіцієнт корисної дії приймаємо  $\eta = 95 \%$  згідно рекомендацій. [3]

За формулою (4.11) розраховуємо загальну потужність електродвигуна:

$$N = 3 + (13 + 8,5 + 9) * 0,95 = 31,9 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{двигуна}} = K_3 * N$$

Де -  $K_3$  – коефіцієнт запасу потужності, який дорівнює [3]

$$K_3 = 1 \dots 1,2 = 1,2.$$

$$N_{\text{двигуна}} = 1,2 * 31,9 = 38,28 \approx 39 \text{ кВт.}$$

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Оскільки стандартного двигуна з необхідною потужністю  $N$  двигуна = 39кВт не існує, обираємо подібний з потужністю яка більше за необхідну а саме *AIP250S2*

Технічні характеристики двигуна наведено у таблиці 4.2

Таблиця 5.2. Технічні характеристики двигуна моделі AIP250S2

Модель	AIP250S2
Частота обертів	3000, об/хв
Потужність	45, кВт
Напруга мережі	220/380, В
Корпус	Чавун
Ступінь захисту від пилу та воло	IP55
Режим роботи	S1
Клас ізоляції обмотки	F

Дешифрування моделі двигуна AIP100S2:

A – асинхронний;

I – «Інтерелектро»;

P – ув'язка потужності до габаритно-приєднувальних розмірів за РС3031-71;

250 – габарит, висота осі обертання в мм.;

S – інсталяційний розмір по довжині станини;

2 – кількість полюсів;

Число пар полюсів  $2p = 2$ .

Діаметр вала становить – 28мм.

Показники енегроефективності: ККД = 83.7% ;

Рівень реактивних струмів  $\cos\phi = 0.88$ .

Двигун AIP250S2 в базовому виконанні призначений для режиму тривалої роботи при стабільному навантаженні.

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

## 5.7 Принцип дії та призначення коткового змішувача з вертикальною віссю обертання котків

При розгляді машини див. креслення. Основою машини служить кругле горизонтальне днище 22, яке спирається на чотири стійки 21 і за допомогою їх кріпиться до фундаменту. У Центрі днища 22 змонтована тумба 6, в якій закріплені втулки вертикального вала 19. На вал 19 зверху насаджена велика конічна шестерня 7. Остання з'єднана з малою конічною шестернею, укріпленою на горизонтальному валу 17. Вал 4 що знаходиться в підшипнику, за допомогою еластичної муфти зєднана з валом редуктора. Редуктор електродвигуна з бігунами змонтовані на фундаментній плити 20 та з'єднаних між собою муфтою; в редукторі змонтовані дві пари циліндричних зубчасті коліс, вали яких встановлені в шарікоподшипниках.

В плечах траверси 2 є отвори, крізь які проходять горизонтальні осі 9. На осі 9 надіті важелі 11, в протилежних голівках яких закріплені осі 9 з натягнутими на них катками 10. Котки забезпечені втулками, а на кінцях осей котків надіті шарікопідшипники 23. Котки 10 не тільки обертаються навколо вертикальної і горизонтальної осей, а й переміщуються у вертикальній площині за рахунок повороту важелів 11. [3]

Після закінчення зміни чашу, дверцята, механізм розгрузочного люка, плужки, котки та інші частини машин необхідно ретельно очистити від залишків суміші. Робочий, обслуговуючий бігуни, зобов'язаний знати, що під час роботи бігунів забороняється брати пробу руками, для цього потрібно користуватися пробником. Ремонтувати, змащувати, чистити та оглядати бігуни дозволяється тільки після того, як вони будуть відключені від електромережі. Необхідно систематично стежити за затягуванням усіх болтів машини. Зупиняти машину слід тільки після повної вигрузки чаші від формувальної суміші. Необхідно дотримуватися плани профілактичних оглядів та ремонтів машини. Не слід допускати до обслуговування машини робітників які

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

не знайомі з правилами догляду та експлуатації машини, а також з правилами техніки безпеки. [3]

### 5.8 Кінематична схема коткового змішувача періодичної дії з вертикальною віссю обертання коків

Котковий змішувач з вертикально-обертовими котками складається з наступних елементів:

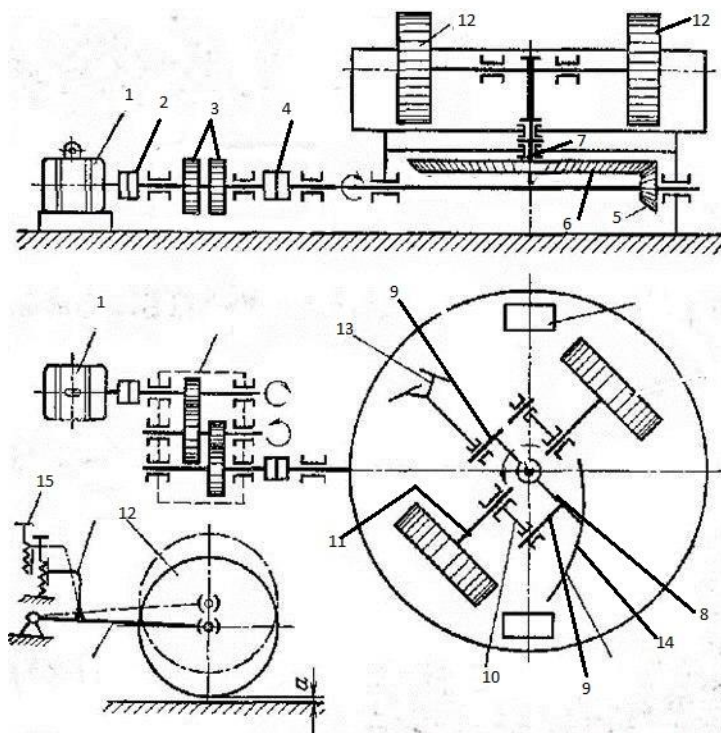


Рис 5.2 - Кінематична схема

1 Електродвигун. 2 Муфта. 3 Редуктор. 4 Муфта. 5. і 6. Конічні шестерні  
7. Вертикальний вал. 8.Траверса. 9 Опорні осі. 10 Кривошип. 11 Вісь котків.  
12 Котки. 13 Наружні плужки. 14 Внутрішні плужки. 15 Гвинт

Кінематична схема бігунів приведена на рис 1. Електродвигун 1 за допомогою муфти 2 з'єднаний з редуктором 3. Вал редуктора і горизонтальний вал машини сполучений з муфтою 4. За допомогою пари конічних шестерень 5 і 6 обертання передається вертикальному валу 7 і закріпленій на них траверсі 8. разом з траверсою 8 навколо вертикальної осі бігунів обертаються дві опорні осі 9, кривошипи 10, осі котків 11, котки 12, зовнішні відвали 13, внутрішній відвал 14. Зазор між катками 12 і дном чаші бігунів регулюється болтом 15

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

## 6 ОРГАНІЗАЦІЙНО - ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

6.1 Визначення капітальних вкладень у проект сумішоприготувального відділення цеху

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

$$K = K_0 + K_{\text{осн}} + K_{\text{інв}} + K_{\text{м}}, \quad (6.1)$$

де  $K_0$  – капіталовкладення у необхідне обладнання;

$K_{\text{осн}}$  – капіталовкладення в оснащення;

$K_{\text{інв}}$  – капіталовкладення в інвентар;

$K_{\text{м}}$  – капіталовкладення у запаси матеріалів, напівфабрикатів.

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

$$K_0 = K_{\text{т}} + K_0 + K_{\text{е}} + K_{\text{уп}}, \quad (6.2)$$

де  $K_{\text{т}}$  – капіталовкладення у необхідне технологічне устаткування;

$K_0$  – капіталовкладення оснастку та інструменти;

$K_{\text{е}}$  – капіталовкладення в енергоустаткування;

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

Витрати на придбання, доставку і встановлення одиниць необхідного устаткування розраховують за допомогою наступної формули :

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разроб.</i>		<i>Більченко О.С.</i>			<i>Лит.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Нараєвский С.В.</i>				<i>70</i>	<i>91</i>
<i>Н. Контр.</i>		<i>Федоров Є.Г.</i>			Організаційно – економічна частина проекту КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЛВЧКМ Гр. ФЛ-61-1		
<i>Затв.</i>							

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

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

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

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

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

Розрахунок капітальних вкладень в устаткування плавильної ділянки наведений у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Розрахунок капіталовкладень в устаткування

Найменування устаткування	Кількість, шт.	Вартість за одиницю, грн.	Загальна вартість, грн.	Витрати на монтаж, грн.	Всього, грн.
2	3	4	5	6	7
Котковий змішувач моделі 112М	4	350 000	1400000	5 000	1405 000
Стрічковий конвеєр	13	30 000	390 000	8 000	398 000
Циліндричний бункер	1	12 000	12 000	1 000	13 000
Жолоб	1	600	600	50	650
Прямокутний бункер	5	13 000	65 000	5 000	70 000
Елеватор	2	40 000	80 000	4 000	84 000
Магнітний сепаратор	1	200 000	200 000	2 000	202 000
Полігональне сито	1	75 000	75 000	1 500	76 500
Мостовий кран	1	250 000	250 000	4 000	254 000
Дозатори	6	7 500	45 000	1 000	46 000
Лабораторне устаткування	1	450 000	450 000	5 000	455 000
Всього					3004150

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

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

де  $n_{\text{заг}}$  – загальна кількість виливок на рік, шт.

Підставивши значення в формулу (8.4), отримуємо:

$$K_{\text{осн}} = 8 \cdot 6800 = 54400 \text{ грн.}$$

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

$$K_{\text{інв}} = 3004150 \cdot 0,02 = 60083 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення в запаси матеріалів розраховують за формулою:

$$K_{\text{м}} = \sum M_i \cdot C_i \cdot K_i, \quad (6.5)$$

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

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

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

Розрахунок капітальних вкладень в запаси матеріалів сумішоприготувального відділення наведений у таблиці 6.2.

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

Таблиця 6.2 – Визначення капітальних вкладень у запаси матеріалів

Найменування матеріалу	Кількість на 1 т литва, кг	Величина запасу, т	Планова ціна, грн./т	Вартість мінімального запасу, грн.
Оборотна суміш	8500	170	420	71400
Кварц пілоподібний	400	8	1200	9600
Бентонітова глина П2Т <sub>2</sub> А	300	3	2500	7500
Крохмаліт	10	0,2	6000	1200
Кварцовий пісок 2К <sub>2</sub> О <sub>2</sub> О <sub>3</sub>	510	10,2	420	4284
Кварцовий пісок 1К <sub>1</sub> О <sub>1</sub> О <sub>10</sub>	92,5	1,85	550	1017,5
Смола СФП-011Л	5	0,1	12000	1200
Спирт етиловий	2,5	0,05	26000	1300
Всього				97501,5

Визначаємо кількість необхідних капіталовкладень у відділення:

$$K = 3004150 + 54400 + 60083 + 97501,5 = 3216135,5 \text{ грн.}$$

## 6.2 Визначення чисельності робітників та витрат на заробітну плату

Кількість основних працівників кожної з професій визначається із трудомісткості виробничих операцій, які здійснюються на дільниці, або по аналогії із діючим виробництвом. Чисельність основних робітників дільниці наведено у таблиці 6.3, а допоміжних у таблиці 6.4.

Витрати на заробітну плату робітників складаються з основної та додаткової заробітної плати з відрахуванням на соціальні потреби. Сума цих нарахувань складає 22,0% від загального річного фонду заробітної плати.

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

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:

$$З = N \cdot \Phi \cdot C, \quad (6.6)$$

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

$\Phi$  – 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 таблиці 6.3.

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Таблиця 6.3 – Розрахунки заробітної плати

Найменування професії	Розряд	Годинна ставка, грн.	Чисельність робітників, осіб	Плановий фонд робочого	Фонд основної зарплати, грн.	Фонд додаткової заробітної плати,	Загальний фонд заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8
Сумішопріготувальник	4	38,2	4	1840	281152	73499	354651
Оператор сепаратора	4	38,2	2	1840	140576	24500	165076
Оператор полігонального сита	4	38,2	2	1840	140576	24500	165076
Лаборант	5	43,3	2	1840	159344	28640	187984
Допоміжні робітники	3	34	4	1840	250240	46240	296480
Разом			14		971888		1169897

Розрахунок фондів заробітної плати управлінського персоналу приведений у таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Розрахунок фондів заробітної плати управлінського персоналу

Посада	Кількість, осіб	Місячний оклад, грн.	Річний фонд заробітної плати, грн.
1	2	3	4
Начальник відділення	1	16500	198000
Майстер зміни	2	15000	180000
Разом	3		378000

### 6.3 Визначення загальновиробничих витрат дільниці

Витрати на електроенергію визначаємо, виходячи із вартості 1 кВт · год електроенергії, яка становить 1,82 грн / кВт · год.

$$C_e = 688379,35 \cdot 1,82 = 1252850,42 \text{ грн.}$$

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;

:

$$C_v = 22,92 \cdot 21130 = 484299,6 \text{ грн.}$$

Витрати на утримання і експлуатацію устаткування приймаються в розмірі 10% від його балансової вартості:

$$P_{\text{утр}} = 0,1 \cdot 2240150 = 224015 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт оснастки та інвентарю складають 25% від їх вартості:

$$P_{\text{р.осн.буд.}} = 0,25 \cdot (44803 + 3000000) = 761200 \text{ грн.}$$

Величина транспортних витрат складає 60 грн. на 1 т додатного литва:

$$P_{\text{тр}} = 60 \cdot 4004,5 = 240270 \text{ грн.}$$

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

Величина амортизаційних відрахувань визначається згідно з утвердженими нормами амортизацій, і цей розрахунок наведений у таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Визначення сукупних витрат сумішоприготувального відділення

Найменування статті витрат	Сума, тис. грн.
2	3
Заробітна плата	1169897
Відрахування на соціальні заходи	257377,3
Енергетичні витрати:	
1 – електроенергія	1252850,42
3 – вода	484299,6
Допоміжні матеріали:	
1 – матеріали для здійснення технологічного процесу	42300
2 – матеріали для експлуатації устаткування	34500
3 – матеріали для дільничних потреб	68000
Ремонт та утримання у робочому стані:	
1–устаткування,	224015
2– інвентарю та оснастки	730752,72
Амортизація:	
1– устаткування	450000
2– оснастки та інвентарю	232454
Транспортні витрати	240270
Витрати на дослідження, випробування	4000
Витрати а охорону праці	3150
Витрати на винахідництво та раціоналізацію	2250
Канцелярські витрати	10000
Інші витрати	52061
Всього	5258177,04

Амортизаційні відрахування на оснастку та інвентар визначають згідно норм і складають 24% від їх вартості:

$$A_{\text{інв}} = 0,24 \cdot (3000000 + 44803) = 730752,72 \text{ грн.}$$

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

Витрати на дослідження, експерименти та випробування приймаємо у розмірі 500 грн. на одного працівника:

$$P_{\text{досл}} = 500 \cdot 19 = 9500 \text{ грн.}$$

Витрати на винахідництво і раціоналізацію приймаються 250 грн. на одного працюючого:

$$P_{\text{рац}} = 250 \cdot 19 = 4750 \text{ грн.}$$

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

$$P_{\text{охор}} = 350 \cdot 19 = 6650 \text{ грн.}$$

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

$$P_{\text{невр}} = 0,01 \cdot 5206116,044 = 52061,16 \text{ грн.}$$

Розрахунки амортизаційних відрахувань на устатковування наведені у таблиці 6.6.

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

Таблиця 6.6 – Розрахунок величини амортизаційних відрахувань устаткування

Індекс позиції	Найменування устаткування	Кількість	Ціна одиниці обладнання	Норма амортизаційних відрахувань, %	Амортизаційне відрахування на одиницю устаткування, грн.	Сума амортизаційних відрахувань, грн.
1	2	3	4	5	6	7
1	Котковий змішувач моделі 15114	4	350 000	15	52500	52500
2	Стрічковий конвеєр	13	30 000	15	4500	58500
3	Циліндричний бункер	1	12 000	15	1800	1800
4	Жолоб	1	600	15	90	90
5	Прямокутний бункер	5	13 000	15	1950	9750
6	Елеватор	2	40 000	15	6000	12000
7	Магнітний сепаратор	1	200 000	15	30000	30000
8	Полігональне сито	1	75 000	15	11250	11250
9	Мостовий кран	1	250 000	15	37500	37500
10	Дозатори	6	7 500	15	1125	6750
11	Лобораторне устаткування	1	450 000	15	67500	67500
Разом						32964

#### 6.4 Розроблення планової калькуляції собівартості продукції

Таблиця 6.7 – Планова калькуляція собівартості на 1 т продукції сумішоприготувального відділення (формувальної та стрижневої суміші)

Найменування статей витрат	% компонента в суміші	Кількість на 1 т литва, кг	Планова ціна за 1 т, грн.	Вартість на 1 т, грн.
1	2	3	4	5
1. Формувальна суміш:				
– оборотна суміш	85	8500	420	3570
– кварц пилоподібний	4	400	1200	480
– бентонітова глина	3	300	2500	750
марки П2Т <sub>2</sub> А	0,1	10	6000	60
– крохмаліт	5,1	510	420	214,2
– кварцовий пісок	2,8	280	5,48	1,5
марки 2К <sub>2</sub> О <sub>2</sub> ОЗ				
– вода				
Разом	100			5075,7
2. Стрижнева суміш:				
– пісок 1К <sub>1</sub> О <sub>1</sub> 010	92,5	92,5	550	50,9
– смола СФП-011Л	5	5	12000	60
– спирт етиловий	2,5	2,5	26000	65
Разом				175,9

#### 6.5 Розрахунок продуктивності праці на дільниці

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

$$ПП = Q / n,$$

де Q – кількість виготовлених сумішей за рік, т;

n – загальна чисельність персоналу дільниці, особа.

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
						80
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{ПП} = 6659,97 / 15 = 443,9 \text{ т/особу}$$

### 6.6 Розрахунок показників економічної ефективності проектного рішення

Для порівняння варіантів технічних рішень застосовуємо такий показник економічної ефективності як трудомісткість продукції:

$$t = \text{Ч}_{\text{осн}} \cdot \Phi_{\text{оп}}^{\text{пл}} / Q, \text{ нормо} \cdot \text{год} / \text{т}, \quad (6.7)$$

де  $\text{Ч}_{\text{осн}}$  – чисельність основних робітників, осіб;

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

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

Підставивши необхідні значення в формулу (6.7), отримаємо:

$$t = 15 \cdot 1840 / 6659,97 = 4,1 \text{ нормо} \cdot \text{год} / \text{т}.$$

Оскільки формувальні та стрижневі суміші, що виготовляються спроектованим сумішоприготувальним відділенням, не є предметом торгівлі, а виготовляються самостійно кожним цехом для власних технологічних потреб, то в розрахунку періоду окупності даного відділення немає жодного практичного сенсу.

Перелік типових порівняльних техніко – економічних показників наведені у таблиці 6.8

					ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ	Арк.
						81
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.8 – Основні техніко-економічні показники проекту.

Найменування показників	Одиниця виміру	Значення показників
1. Річний плановий обсяг виробництва продукції	т	6800
2. Загальна площа ділянки	м <sup>2</sup>	432
3. Виробнича площа	м <sup>2</sup>	345
4. Загальна чисельність працюючих	осіб	19
5. Капіталомісткість продукції	грн./т	482,9
6. Продуктивність праці	т/особу · рік	443,9

## 7 ОХОРОНА ПРАЦІ

Головним напрямком охорони праці в розвитку ливарного виробництва є створення та впровадження безвідходних та маловідходних прогресивних технологічних процесів виробництва, а також створення на робочих місцях безпечних та комфортних умов праці [7].

Метою розділу є аналіз шкідливих та небезпечних факторів та розробка заходів для їх уникнення.

7.1 Характеристика сумішоприготувального відділення та умови його експлуатації.

Формувальна суміш виготовляється в чотирьох змішувачах моделі 112М, компоненти суміші поступають в змішувач з двох бункерів (пульпа з циліндричного, а оборотна суміш з прямокутного), розташованих над ним, далі суміш вивантажується на стрічковий конвеєр і транспортується до формувально-складально-заливально-вибивального відділення. Також в сумішоприготувальному відділенні виконується підготовка оборотної суміші, вона проводиться з допомогою полігонального сита та магнітного сепаратора.

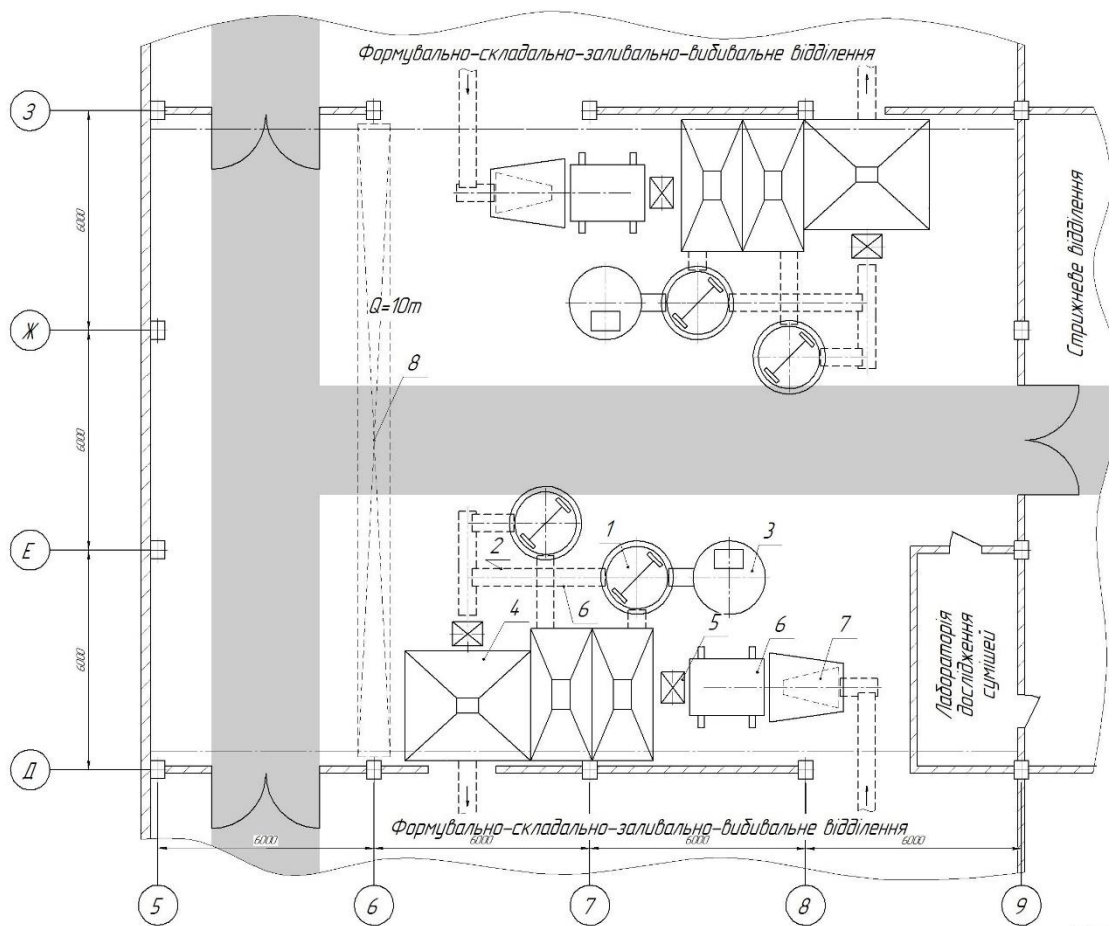
Основні параметри відділення, специфікація технологічного обладнання та оснащення наведені в таблиці 7.1.1, а план приміщення на рис. 7.1.

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разроб.</i>		<i>Більченко О.С.</i>			Охорона праці	<i>Лит.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Демчук Г.В.</i>					<i>83</i>	<i>91</i>
<i>Н. Контр.</i>		<i>Федоров Є.Г.</i>				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЛВЧКМ Гр. ФЛ-61-1		
<i>Затв.</i>								

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

	Найменування	Основні характеристики	Кількість	Позиція на рисунку
.	Параметри сумішопріготувального відділення	18000*24000*5000; S=432 м <sup>2</sup> ; V=2160 м <sup>3</sup>	-	-
.	Кількість працівників	Сумішопріготувальник, оператор сепаратора, оператор полігонального сита, лаборант, допоміжний робітник	5	-
.	Природне освітлення	Вікно поворотно-відкидне Steko 1300*1400 мм	11	-
.	Штучне освітлення	РАСТРОВЫЙ СВЕТИЛЬНИК НАКЛАДНОЙ 650X650X50 LUMEN	25	-
Обладнання та оснащення				
	<i>Котоквий змішувач 112М</i>	Габаритні: розміри 3200*3200*1690 мм. Потужність 45кВт, напруга 220/380 В, чавун	4	1
	Мостовий кран	Розміри 1800*2000*2000 мм ; Грузопідйомність 10 Т; напруга 380 В, 50 Гц	1	8
	Магнітний сепаратор	Розміри 2100*1500*1500 мм; матеріал - листовая сталь	2	6
	Полігональне сито	Розміри 1200*1200*800 мм; Сталь	2	7
	Елеватор	Розміри 650*800 мм	4	5
	Стрічковий конвеєр	Розміри 500*2500	14	2

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84



**Рис. 7.1 – План сумішопріготувального відділення**

Таблиця 7.1.2. Реальні та нормативні характеристики сумішопріготувального відділення

№	Параметр приміщення	Реальне значення	Нормативні значення
1	Площа на 1 працюючого	86,4 м <sup>2</sup>	4,5 м <sup>2</sup>
2.	Об'єм на 1 працюючого	432 м <sup>3</sup>	15 м <sup>3</sup>
3.	Мінімальна ширина проходу	3 м	1,5 м

Згідно з таблицею 7.12 всі реальні значення величин лежать у межах нормативних значень, що передбачені законодавством.

### 7.2 Джерела фізичних небезпечних і шкідливих факторів

В зв'язку з тим що в сумішопріготувальному відділенні багато різнопланового обладнання безпеки і заходи буде розглянуто на прикладі коткового змішувача 112 м.

### 7.2.1 Рухомі машини і механізми.

Небезпеки та джерела, що можуть їх викликати до кожної частини обладнання наведені у таблиці 7.2.1.

Таблиця 7.2.1. Основні небезпечні фактори в сумішоприготувальному відділенню

Найменування обладнання	Джерело небезпеки	Причини небезпеки	Наслідки небезпеки
Котковий змішувач 112м	Котки	людський фактор - порушення правил безпеки технологічний фактор – навести приклади	Фізичні пошкодження

У таблиці 7.2.2 наведені заходи з ОП різного типу, які є в конструкції або їх необхідно провести для безпечного користування коткового змішувача 112М для запобігання виникненню фізичних шкідливих та небезпечних факторів пов'язаних з дією рухомих частин.

Таблиця 7.2.2. Заходи з забезпечення охорони праці

№	Група номенклатурних заходів з ОП	Вид заходу	Критерій вибору
1.	Технічні заходи	Закрити котки які обертаються за допомогою захисної кришки	забезпечення захисту від фізичного пошкодження
2.	Організаційні заходи	первинний інструктаж з ОП інструкція з експлуатації КТ	навчання з питань безпеки при експлуатації апарату
3.	Режимні заходи	недопущення сторонніх осіб до керування змішувача	захист від фізичних пошкоджень, аварійних ситуацій
4.	Експлуатаційні заходи	проведення контролю	моніторинг обладнання

### 7.3. Джерела хімічних небезпечних і шкідливих факторів

Основним джерелом хімічних небезпечних факторів є сипучі матеріали в змішувачі,. Нормативні та реальні значення шкідливих факторів наведено в таблиці 7.3.2.

Таблиця 7.3.1 Основні шкідливі хімічні фактори, що створюються в процесі роботи Коткового змішувача 112М

Найменування обладнання	Джерело небезпеки	Причини небезпеки	Наслідки небезпеки
Котковий змішувач 112М	Пил	Змішування сипучих речовин	Ураження легень

Таблиця 7.3.2. Реальні та нормативні фактори небезпеки, які створюються у процесі роботи.

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

Заходи, що зменшать вплив хімічних небезпечних факторів наведено в таблиці 7.2.3.

Таблиця 7.2.3 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 змішувача біля	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

Основні джерела електронезбезпеки наведені в таблиці 7.4.1. Реальні та нормативні значення небезпечних факторів описані в таблиці 7.4.2, а нижче запропоновані заходи їх унесення (табл. 7.4.3).

Таблиця 7.4.1. Небезпеки ураження електричним струмом

Найменування обладнання	Джерело небезпеки	Причини небезпеки	Наслідки небезпеки
Електро двигун AIP250S2	Електричний струм	Напруга, що створюється різницею потенціалів блоку	Травми персоналу, пошкодження обладнання

Таблиця 7.4.2. Реальні та нормативні фактори небезпеки

№	Фактор небезпеки	Реальне значення	Нормативні значення
1.	Напруга на блоці живлення Електро двигун AIP250S2	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	пристрій захисного відключення	пониження напруги
		стабілізатор напруги	стабілізація напруги
2.	Організаційні заходи	інструкція з експлуатації КТ	навчання з питань безпеки при експлуатації приладу
3.	Режимні заходи	недопущення появи сторонніх осіб в приміщенні КТ	захист від ураження електричним струмом
4.	Експлуатаційні заходи	технічний огляд та перевірка	уникнення поломок обладнання
5.	ЗІЗ	згідно посади користувача	індивідуальний захист

#### 7.5 Небезпека пожежі

Джерелами пожежної небезпеки можуть бути Електро двигун AIP250S2 (табл. 7.5.1).

Таблиця 7.5.1 – Небезпеки пожежного характеру

№	Найменування функціонального блоку	Джерело небезпеки	Причини небезпеки	Наслідки небезпеки
1.	Електро двигун AIP250S2	Напруга на контактах	Коротке замикання, нагрівання суміжних елементів	Пожежа

Таблиця 7.5.3 – Заходи з забезпечення охорони праці

№	Група номенклатурних заходів з ОП	Вид заходу	Критерій вибору
1.	Технічні заходи	Порошковий вогнегасник ВП-2, 5 од.	Категорія приміщення В, клас пожежі А і Е, площа приміщення 400,8 м <sup>2</sup>
		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	регулярне проведення перевірки частин обладнання	перевірка надійності живлення

## ВИСНОВКИ

Було виконано аналіз виробничої програми, складено номенклатуру та точна виробнича програма яка була занесена до таблиці, проведена характеристика виробництва, прораховані фонди часу для працівників та установок. Спроектовано сумішоприготовувне відділення.

Під час виконання практик було проведено аналіз виробництва, розрахунок фонду часу, та розроблено технологію виготовлення деталі «Упор», масою 108 кг із чавуну СЧ 20, а саме:

- вибрано припуски на механічне оброблення;
- вибрано опоки з розмірами  $1200 \times 1000 \times \frac{350}{350}$ , ГОСТ 15008-69;
- розраховано ливникову систему з підведенням металу по різниму форми;
- вибрано формувальну та стрижневу суміш;
- вибрано протипригарну самовисихаючу фарбу з органічним розчинником;
- вибрано алюмінієвий модельний комплект;
- описано технологічний процес при формуванні, виготовленні стрижня, складанні та заливанні форми;
- вибрано устаткування для виготовлення форм і стрижнів;
- розраховано техніко-економічні показники.

У формі розташовуємо 2 вилівки; формовка у ПГС по-сирому; стрижні з ХТС зі смолами.

Вихід придатного 70,2%, метало завалка 1424 кг, що є високим показником для чавунного литва.

Вибраний технологічний процес забезпечує отримання виливків належної якості.

					<i>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разроб.</i>		<i>Більченко О.С.</i>			Висновки	<i>Лит.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Луцяненко І.В.</i>					<i>90</i>	<i>91</i>
<i>Н. Контр.</i>		<i>Федоров Є.Г.</i>				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЛВЧКМ Гр. ФЛ-61-1		
<i>Затв.</i>								

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Федоров Г.Є. та ін.. Проектування ливарних цехів. Підручник у 2 ч. / Федоров Г.Є., Ямшинський М.М., Могилатенко В.Г. – К.: НТУУ «КПІ» – 2011. – 588 с.
2. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту за освітньо-кваліфікаційним рівнем підготовки «бакалавр». Напрямок підготовки 6.050402 – Ливарне виробництво / Г.Є. Федоров, В.М. Дробязко, Л.М. Сиропоршнев, М.М. Ямшинський. – К.: ВПК «Політехніка», 2011. – 67 с.
3. Фанталов Л.И. и др. Основы проектирования литейных цехов и заводов. Фанталов Л.И., Кнорре Б.В., Четверухин С.И. // М.: Машиностроение. – 1979. – 376 с.
4. Матвеев И.В., Тарский В.Л. Оборудование литейных цехов. Учебник для техникумов – М., «Машиностроение», 1976 – 440с.
5. Аксёнов П.Н. Оборудование литейных цехов [Текст]: Учебник машиностроительных вузов/ под ред. П.Н. Аксёнова – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1977. – 510с.
7. [https://foundry.kpi.ua/wp-content/uploads/2020/03/metodichka\\_plz.pdf](https://foundry.kpi.ua/wp-content/uploads/2020/03/metodichka_plz.pdf)
8. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМОУТВОРЕННЯ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/5/23/5-40-kl7.pdf>.

					<b>ФЛ611.61101.1110.0000ПЗ</b>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Перелік посилань		
<i>Разроб.</i>		<i>Більченко О.С.</i>					
<i>Перев.</i>		<i>Луцяненко І.В.</i>					
<i>Н. Контр.</i>		<i>Федоров Є.Г.</i>					
<i>Затв.</i>							
					<i>Лит.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
					91	91	
					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЛВЧКМ Гр. ФЛ-61-1		





Формат	Зона	Пози	Позначення	Найменування	Кіль - кість	Примітка
				Документація		
A1				Модельна плита з моделлю верха	1	
				<u>Деталі</u>		
				Модельна плита	1	
				Модель верху	1	
				Відокремлювані частини моделі	2	
				Модель ливникового ходу	2	
				Модель стояка	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
				Болт М8х30 ГОСТ 20342-74	32	
				Штифт 8х30 ГОСТ 20340-74	16	
				Шайба 17,6 ГОСТ 20342-74	16	
				<b>ФЛ611.61101.1110.0000</b>		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
Розроб.	Більченко О. С.				Літ.	Аркуш
Перев.	Лук'яненко І. В.					Арку
Н. контр.	Федоров Є.Г.				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЛВЧКМ Гр. ФЛ-61-1	
Затверд.						

Формат	Зона	Пози	Позначення	Найменування	Кіль - кість	Примітка
				<u>Позиції</u>		
		1	ФЛ61.101.Б0112М.0013В	Пружина	1	
		2	ФЛ61.101.Б0112М.0013В	Траверса	1	
		3	ФЛ61.101.Б0112М.0013В	Упор	1	
		4	ФЛ61.101.Б0112М.0013В	Вертикальний вал	1	
		5	ФЛ61.101.Б0112М.0013В	Електродвигун	1	
		6	ФЛ61.101.Б0112М.0013В	Корпус	1	
		7	ФЛ61.101.Б0112М.0013В	Зубчате колесо	1	
		8	ФЛ61.101.Б0112М.0013В	Редуктор	1	
		9	ФЛ61.101.Б0112М.0013В	Вісь	1	
		10	ФЛ61.101.Б0112М.0013В	Коток	2	
		11	ФЛ61.101.Б0112М.0013В	Важіль	1	
		12	ФЛ61.101.Б0112М.0013В	Плужок зовнішній	2	
		13	ФЛ61.101.Б0112М.0013В	Плужок внутрішній	1	
		14	ФЛ61.101.Б0112М.0013В	Важіль	1	
		15	ФЛ61.101.Б0112М.0013В	Кришка	1	
		16	ФЛ61.101.Б0112М.0013В	Важіль (лівий та правий)	2	
		17	ФЛ61.101.Б0112М.0013В	Циліндр пневматичний	1	
		18	ФЛ61.101.Б0112М.0013В	Лоток	1	
		19	ФЛ61.101.Б0112М.0013В	Вал	1	
		20	ФЛ61.101.Б0112М.0013В	Чаша	1	
		21	ФЛ61.101.Б0112М.0013В	Стійка	4	
		22	ФЛ61.101.Б0112М.0013В	Днище	1	

*ФЛ611.61101.1110.0000*

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Лім.	Аркуш	Арку
Розроб.		Більченко О. С.					
Перев.		Лук'яненко І. В.					
Н. контр.		Федоров Є.Г.			КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ЛВЧКМ Гр. ФЛ-61-1		
Затверд.							