

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА ТА ЗВАРЮВАННЯ ім. Є.О.
ПАТОНА

Кафедра ливарного виробництва

До захисту допущено

Завідувач кафедри

_____ Михайло ЯМШИНСЬКИЙ

“ ____ ” _____ 2022 р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 136 «Металургія»

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

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

Виконав (-ла): студент (-ка) IV курсу, групи ФЛ-п91

	<u>Гордійчук Дмитро Олексійович</u> (прізвище, ім'я, по батькові)	_____ (підпис)
Керівник	<u>Сиропоршнєв Л.М. доц.</u> (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)	_____ (підпис)
Консультант з охорони праці	<u>Левченко О. Г., зав. каф.</u> (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)	_____ (підпис)
Консультант з економічної частини	<u>Нараєвський С. В., доцент</u> (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)	_____ (підпис)
Консультант з нормоконтролю	_____ (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)	_____ (підпис)
Рецензент	_____ (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)	_____ (підпис)

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

Студент _____
(підпис)

Київ – 2022 р.

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

[illegible]

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

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Михайло ЯМШИНСЬКИЙ
“ ____ ” _____ 2022 р.

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

Гордійчука Дмитра Олексійовича

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

Затверджено наказом по університету № _____ від «___» _____ 2022 року.

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

3. Вихідні дані: матеріали, зібрані у процесі проходження практики; літературні джерела; державні стандарти та інші нормативні документи; проектна потужність ливарного цеху підприємства – 30 тис. т придатних виливків на рік; номенклатура виливків налічує 12 позицій масою від 8 кг до 29 кг із сірого та високоміцного чавунів; для виробництва виливка «Корпус» застосовується високоміцний чавун марки ВЧ 500-2.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: 4.1 Розробити технологію виготовлення виливка у разових піщаних формах; 4.2 Спроекувати модельне оснащення; 4.3 Розрахувати основні параметри та спроекувати устаткування для виготовлення стрижнів; 4.4 Розрахувати техніко-економічні показники; 4.5 Провести аналіз виробничої програми ливарного цеху; 4.6 Спроекувати стрижневе відділення ливарного цеху; 4.7 Розробити заходи з охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу: 5.1 Технологія виготовлення виливка «Корпус»; 5.2 Модельна плита верху або низу із моделями; 5.3 Стрижневий

ящик; 5.4 Форма у складеному вигляді; 5.5 План стрижневого відділення; 5.6 Устаткування для виготовлення стрижнів; 5.7 Техніко-економічні показники.

6. Консультанти розділів дипломного проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічна частина	Нарасвський С. В., доцент	25.05.2022	08.06.2022
Охорона праці	Левченко О. Г., зав. каф.	10.05.2022	09.06.2022

7. Дата видавання завдання: 03 травня 2022 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Практика	02.05.22-29.05.22 р.	-
2	Аналіз номінальної виробничої програми ливарного комплексу	до 31.05.22 р.	-
3	Проектування стрижневого відділення	до 02.06.22 р.	-
4	Розроблення технології виготовлення виливка	до 06.06.22 р.	-
5	Розрахунок та проектування устаткування для виготовлення стрижнів	до 07.06.22 р.	-
6	Виконання економічної частини проекту	до 08.06.22 р.	-
7	Виконання частини проекту щодо охорони праці	до 09.06.22 р.	-
8	Виконання графічної частини проекту	до 11.06.22 р.	-
9	Оформлення розділів дипломного проекту	до 13.06.22 р.	-
10	Рецензування дипломного проекту	до 18.06.22 р.	-
11	Захист дипломного проекту	23.06.22 р.	-

Студент

Гордійчук Д.О

Керівник

Сиропоршнів Л.М.

Пояснювальна записка до дипломного проєкту

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

РЕФЕРАТ

Тема дипломного проекту: «Розроблення технологічного процесу виготовлення чавунного виливка Корпус та організація роботи стрижневого відділення ливарного цеху».

Розробив: Гордійчук Дмитро Олексійович

Дипломний проект складається: з 108 ст., 45 табл., 28 посилань., 8 рисунків.

В проекті проектується стрижневе відділення ливарного цеху потужністю 30000 т/рік з річною програмою випуску виливків кількістю 2625476 із високоміцного та сірого чавуну марки ВЧ 500-2 та СЧ-30, номенклатура виливків налічує 12 позицій масою від 8 кг до 34 кг.

Розробка технологічного процесу виготовлення виливка «Корпус» з високоміцного чавуну марки ВЧ 500-2 (ДСТУ 3925-99), маса складає 15 кг.

Результати проектування – розроблена технологія виготовлення виливка та було виконане технічне планування стрижневого відділення та устаткування.

У дипломному проекті також приведені розрахунки організаційно-екологічних чинників, а також приділено увагу розділу з охорони праці та покращенню санітарно-гігієнічних та технічних умов робочого місця.

Під час проектування відділення обов'язковим фактором є забезпечення його високий технічний рівень та економічну ефективність, максимально використовувати всі досягнення науки та техніки. При проектування потрібно орієнтуватись на рекомендації та правила при будівництві, користуватись чинними (актуальними) та керівними нормативними документами по ливарному виробництву.

КОРПУС, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, СТРИЖНЕВЕ ВІДДІЛЕННЯ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ, СКЛАДАЛЬНЕ КРЕСЛЕННЯ, СТРИЖНЕВИЙ ЯЩИК, МОДЕЛЬНІ ПЛИТИ.

					<i>ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Гордійчук Д. О.</i>			<i>РЕФЕРАТ</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Сиропоринєв</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>							
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрюшів</i>
						6	107
					<i>Гр. ФЛ-п91 ІМЗ</i>		

ABSTRACT

The theme of the diploma project: “Development of the technological process of production of cast iron casting “Casing” and the organization of the core department of the foundry”.

Developer: Dmytro Hordiichuk.

The diploma project consists of 108 articles, 45 chart, 28 references, 8 pictures.

The project envisages a core department of the foundry with a capacity of 30000 tons/year with an annual program of production of castings of 2625476 from high-strength and grey cast iron of BS 500-2 and BS-30, the range of castings includes 12 items weighing from 8 kg 34 kg.

Development of the technological process of making the casting “Casing” from high-strength cast iron brand BS 500-2 (DSTU3925-99), weight 15 kg.

The results of the design – the technology of casting production was developed and the technical planning of the view department and equipment was performed.

The diploma project also contains calculations of organizational and environmental factors, as well as attention to the section on labor protection and improvement of sanitary and hygiene and technical conditions of the workplace.

When designing a department, it is mandatory to ensure its high technical level and economic efficiency, to make the most of all the achievements of science and technology. When designing you need to focus on recommendations and rules for construction, use current (relevant) and guiding regulation on foundry production.

CASING, TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATION, CORE DEPARTMENT OF THE FOUNDRY SHOP, ASSEMBLY DRAWINGS, CORE BOX, MODEL PLATES.

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Гордійчук Д. О.			ABSTRACT				Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Сиропоринєв									7	107
Реценз.												
Н. Контр.												
Затверд.												
					Гр. ФЛ-п91 ІМЗ							

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ОДИНИЦЬ, ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ ТА СКОРОЧЕНЬ

кг – кілограм;

м – метр;

мм – міліметр;

см – сантиметр;

т – тонна;

хв. – хвилина;

ДСТУ – Державний стандарт України;

ГОСТ – Міждержавний стандарт;

τ – час;

с – секунда;

Н – ньютон;

шт. – штука;

мод. – модель;

ХТС – холоднотвердна суміш;

ВЧ – високоміцний чавун;

см² – сантиметри квадратні;

см³ – сантиметри кубічні;

м² – метри квадратні;

м³ – метри кубічні;

МПа – мега Пескалі.

					ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ОДИНИЦЬ, ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ ТА СКОРОЧЕНЬ		
<i>Розроб.</i>		<i>Гордійчук Д. О.</i>					
<i>Перевір.</i>		<i>Сиропоринєв</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>							
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
						8	107
					Гр. ФЛ-п91 ІМЗ		

ЗМІСТ

ВСТУП

РЕФЕРАТ (ABSTRACT)

1	ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА.....	14
1.1.	Загальна характеристика литої деталі.....	14
1.2.	Аналіз можливих способів виготовлення виливка.....	14
1.3.	Обґрунтування положення виливка у формі.....	15
1.4.	Усадка металу.....	16
1.5.	Вибір припусків на механічне оброблення.....	17
1.6.	Вибір кількості і меж стрижнів.....	18
2	ВИБІР ТИПУ ТА РОЗРАХУНОК РОЗМІРІВ ОПОК.....	19
2.1.	Визначення числа виливків у формі та їх розміщення.....	19
2.2.	Розрахунок лінійних розмірів опок.....	19
2.3.	Характеристика вибраних опок.....	21
3	РОЗРАХУНОК ЛИВНИКОВОЇ СИСТЕМИ.....	22
3.1.	Обґрунтування вибраної конструкції ливникової системи.....	22
3.2.	Розрахунок площ основних елементів ливникової системи.....	22
3.3.	Визначення лінійних розмірів усіх елементів.....	23
3.4.	Розрахунок маси ливникової системи.....	25
4	ФОРМУВАЛЬНІ ТА СТРИЖНЕВІ СУМІШІ.....	26
4.1.	Обґрунтування вибору складу сумішей.....	26
4.2.	Рецептура та властивості сумішей.....	27
4.3.	Методи запобігання утворенню пригару.....	27
4.4.	Технологія приготування сумішей і фарб.....	28
5	ХАРАКТЕРИСТИКА МОДЕЛЬНОГО КОМПЛЕКТА.....	29
5.1.	Обґрунтування вибраних матеріалів.....	29

					<i>ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ЗМІСТ</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Гордійчук Д. О.</i>					
<i>Перевір.</i>		<i>Сиропоринєв</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>							
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
						9	107
					<i>Гр. ФЛ-п91 ІМЗ</i>		

5.2.	Склад модельного комплекту.....	29
5.3.	Особливості конструкції модельної плити.....	29
5.4.	Розрахунок лінійних розмірів моделі виливка.....	30
5.5.	Особливості конструкції стрижневого ящика.....	31
6	ОПИС ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА.....	32
6.1.	Порядок операцій при формуванні.....	32
6.2.	Порядок операцій при виготовленні стрижня.....	32
6.3.	Порядок операцій при складанні форми.....	32
6.4.	Заливання і вибивання форми.....	33
6.5.	Використовувані пристрої для виготовлення форм і стрижнів.....	33
6.6.	Технологія очищення та обрубки виливка.....	33
6.7.	Можливі дефекти виливка.....	34
7	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ.....	36
7.1.	Розрахунок піднімальної сили.....	36
7.2.	Розрахунок витрати сумішей на тонну придатного литва.....	37
7.3.	Розрахунок виходу придатного литва.....	38
7.4.	Правила техніки безпеки й охорони праці.....	39
8	ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ СТРИЖНЕВОГО ВІДДІЛЕННЯ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ.....	40
9	АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ.....	41
10	ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЦТВА І ВИБІР ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКІВ.....	44
11	ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ І СТРУКТУРИ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ.....	45
12	РЕЖИМИ РОБОТИ І ФОНДИ ЧАСУ РОБОТИ УСТАТКОВАННЯ І РОБІТНИКІВ.....	47
13	РОЗРАХОВУВАННЯ ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВІДДІЛЕНЬ.....	48
13.1	Плавильне відділення.....	48
13.2	Формувально-складально-заливально-вибивальне відділення.....	51
13.3	Стрижневе відділення.....	53
13.4	Сумішоприготувальне відділення.....	57

13.5 Відділення фінішних операцій.....	59
14. ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ ТА МЕЖІ ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ.....	61
15. РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ МАШИНИ.....	62
15. 1. Діаметр гільзи піскострільного резервуару D_p	64
15. 2. Висота верхньої НВ та нижньої НН частин гільзи.....	64
15. 3. Загальна висота гільзи.....	64
15. 4. Діаметр отвору вдувного клапана $d_{кл}$	64
15. 5. Площа перерізу прорізів у верхній fВ та нижній fН частинах гільзи.....	65
15. 6. Діаметр вихідного отвору.....	65
15. 7. Сумарна площа перетинів вентиляційних отворів.....	65
15. 8. Об'єм ресивера.....	66
15. 9. Необхідне зусилля притискання стрижневого ящика до плити.....	66
15. 10. Діаметр циліндра притискного пристрою.....	67
16. РОБОТА МАШИНИ ТА ДОГЛЯД ЗА НЕЮ.....	69
17. ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАШИНИ.....	70
18. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	71
18.1. Аналіз умов праці.....	71
18.2. План виробничого приміщення.....	73
18.3. Довідкові вказівки до оцінок умов праці.....	74
18.4. Загальні вказівки до заходів та вимог з охорони праці.....	79
18.5. Заходів з охорони праці.....	81
19. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ ПРОЕКТУВАННЯ.....	82
20. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ.....	84
20.1. Розрахунок чисельності виробничих робітників.....	84
20.2. Визначення фондів заробітної плати.....	86
20.3. Розрахунок продуктивності праці.....	89
21. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	90
21.1. Розрахунок капітальний вкладень.....	90
21.2. Визначення планової собівартості одиниці продукції.....	92

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

21.3. Розрахунок показників економічної ефективності проектного рішення.....	95
--	----

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Ливарне виробництво є основною заготівельною базою машинобудування. Литі заготовки використовують більшість галузей промисловості. Маса литих деталей в машинах різного типу складає в середньому 40...80 %, а вартість і трудомісткість їх виготовлення не перевищує 25 % усіх витрат на виріб [1].

Технологія ливарного виробництва охоплює непростий комплекс явищ, фізична сутність яких відрізняється значною складністю. Під час розроблення основних проблем технології ливарного виробництва, як показує практика, більшість науково-дослідних та інженерних задач вирішуються з урахуванням теплових, гідродинамічних та інших фізичних явищ, які мають місце в процесах лиття. У теперішній час особлива увага приділяється виробництву литих заготовок литтям у металеві форми, за моделями, які витоплюються, під тиском, в оболонкові форми тощо [2].

Розвиток ливарного виробництва нерозривно зв'язаний з проектуванням ливарних цехів. Вивчення проектування дає можливість набути знання щодо теоретичних і технологічних досягнень в галузі ливарного виробництва, основних положень організації проектних робіт, структури, компоновальних та архітектурнобудівельних рішень ливарних цехів, окремих їх технологічних відділень і дільниць, методів вибору оптимальних технологічних процесів та засобів механізації і автоматизації ливарних процесів; навчитися аналізувати виробничі програми кожного технологічного відділення і ливарного цеху в цілому, підготувати вихідні дані для проектування, вибрати економічно обґрунтований метод та оптимальний технологічний процес виготовлення виливків, спроектувати основні та допоміжні відділення і дільниці ливарного цеху, розрахувати основні енергетичні та економічні показники [4].

					<i>ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ВСТУП</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Гордійчук Д. О.</i>					
<i>Перевір.</i>		<i>Сиропоринєв</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>							
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
						<i>13</i>	<i>107</i>
					<i>Гр. ФЛ-п91 ІМЗ</i>		

1 ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА

1.1. Загальна характеристика литої деталі

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

Деталь “Корпус” виготовлена зі сплаву ВЧ 500-2, має габаритні розміри Ø370x108 мм, з середньою товщиною стінки – 10 мм. Має внутрішні оброблювані поверхні для встановлення підшипників та зовнішні оброблювані поверхні для фіксації до інших вузлів та механізмів.

Маса деталі становить – 15 кг, і відноситься до дрібного литва та 2 групи складності.

Деталь “Корпус” має шість оброблюваних поверхонь.

Шорсткість поверхонь становить Ra 2,5, Ra 5, Ra 10.

Для вилівка “Корпус” вибираємо механічні властивості та хімічний склад чавуну марки ВЧ 500-2 по ДСТУ 3925-99

Таблиця 1.1. Хімічний склад сплаву ВЧ 500-2

Масова доля елементів, %					
Вуглець	Кремній	Марганець	Фосфор	Сірка	Хром
			не більше		
3,2 - 3,6	1,9 - 2,9	0,2 - 0,9	0,1	0,02	0,15

Границя міцності на розтяг – 500 МПа.

Відносне подовження - 2 %

Твердість – 180 - 260 НВ.

1.2. Аналіз можливих способів виготовлення вилівка

Для вибору способу виготовлення вилівка враховуємо серійність виробництва, технічні вимоги, які висуваються до виробу, що впливає на вартість форми і модельної оснастки.

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Гордійчук Д. О.			ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА		
Перевір.		Сиропоринєв					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Акрушів
						14	107
					Гр. ФЛ-п91 ІМЗ		

В одиничному, дрібносерійному і серійному виробництві виливка виготовляють звичайно литвом у піщані сирі, підсушені, хімічно твердіючі та сухі форми, інколи використовують спеціальні способи литва: у кокіль, за виплавляємими моделями, в оболонкові форми, відцентрове литво та інші.

У крупносерійному та масовому виробництві використовують спеціальні способи литва, а також литво у сирі піщані форми, які виготовляють на формувальних машинах або автоматичних лініях. Найбільш економічний спосіб виготовлення виливків у сирих формах, так як у цьому випадку не потрібні площі для встановлення сушарок і складування форм перед сушінням і додаткові витрати на палива, а також значно скорочується, порівняно із формуванням по-сухому, цикл виготовлення виливка і знижується її собівартість.

Маючи на увазі, що виливок «Корпус» виготовляється в умовах серійного виробництва, вибираємо виготовлення виливка у разових формах по-сирому в парних опоках з використанням машинного виготовлення форм, що забезпечує високу продуктивність, точність виливка, механізацію трудомістких операцій ущільнення формувальної суміші і вилучення моделі.

Стрижні виготовляємо з суміші ХТС, чим забезпечуємо високу якість стрижня, також він не потребує теплового сушіння.

1.3. Обґрунтування положення виливка у формі

При виборі площини рознімання керуємося наступними правилами з ГОСТ 3.1125-88:

- відповідальні робочі частини, плоскі поверхні великої відстані, місця для виконання механічної обробки, необхідно по можливості розміщувати зверху; у крайньому випадку - вертикально або під нахилом;
- для виливків, які мають стрижень, необхідно передбачити надійне кріплення стрижня і можливість перевірки розмірів порожнини форми під час збирання;
- тонкі стінки виливків необхідно розміщувати у верхній частині форми

					<i>ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

вертикально або під нахилом для попередження недоливів.

Вибір поверхні роз'єднання форми залежить від вибору положення форми при заливанні. Для визначення поверхні роз'єднання форми керуються наступними положеннями:

- форма и модель повинні мати одну поверхню роз'єднання, бажано плоску горизонтальну, зручну для виготовлення і збирання форми;
- модель повинна вільно вилучатися із форми;
- всю відливку, якщо дозволяє її конструкція потрібно розміщати в одній (переважно верхній) напівформі з метою попередження перекосів;
- при формуванні у парних опоках необхідно прагнути до того, щоб загальна висота форми була мінімальною.

Керуючись даними правилами, виливок розташовуємо горизонтально, у двох напівформах. Це положення виливка зручне для підведення металу в порожнину ливарної форми та повного заповнення її. Отвори діаметром до 20 - 25 мм методом литва не отримуємо.

1.4. Усадка металу

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

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

За літературними даними ливарна (утруднена) усадка, чавунного сплаву марки ВЧ 500-2 (ДСТУ 3925-99), становить $y = 1,2 \dots 1,7 \%$.

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

					<i>ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

1.5. Вибір припусків на механічне оброблення

Для забезпечення необхідної шорсткості робочих поверхонь необхідно призначити припуски на механічне оброблення.

Обираємо величину припусків на механічне оброблення, призначаємо у відповідності до вимог ГОСТ 26645-85. Вибрані припуски на механічне оброблення занесимо до таблиці 1.2.

Таблиця 1.2. Припуски на механічне оброблення

1. Тип сплаву	ВЧ 500-2 ДСТУ 3925-99					
2. Технологічний процес	форми по сирому, з піщано-глиняної суміші з вологістю 3,5 – 4,5 %					
3. Найбільший габаритний розмір, мм	Ø370					
4. Клас розмірної точності	(9-13) 12					
5. Степінь жолоблення	(7 - 10) 8					
6. Степінь точності поверхні	(13 -19) 15					
7. Клас точності мас	(8 - 15) 12					
8. Номінальний розмір вилівка, мм	13н	70в	Ø160	108 н/в	Ø290	Ø370
9. Шорсткість поверхні	10	5	2,5	5	5	10
10. Допуск розмірів вилівка, мм	3,6	5,0	5,6	5,6	6,4	7,0
11. Допуск форми та розташування вилівка, мм	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	3,2
12. Загальний допуск, мм	4,0/ 2,0	5,0/ 2,5	6,4/ 3,2	7,0/ 3,5	7,0/ 3,5	8,0/ 3,5
13. Вид кінцевої обробки	напівчистова		чистова	напівчистова		
14. Ряд припусків	(6 - 9) 8					
15. Загальний припуск на сторону, мм	3,0	3,6	4,5	4,3	4,3	5,3
16. Прийнятий припуск, мм	3	5	5	5	5	5

Точність вилівка 12 – 8 – 15 – 12 ГОСТ 24665-85.

Припуск на механічну обробку, з урахуванням масштабу зображаємо суцільною лінією червоного кольору.

Значення припуску на механічну обробку показуємо цифрою перед знаком шорсткості поверхні деталі.

					ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

1.6. Вибір кількості і меж стрижнів

Для формування внутрішніх порожнин виливка або заглибин і виступів на ньому використовують стрижні. Встановлення і фіксація піщаного стрижня у ливарній формі здійснюється за допомогою спеціальних виступів, які називаються стрижневими знаками. Конфігурація і розміри стрижневих знаків визначаються розмірами виливка і конфігурацією отворів, що оформлюються стрижнями. Вибір стрижневих знаків здійснюється залежно від розмірів стрижня та виливка відповідно до вимог ГОСТ 3212-92.

В нашому випадку для виконання внутрішньої конфігурації виливка застосовують один стрижень. Даний стрижень у відповідності до своєї конструкції чітко відтворюють завдану внутрішню поверхню.

Узагальнені дані розмірів стрижнів заносимо у табл.1.3.

Таблиця 1.3. Вибір розмірів знаків, зазорів, ухилів стрижнів

Номер стрижня	Діаметр або $(a+b)/2$ стрижня, мм	Висота стрижня Н, мм	Висота нижнього знаку, h_n мм	Висота верхнього знаку, h_v мм	Ухил знаку				Технологічний зазор, мм	
					а		β		S ₁ S ₂	
					град	мм	град	мм		
1	Ø155- Ø285	118	35	20	10	4,5	15	8	0,6	0,8

Конструкція стрижнів, знаки і зазори позначені на кресленні №1 основною тонкою лінією синього кольору. Внутрішня конфігурація виливка має виступи які відповідають зовнішній конфігурації, тому для запобігання зміщенню елементів виливка передбачаємо у знакових частинах стрижнів фіксатори.

2. ВИБІР ТИПУ ТА РОЗРАХУНОК РОЗМІРІВ ОПОК

2.1 Визначення числа виливків у формі та їх розміщення

Враховуючи габаритні розміри виливка 380X380X118 мм, серійність 5000 шт. та приблизну масу 18 кг, а також розміщення елементів ливникової системи у формі розміщуємо два виливка.

2.2 Розрахунок лінійних розмірів опок

Опока – пристрій, який слугує для утримання формувальної суміші, надання їй міцності та жорсткості, виконання піднімально-транспортних операцій.

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

Необхідні розміри опок визначаємо розрахунком виходячи з розміщення виливків у формі, розміщення ливникової системи та надливів.

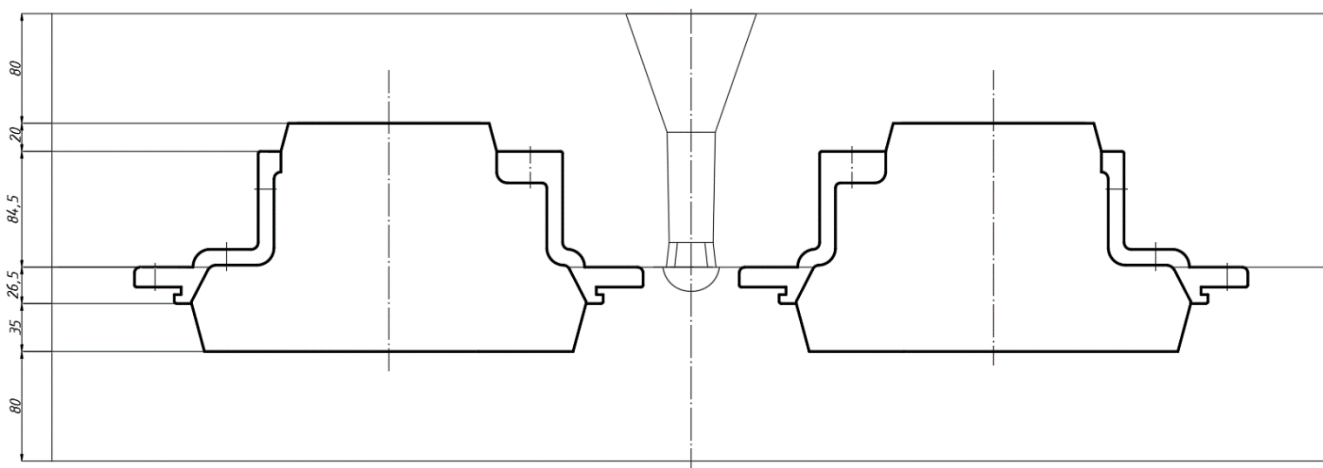
Основна задача при виборі розмірів опок – мінімізувати витрати формувальної суміші.

Так, як наш виливок відноситься до дрібного литва то відстані від виливка до стінок опоки приймаємо у відповідності з табл. 2.1.

Таблиця 2.1. Відстані від виливка до стінок опоки

Позначення	а	б	в	г
Рекомендовано, мм	50-70	80-100	80-100	60-80
Приймаємо, мм	60	80	80	70

Зробимо попередній розрахунок розмірів опоки.



					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИБІР ТИПУ ТА РОЗРАХУНОК РОЗМІРІВ ОПОК		
Розроб.		Гордійчук Д. О.					
Перевір.		Сиропоринєв					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.					Гр. ФЛ-п91 ІМЗ		
					Літ.	Арк.	Акрушів
						19	107

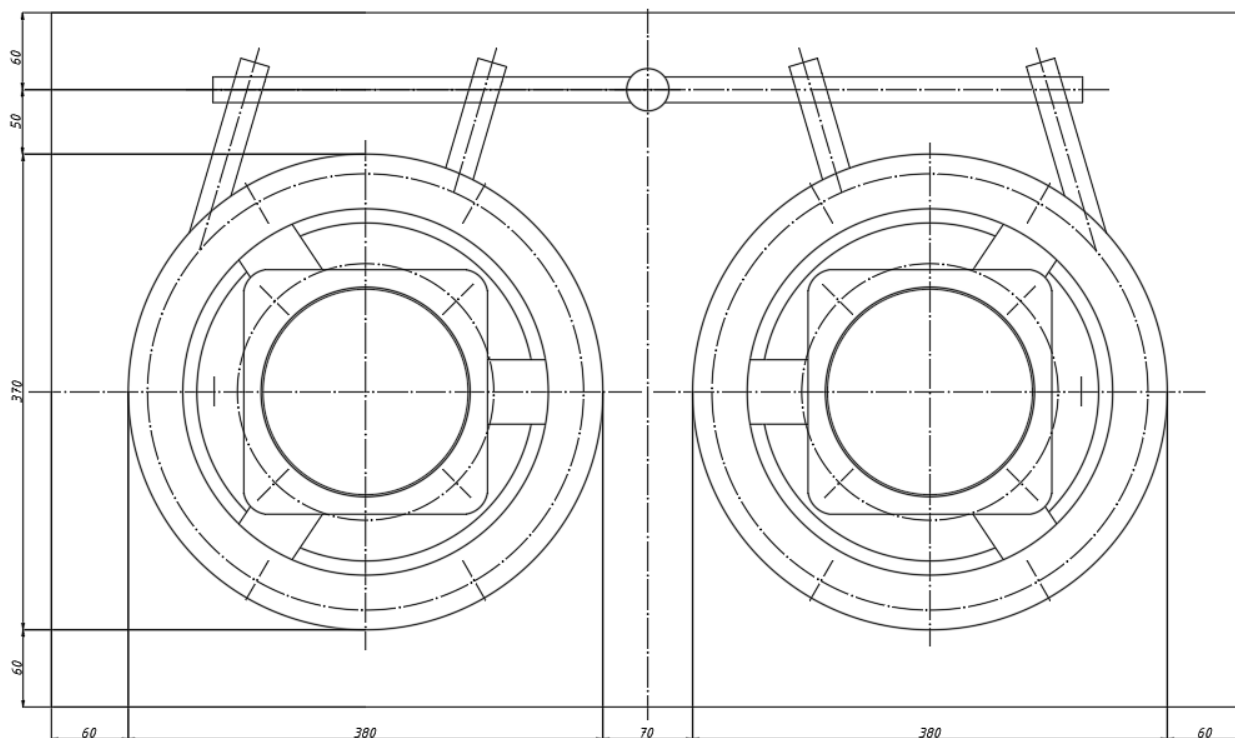


Рис.2.1. Схема для розрахунку розмірів опоки

Виконання розрахунків:

Довжина опоки:

$$L_{\text{оп}} = 2l_{\text{вил}} + r + 2a$$

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

$l_{\text{вил}}$ - довжина виливка, мм;

$l_{\text{зн}}$ - довжина стрижневого знака, мм;

a - відстань від виливка до стінок опоки, мм.

$$L_{\text{оп}} = 2 \cdot 380 + 70 + 2 \cdot 60 = 950 \text{ мм}$$

Ширина опоки:

$$B_{\text{оп}} = b_{\text{вил}} + 2a + 2l_{\text{жив}}$$

де $B_{\text{оп}}$ - розрахункова ширина опоки, мм;

$b_{\text{вил}}$ - ширина виливка, мм;

$l_{\text{жив}}$ - довжина живильника, мм; приймаємо $l_{\text{жив}} = 50 \text{ мм}$

$$B_{\text{оп}} = 380 + 2 \cdot 60 + 2 \cdot 50 = 600 \text{ мм}$$

Розроховуємо висоту нижньої опоки:

$$H_{\text{оп}}^{\text{н}} = h_{\text{вилниз}} + б + h_{\text{нз}}$$

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

$h_{\text{вилив}}$ - висота виливка у нижній напівформі, мм;

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

$h_{\text{пз}}$ - висота нижнього знака стрижня.

$$H_{\text{оп}}^{\text{н}} = 27 + 80 + 35 = 142 \text{ мм}$$

Розроховуємо висоту верхньої опоки:

$$H_{\text{оп}}^{\text{в}} = h_{\text{вилверх}} + б + h_{\text{вз}}$$

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

$h_{\text{вилив}}$ - висота виливка у верхньої напівформі, мм;

в - відстань від виливка до частини опоки, мм.

$h_{\text{вз}}$ - висота верхнього знака стрижня.

$$H_{\text{оп}}^{\text{в}} = 85 + 80 + 20 = 185 \text{ мм}$$

Розраховані розміри опок:

$$L \times B \times \frac{H^{\text{в}}}{H^{\text{н}}} = 950 \times 600 \times \frac{185}{142}$$

По ГОСТ 15005 – 69 приймаємо розміри опоки що найбільш підходять:

$$L \times B \times \frac{H^{\text{в}}}{H^{\text{н}}} = 1000 \times 700 \times \frac{200}{150}$$

Опока 0260-0051 ГОСТ 15004 – 69

2.3 Характеристика вибраних опок

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

У даному дипломному проєкті так як виливок чавунний, то використовуємо литті чавунні опоки, прямокутної форми з розмірами що вказані у попередньому пункті.

Центрування опок проводимо за допомогою направляючих та центруючих штирів.

Скріплення приливів опок проводимо за допомогою скоб.

Транспортування опок а також готових напівформ виконуємо за допомогою цапф.

					ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

3 РОЗРАХУНОК ЛИВНИКОВОЇ СИСТЕМИ

3.1 Обґрунтування вибраної конструкції ливникової системи

Ливниковою системою називається сукупність каналів, по яких підводиться рідкий метал до форми і канал для прийому металу. Ливникова система призначена для:

1. забезпечення безупинної, рівномірної і спокійної подачі рідкого металу в форму;
2. передбачення живлення виливка рідким металом під час його усадки й затвердіння;
3. затримання проникнення піску, шлаку та інших неметалевих включень у порожнину форми;
4. не допустити руйнування форми від дії струменя металу.

Правильна конструкція виливка це одно з найважливіших умов отримання якісного продукту лиття . Вибираємо бокову ливникову систему враховуючи товщину стінки, масу та розміри даного виливка.

Для чавунних виливків, як в нашому випадку застосовують закриту ливникову систему.

3.2. Розрахунок площ основних елементів ливникової системи

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

$$\sum F_{\text{ж}} = \frac{G \cdot v}{C \cdot \mu \cdot 0,31 \sqrt{H_p}}$$

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

$$G = 1,3 \cdot G_{\text{дет}} \cdot n = 1,3 \cdot 1,3 \cdot 15 \cdot 2 = 50,7 \text{ кг}$$

μ – коефіцієнт втрат; $\mu = 0,42$

H_p – розрахунковий металостатичний напір, см.

$$H_p = H_0 - \frac{p^2}{2 \cdot C}$$

де H_0 – напір металу у ливниковій системі (висота стояка з ливниковою воронкою або чашею); $H_0 = 30$ см

p – відстань по вертикалі від місця підведення до металу до верхньої точки виливка; $p = 2,4$ см

C – висота виливка у положенні при заливанні, см; $C = 14$ см

$$H_p = 30 - \frac{2,4^2}{2 \cdot 14} = 29,8$$

v – середня рекомендована швидкість підняття рівня металу в формі, см/с;
 $v = 1,4$ см/с

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ										
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата											
Розроб.		Гордійчук Д. О.			РОЗРАХУНОК ЛИВНИКОВОЇ СИСТЕМИ				Літ.		Арк.	Акрушів			
Перевір.		Сиропоринєв										22		107	
Реценз.									Гр. ФЛ-п91 ІМЗ						
Н. Контр.															
Затверд.															

$$\sum F_{\text{ж}} = \frac{50,7 \cdot 1,4}{14 \cdot 0,42 \cdot 0,31 \sqrt{29,8}} = 7,1 \text{ см}^2$$

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

$$\sum F_{\text{ж}} : \sum F_{\text{шл}} : \sum F_{\text{ст}} = 1,0 : 1,2 : 1,4$$

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

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

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

$$\sum F_{\text{ж}} : \sum F_{\text{шл}} : \sum F_{\text{ст}} = 7,1 : 8,5 : 9,9$$

3.3. Визначення лінійних розмірів усіх елементів

Лінійні розміри живильника розраховуємо за формулою:

$$F_{\text{ж}} = \frac{\sum F_{\text{ж}}}{n}$$

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

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

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

Приймаємо живильник найбільш вживаної трапецевидної форми (рис. 3.1), висоту $h_{\text{жив}}$ вибираємо конструктивно, з врахуванням місця підводу металу, живильник розташовуємо у нижній півформі ребра $h_{\text{жив}} = 1 \text{ мм}$

$$b_{\text{жив}} = \frac{F_{\text{ж}}}{h_{\text{жив}}}$$

$$b_{\text{жив}} = \frac{1,78}{1,0} = 1,8 \text{ см} \approx 18 \text{ мм}$$

$$b_1 = b_{\text{жив}} + 2 = 18 + 2 = 20 \text{ мм}$$

$$b_2 = b_{\text{жив}} - 2 = 18 - 2 = 16 \text{ мм}$$

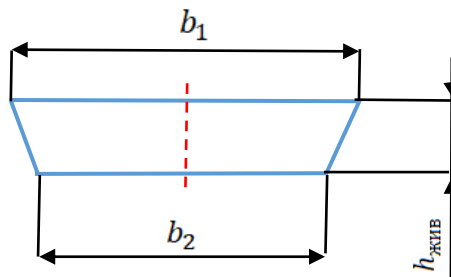


Рис. 3.1 – Живильник

Довжину живильника приймаємо конструктивно, в межах 50...70 мм.

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Так, як після стояка заливається метал іде в одному напрямку, тому площа поперечного перерізу шлакоуловлювача дорівнює сумарній поперечній площі шлакоуловлювача:

$$F_{\text{шл}} = \frac{\sum F_{\text{шл}}}{2} = \frac{8,5}{2} = 4,3 \text{ см}^2$$

Приймаємо шлакоуловлювач трапецевидної форми (рис. 3.2), з відповідними лінійними розмірами:

$$b_{\text{шл}} = \sqrt{F_{\text{шл}}} = \sqrt{4,3} = 2,1 \text{ см} = 21 \text{ мм}$$

$$h_{\text{шл}} = b_{\text{шл}} = 21 \text{ мм}$$

$$b_1 = b_{\text{шл}} + 2 = 21 + 2 = 23 \text{ мм}$$

$$b_2 = b_{\text{шл}} - 2 = 21 - 2 = 19 \text{ мм}$$

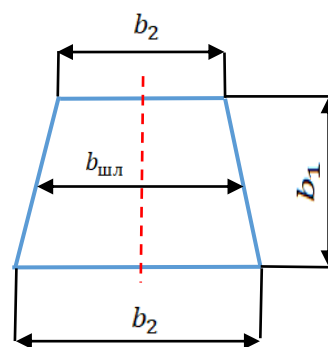


Рис. 3.2 – Шлакоуловлювач

Розрахунок лінійних розмірів перерізу стояка (рис. 3.3)

$$F_{\text{см}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{см}}^2}{4}, \text{ см}^2$$

$$d_{\text{см}} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{см}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9,9}{3,14}} = 3,6 \text{ см} = 36 \text{ мм}$$

$$d_{\text{см}}^{\text{В}} = d_{\text{см}}^{\text{б}} + (2 \div 3) = 36 + 3 = 39 \text{ мм}$$

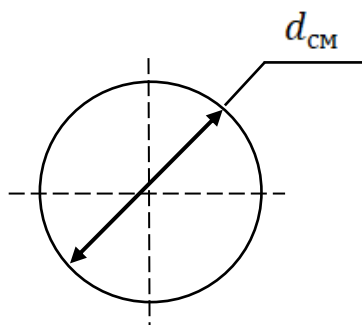


Рис. 3.3 – Стояк

Розрахунок лінійних розмірів ливникової воронки:

$$D_{\text{вор}} = (2,7 \dots 3,0) D_{\text{стн}}$$

$$D_{\text{вор}} = 3 \cdot 39 = 117 \text{ мм}$$

$$H_{\text{вор}} = D_{\text{вор}} = 117 \text{ мм}$$

					ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

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

$$V_{\text{вор}} = \frac{3,14 \cdot 11,7}{12} (11,7^2 + 3,9^2 + 11,7 \cdot 3,9) = 605,4 \text{ см}^3$$

3.4 Розрахунок маси ливникової системи

$$G_{\text{лс}} = V_{\text{лс}} \cdot \gamma_{\text{м}}, \text{ кг}$$

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

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

де $l_{\text{жив}}$ – довжина живильника, см; $l_{\text{жив}} = 11,7 \text{ см}$

$l_{\text{шл}}$ – довжина шлакоуловлювача, см; $l_{\text{шл}} = 34,5 \text{ см}$

$h_{\text{ст}}$ – висота стояка, см; $h_{\text{ст}} = 18,0 \text{ см}$

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

$n_{\text{шл}}$ – кількість шлакоуловлювачів у формі, шт; $n_{\text{шл}} = 2 \text{ шт}$

$$V_{\text{лс}} = 1,78 \cdot 4 \cdot 11,7 + 4,3 \cdot 34,5 \cdot 2 + 9,9 \cdot 18,0 + 605,4 = 1163,6 \text{ см}^3$$

$$G_{\text{лс}} = 1163,6 \cdot 6,95 = 8087 \text{ г} = 8,1 \text{ кг}$$

					ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ФОРМУВАЛЬНІ ТА СТРИЖНЕВІ СУМІШІ

4.1 Обґрунтування вибору складу сумішей

Формування виливка відбувається при кристалізації розплавленого металу в ливарній формі. При цьому розплав взаємодіє з поверхнею форми й у ній відбуваються складні механічні і фізико-хімічні процеси, які впливають на якість виливка. Так форма повинна опиратися тиску розплаву не змінюючи своїх розмірів, витримувати високі температури, не розплавлятися і не вступати в хімічну взаємодію з металом і газами, мати пористість, що забезпечує вихід газів з порожнини форми і запобігати утворенню газових раковин, відбирати тепло з розплаву і регулювати швидкість охолодження виливка.

У практиці ливарних цехів застосовують велику кількість різноманітних за складом формувальних і стрижневих сумішей. Вибір складу визначається призначенням суміші, а також способом формування, серійністю і видом сплаву.

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

Дана формувальна суміш, використовується в сучасних технологічних процесах. Вона володіє комплексом наступних властивостей: міцністю, газопроникністю, вогнетривкістю, довговічністю і т. д., забезпечує високу якість виливків та задану продуктивність, склад наведено в табл. 4.1.

Для виготовлення стрижнів використовуємо суміш ХТС, яка не потребує додаткового ущільнення і завдяки високій текучості добре повторює контури ящика. Затвердіння суміші в ящику дає можливість запобігти тепловій сушці, виключити короблення стержнів і відливок, підвищити якість литва, його розмірну точність, склад наведено в табл. 4.2.

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Гордійчук Д. О.			ФОРМУВАЛЬНІ ТА СТРИЖНЕВІ СУМІШІ			Літ.		Арк.	Аркушів	
Перевір.		Сиропоринєв								26	107	
Реценз.								Гр. ФЛ-п91 ІМЗ				
Н. Контр.												
Затверд.												

4.2 Рецептатура та властивості сумішей

Склад та властивості застосованої формувальної суміші приведений в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. Піщано-бентонітова суміш для формування по-сирому

Вид суміші	Склад суміші, мас. %					Властивості		
	Оборот на суміш	Кварцевий пісок $2K_1O_3O_2$ ГОСТ 2138-91	Бентоніт БП1Т ₂ ГОСТ 3226-77	Молоте вугілля	Добавки	Міцність при стиску, МПа	Вологість, %	Вміст активного бентоніту
Єдина для машинного формування струшуванням з персуванням	90- 95	3-8	1,0- 2,5	0,5- 1,5	Мазут 0-0,5	0,05... 0,07	3,5-4,5	4-6

Склад стрижневої суміші наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2. Склад та властивості ХТС зі смолами

Смола		Затверджувач		Міцність при розриві, МПа, через		Живучість, хв	Мінімальний час твердіння в оснастці, хв
Марка	мас. част.	Вид	мас. част.	1 год	24 год		
БС-40	1,8-2,0	H ₃ PO ₄	1,3-1,5	≥0,2	0,7...1,0	до 2	6...7

4.3 Методи запобігання утворенню пригару

Використовуємо протипригарну самовисихаючу фарбу щоб запобігти утворенню пригару (табл.4.3), фарбуємо лише стрижень, оскільки форма сира, і в суміш вводиться протипригарна добавка (табл.4.1).

Таблиця 4.3. Властивості та склад протипригарної самовисихаючої фарби

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

4.4 Технологія приготування сумішей і фарб

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

Виготовлення ХТС виконується в лопастних або лопаточних змішувачах періодичної або безперервної дії. В змішувач завантажують пісок та смолу БС-40. Ці матеріали подають через живильник та ваговий дозатор. Потім з баку у змішувач з перемішаними сипучими матеріалами через ваговий дозатор подається рідка композиція: затверджувач – ортофосфорна кислота. Після перемішування на протязі 1-2 хвилин готова суміш через затвор подається в стрижневий ящик.

Протипригарна фарба виготовляється в фарбозмішувачі механічному з частотою обертання 120 обертів на хвилину.

					ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ХАРАКТЕРИСТИКА МОДЕЛЬНОГО КОМПЛЕКТА

5.1 Обґрунтування вибраних матеріалів

Враховуючи, що виливок «Корпус» виготовляється в умовах дрібносерійного виробництва, у якому використовується переважно машинний спосіб формовки та виготовлення стрижнів, найбільш ефективно і раціонально використовувати металеві моделі і стержневі ящики, так як вони більш довговічні, точні, мають високу чистоту поверхні, не деформуються при зберіганні [12].

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

Хімічний склад сплаву АК5М2 по ГОСТ 1583-89:

1. Магній, % 0,2-0,8
2. Кремній, % 4,0- 6,0
3. Марганець, % 0,2-0,8
4. Решта алюміній
5. Мідь, % 1,5-3,5

Властивості сплаву АК5М2:

Тимчасовий опір розриву, МПа - 130

Відносне подовження, % - 0,5

Твердість, НВ - 600

Лінійна усадка, % - 1-1,5

Об'ємна усадка, % - 6,5-6,8

Рідинотекучість, мм - 700

5.2. Склад модельного комплекту

До складу модельного комплекту входить:

- модельна плита – 2 шт.;
- модель виливка (складається з двох окремих частин) — 2 шт.;
- моделі ливникової системи: стояк –1 шт., шлаковловлювач –2 шт., живильник –4 шт.;
- стрижневий ящик — 2 шт.

5.3. Особливості конструкції модельної плити

На модельній плиті 0280-2001/001 ГОСТ 20086-74 розміщується дві моделі. Кріплення моделей на модельній плиті здійснюємо гвинтами, центрування моделей на модельній плиті здійснюємо за допомогою штифтів. Кріплення моделей живильників, шлаковловлювачів виконуємо за допомогою гвинтів.

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Гордійчук Д. О.			ХАРАКТЕРИСТИКА МОДЕЛЬНОГО КОМПЛЕКТА			Літ.		Арк.	Акрушів	
Перевір.		Сиропоринсв								29	107	
Реценз.								Гр. ФЛ-п91 ІМЗ				
Н. Контр.												
Затверд.												
					</							

Металомістку частину моделі виконуємо пустотілою з товщиною стінки 8 мм, яку вибрали за ГОСТ 21079-75, укріплюємо її ребрами жорсткості. Формувальні ухили на моделях приймаємо згідно ГОСТ 3212-92, які заносимо до табл.5.1.

Таблиця 5.1. Вибір формувальних ухилів

Поверхня виливка	Тип ухилу	Висота формоутворюючої поверхні	Формувальний ухил	
			градуси	мм
Не оброблюється	б	9,1	2 ° 20'	0,40
Не оброблюється	б	11,1; 14,1; 15,2	1 ° 35'	0,45
Не оброблюється	б	24,2	1 ° 10'	0,50
Оброблюється	а	25,3	0 ° 50'	0,60
Не оброблюється	б	57,6	0 ° 35'	0,65
Не оброблюється	б	107,1	0 ° 20'	0,95

Клас точності модельного комплекту – 6 (згідно ГОСТ 3212-92). Так як деталь виготовляється із чавуну ВЧ 500-2, то модель необхідно пофарбувати у червоний колір. Чорним кольором фарбуємо поверхні стрижневих знаків та інших частин, які не заливаються розплавом. Для зменшення прилипання суміші до моделі її покривають розділовим покриттям яке складається із суміші гасу і сріблястого графіту.

5.4. Розрахунок лінійних розмірів моделі виливка

Розміри моделі виливка розраховуємо за формулою:

$$L = (L_{\text{вил}} + \delta) \cdot \left(1 + \frac{Y}{100}\right) + l_{\text{зн}} + l_{\text{зaz}}$$

де L – лінійний розмір моделі виливка, мм;

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

δ – величина припуску на механічне оброблення, мм;

Y – усадка сплаву виливка, %;

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

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

$$\text{Довжина: } L = L_{\text{вил}} \left(1 + \frac{Y}{100}\right) = 380 \cdot \left(1 + \frac{1}{100}\right) = 383,8$$

$$\text{Ширина: } L = L_{\text{вил}} \left(1 + \frac{Y}{100}\right) = 380 \cdot \left(1 + \frac{1}{100}\right) = 383,8$$

Висота нижньої моделі:

$$L = (L_{\text{вил}} + \delta) \cdot \left(1 + \frac{Y}{100}\right) + l_{\text{зн}} = (27 + 5) \cdot \left(1 + \frac{1}{100}\right) + 35 = 67,3 \text{ мм}$$

Висота верхньої моделі:

$$L = (L_{\text{вил}} + \delta) \cdot \left(1 + \frac{Y}{100}\right) + l_{\text{зн}} + l_{\text{зaz}} = (85 + 5) \cdot \left(1 + \frac{1}{100}\right) + 20 + 0,6 = 111,5$$

					ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

5.5. Особливості конструкції стрижневого ящика

Товщину стінок ящика вибираємо за ГОСТ 19370-74, тоді для середнього габаритного розміру до 250 - 400 мм товщина стінки ящика буде - 8 мм, ребер жорсткості - 7 мм, бортів 12 мм. Стрижневий ящик – роз’ємний з вертикальною площиною роз’єму, одномістний. Для збільшення терміну використання стрижневого ящика встановлюємо броню. Броню кріпимо гвинтами.

Центрування половинок ящика виконуємо за допомогою центрувальних вузлів.

Кріплення половинок здійснюємо за допомогою відкидних болтів з гайками-барашками.

					ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ОПИС ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА

6.1 Порядок операцій при формуванні

Послідовність виготовлення форм [5]:

- модельну плиту із закріпленими на ній моделями виливків та елементів ливникової системи встановлюють на плиту формувальної машини;
- встановлюють опоку, центрують та фіксують відносно модельної плити;
- поверхню моделей та модельних плит покривають розділовим покриттям;
- опоку заповнюють ПГС; - підводять пресову траверсу в робочий стан;
- здійснюють вібропресування півформи; - повернення траверси у вихідний стан;
- надлишок суміші зрізають;
- для вилучення моделей включають вібратор та піднімають штифти;
- витягування моделей;
- напівформа знімається зі штифтів.
- повернення штифтів у вихідний стан;

6.2 Порядок операцій при виготовленні стрижня

Процес виготовлення включає наступні операції [5]:

- очищення поверхні стрижневого ящика від залишків суміші попереднього заформування;
- нанесення на поверхню стрижня розділового покриття;
- збирання стрижневого ящика;
- встановлення стрижневого ящика на робочий стіл під шнековий змішувач;
- заповнення стрижневого ящика;
- витримування стрижня в ящику (6...7 хв);
- вилучення стрижня з ящика та встановлення його на стрижневу плиту;
- встановлення стрижня на привідний рольганг камери фарбування.

6.3 Порядок операцій при складанні форми

Збирання форми виконуємо на конвеєрі [5].

Основні технологічні операції збирання і послідовність їхнього виконання:

- підготовка форми до збирання. Встановлюємо нижню напівформу у горизонтальному положенні, поверхні напівформ очищаємо;
- підготовка стрижнів до збирання: усі тріщини, отвори, не призначені для вентиляції стрижнів, ретельно зашпаровуємо, ушкоджені місця виправляємо стрижневою сумішшю, та зафарбовуємо;

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Гордійчук Д. О.			ОПИС ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА		
Перевір.		Сиропоринсв					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Акрушів
						32	107
					Гр. ФЛ-п91 ІМЗ		

- встановлюємо стрижні в нижню півформу;
- встановлюють напрямівні і центрувальні штирі у верхню півформу;
- накривають нижню півформу верхньою; - скріплюють півформи скобами;
- транспортують форму на ділянку заливання.

6.4 Заливання і вибивання форми

Для заливання нашої форми застосовуємо ковш носикового типу, металоємністю 0,5т. Температура заливання чавуну марки ВЧ 500-2 складає 1400 – 1450° С. Час заливання форми розраховуємо за формулою:

$$t_{\text{зал}} = S \sqrt{G_{\phi}}$$

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

G - металомісткість форми визначили у пункті 3.2; G = 50,7 кг

$$t_{\text{зал}} = 2,2 \cdot \sqrt{50,7} = 15,66 \text{ с.}$$

Після заливання форми виливок охолоджується та твердіє. Чавунні виливки вибиваються при температурі 450°С.

Тривалість витримки чавунних виливків у формі до температури 450 С° можна визначити по наближеній формулі, год.;

$$\tau_{\text{в}} = K \cdot \sqrt{G}, \text{ год}$$

де K- коефіцієнт, вибирається по таблиці, залежить від конфігурації виливка і товщини її стінки, приймаємо K = 15;

G – маса виливка, т; G = 0,051 кг

$$\tau_{\text{в}} = 15 \cdot \sqrt{0,051} = 3.4 \text{ год}$$

6.5 Використані пристрої для виготовлення форм та стрижнів

У процесі виготовлення форм та стрижнів використовується устаткування описане нижче: автомат формувальний пресовий мод. В440М1, лопатевий змішувач безперервної дії 19611 для приготування стрижневої суміші, фарбозмішувач для приготування протипригарної фарби, вибивна решітка моделі 31242 [8].

6.6 Технологія очищення та обробки виливка

Температура вибивання виливка 450...500 °С.

Термічне оброблення виливка – низькотемпературний відпал (штучне старіння).

Для чавунних виливків видалення ливникової системи відбувається на вибивній решітці та в галтувальному барабані (Моделі ГБС-250). Видалення стрижнів з виливка відбувається також на вибивній решітці та в галтувальному барабані. Попереднє очищення поверхні виливка від пригару відбувається в

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

галтувальному барабані, а кінцеве очищення в дробометному барабані (Моделі 393М). Для зачищення залишків ливникової системи, заливів, заусенців вибираємо стаціонарні шліфувальні верстати.

6.7 Можливі дефекти виливка

Дефекти та методи попередження, характерні для завданого виливка, приведені в табл. 6.1.

Таблиця 6.1. Характерні види дефектів

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

	надлишок вугілля або органічних добавок у формульній суміші.	газопроникливість форми; витримувати встановлену рецептуру суміші.
--	--	--

					ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

7.1 Розрахунок піднімальної сили

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

$$F_{\Sigma} = K \cdot \left[F_B - G_{\text{ВПФ}} + F_{\text{ЛС}} + n_B \sum_{i=1}^m (F_{\text{СТі}} - G_{\text{СТі}}) \right]$$

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

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

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

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

$F_{\text{СТі}}$ – Архімедова сила, яка діє на 1-й стрижень, Н;

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

Складові формули (7.1) розраховуються за наступною методикою.

$$F_B = n_B \cdot p \cdot g \cdot h_c \cdot S$$

де n_B – кількість виливків у формі; $n_B = 2$ шт.

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

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

h_c – середній металостатичний напір у верхній півформі, м. $h_c = 0,298 \text{ м}$

S – площа горизонтальної проекції моделі, м^2 , $S = 0,0625 \text{ м}^2$

$$F_B = 2 \cdot 6950 \cdot 9,81 \cdot 0,298 \cdot 0,0625 = 2539,7 \text{ Н}$$

$$G_{\text{ВПФ}} = (m_{\text{оп}} + m_{\text{сум}}) \cdot g$$

де $m_{\text{оп}}$ – маса верхньої опоки, кг; $m_{\text{оп}} = 98 \text{ кг}$.

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

$$m_{\text{сум}} = (L \cdot B \cdot H - V_B^1 \cdot n_B) \cdot \rho_{\text{сум}}$$

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

$$L=1,0\text{м}, B=0,7\text{м}, H=0,2\text{м}$$

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ		
Розроб.		Гордійчук Д. О.					
Перевір.		Сиропоришєв					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.					Гр. ФЛ-п91 ІМЗ		
					Літ.	Арк.	Акрушів
						36	107

$V_B^!$ - частина об'єму виливка, яка знаходиться у верхній півформі, м³ ;

$$V_B^! = 0,000625 \text{ м}^3$$

$\rho_{\text{сум}}$ – густина формувальної суміші, кг/м³ . $\rho_{\text{сум}} = 1600 \text{ кг/м}^3$.

$$m_{\text{сум}} = (1,0 \cdot 0,7 \cdot 0,2 - 0,000625 \cdot 2) \cdot 1600 = 152,5 \text{ кг}$$

$$G_{\text{ВПФ}} = (98 + 152,5) \cdot 9,81 = 2457 \text{ Н}$$

$$F_{\text{ЛС}} = p \cdot g \cdot H_0 \cdot S_{\text{ГП}}$$

де H_0 – металостатичний напір у ливниковій системі, м; $H_0 = 0,298 \text{ м}$

$S_{\text{ГП}}$ – площа горизонтальної проекції ливникової системи, м², $S_{\text{ГП}} = 0,01275 \text{ м}^2$

$$F_{\text{ЛС}} = 6950 \cdot 9,81 \cdot 0,298 \cdot 0,01275 = 259 \text{ Н}$$

$$F_{\text{СТ i}} = V_{\text{СТ}}^! \cdot p \cdot g$$

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

$$F_{\text{СТ i}} = 0 \text{ Н}$$

$$G_{\text{СТ i}} = 0 \text{ Н}$$

$$F_{\Sigma} = 1,4 \left[2539,7 - 2457 + 259 + 2 \sum_{i=1}^m (0 - 0) \right] = 478,4 \text{ Н}$$

За результатами розрахунку вага верхньої полуформи менша піднімальної сили і форму потрібно навантажувати вагою не менше 47.8 кг.

7.2 Розрахунок витрати сумішей на тонну придатного литва

7.2.1 Витрата формувальної суміші на тонну литва Маса формувальної суміші у формі визначають за формулою:

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

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

L=1,0м, B=0,7м, H=0,35м

$V_B^!$ - частина об'єму виливка, яка знаходиться у верхній півформі, м³ ; $V_B^! = 0,000536 \text{ м}^3$

n_B – кількість виливків у формі; $n_B = 2 \text{ шт}$

V_B – об'єм виливка, м³ ;

$V_{\text{ЛС}}$ – об'єм ливникової системи, м³ ;

$\rho_{\text{фс}}$ – густина формувальної суміші (1650...1800 кг/м³). $\rho_{\text{фс}} = 1650 \text{ кг/м}^3$

$$V_B = \frac{m_B}{\rho}; V_{\text{ЛС}} = \frac{m_{\text{ЛС}}}{\rho}$$

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

ρ – густина сплаву, кг/м³ .

$$V_B = \frac{18}{7200} = 0,0025 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{ЛС}} = \frac{8,1}{7200} = 0,0011 \text{ м}^3$$

					ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

$$m_{\text{фс}} = (1,0 \cdot 0,7 \cdot 0,35 - \sum 0,00536 - 2 \cdot 0,0025 - 0,0011) \cdot 1600 = 385,8 \text{ кг}$$

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

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

Звідки:

$$x = \frac{m_{\text{фс}} \cdot 1000}{m_B \cdot n_B}$$

$$x = \frac{385,8 \cdot 1000}{18 \cdot 2} = 9342,5 \text{ кг}$$

7.2.2 Витрата стрижневої суміші на тонну литва

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

$$\frac{m_{\text{фс}} - m_B \cdot n_B}{y - 1000 \text{ кг}}$$

Звідки:

$$y = \frac{m_{\text{фс}} \cdot 1000}{m_B \cdot n_B}$$

де $m_{\text{СТ}}$ – сумарна маса стрижнів у формі, кг. $m_{\text{СТ}} = 8,6 \text{ кг}$

$$y = \frac{8,6 \cdot 1000}{18 \cdot 2} = 239 \text{ кг}$$

7.3 Розрахунок виходу придатного литва

Технологічний вихід придатного литва (%) визначають за формулою:

$$\text{ВП}_{\text{тех}} = \frac{m_B \cdot n_B}{m_B \cdot n_B + m_{\text{ЛС}} + m_{\text{Н}}} \cdot 100\%$$

де m_B – маса виливка, кг; $m_B = 18 \text{ кг}$

n_B – кількість виливків у формі; $n_B = 2 \text{ шт}$

$m_{\text{ЛС}}$ – маса ливникової системи, кг. $m_{\text{ЛС}} = 8,1 \text{ кг}$

$m_{\text{Н}}$ – маса надливів, $m_{\text{Н}} = 7,1 \text{ кг}$

$V_{\text{над}}$ – об'єм надливу м^3 ; $V_{\text{над}} = 0,00013 \text{ м}^3$

$$\text{ВП}_{\text{тех}} = \frac{18 \cdot 2}{18 \cdot 2 + 8,1 + 7,1} \cdot 100\% = 70,31 \%$$

Металургійний вихід придатного литва визначають за формулою:

$$\text{ВП}_{\text{мет}} = \text{ВП}_{\text{тех}} \frac{(100 - Y)(100 - B)(100 - Б)}{10^6}$$

де Y – угар металу при плавленні:

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

					ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Б – брак литва: - для чавуну Б = 2...3%;

$$ВП_{мет} = 70,31 \frac{(100 - 2)(100 - 1,5)(100 - 2)}{10^6} = 66,51\%$$

Масу металозавалки (кг) визначають за формулою:

$$М = \frac{1000}{ВП_{мет}} \cdot 100\%$$

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

$$М = \frac{1000}{66,51} \cdot 100\% = 1503,5 \text{ кг}$$

7.4 Правила техніки безпеки й охорони праці [39].

Всі робітники ливарного цеху повинні бути ознайомлені наступними основними правилами техніки безпеки та дотримуватися їх.

1. Проходячи по цеху, обладнаному транспортними засобами, необхідно бути уважним до сигналів і гудків, подаваним крановиками і шоферами.

2. Забороняється знаходитися поблизу ковша при заповненні його розплавом із плавильної печі.

3. При переносі піднімальним краном ковша з розплавом не можна знаходитися під ковшем або біля нього.

4. Не можна брати вилівка в руки, не перевіривши попередньо, остигнули вони чи ні.

5. Не можна залишати на робочому місці й в устаткуванні промасленого дрантя й інших матеріалів, що можуть самозапалитися.

6. Необхідно стежити за тим, щоб ізоляція електропроводки цеху не була ушкодженою.

7. Робітником забороняється без потреби ходити по інших цехах заводу.

8. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ СТРИЖНЕВОГО ВІДДІЛЕННЯ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ.

Номенклатура виливків чавуноливарного цеху заводу тракторних запчастин
Потужність цеху 30 тис. тон

№ з/п	Найменування виробів і виливків	Маса виливка, кг	Кількість виливків на 1 виріб, шт	Марка сплаву	Режим ТО
1	Гільза двигуна Д-50	10,0	6	ВЧ 500-2	відпал
2	Гільза двигуна СМД-14	12,5	6	ВЧ 500-2	
3	Гільза двигуна мод. «КамАЗ»	10,2	6	ВЧ 500-2	
4	Гільза двигуна мод. «КрАЗ»	14,3	6	ВЧ 500-2	
5	Корпус	18	2	ВЧ 500-2	
6	Корпус редуктора №1	34,0	1	СЧ-30	
7	Кришка редуктора №1	26,4	1	СЧ-30	
8	Корпус редуктора №2	28,9	1	СЧ-30	
9	Кришка редуктора №2	24,8	1	СЧ-30	
10	Зірочка №1	6,2	4	СЧ-30	
11	Зірочка №2	5,4	4	СЧ-30	
12	Важіль	7,2	2	СЧ-30	

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ								
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ СТРИЖНЕВОГО ВІДДІЛЕННЯ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ.					Литера	Лист	Листов	
Разраб	Гордійчук.Д.О									у		40	107
Пров	Сиропоринєв												
Н. Контр.													
Утв													
										Гр. ФЛ-п91 ІМЗ			

9. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ

Основою для розробки технологічної частини проекту ливарного цеху / технологічного відділення є номенклатура виливків та виробнича програма ливарного цеху, яка складається відповідно до індивідуального завдання.

Виробнича програма повинна містити в собі завдання на річний випуск литва для кожного виробу та роду металу. Випуск запасних частин литва передбачається для кожного виробу. Складаємо номенклатуру виливків ливарного цеху та заносимо до таблиці 9.1 [5].

Табл. 9,1 – Номенклатура виливків в ливарному цеху

Індекс Пдліції	Код деталі	Найменування деталі	Матеріал виливка	Маса виливка, кг	Кількість виливків на один виріб,	Маса виливка на один виріб,	Габаритні розміри виливка			Режим термічного оброблення
							Довжина	Ширина	Висота	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	ФЛп911	Гільза двигуна Д-50	ВЧ 500-2	10,0	6	60	Ø110		65	Нормалізація + відпуск 900°С+650°С Низький + відпуск 650°С+680°С
2	ФЛп912	Гільза двигуна СМД-14	ВЧ 500-2	12,5	6	75	Ø140		70	
3	ФЛп913	Гільза двигуна мод. «КамАЗ»	ВЧ 500-2	10,2	6	61,2	Ø120		60	
4	ФЛп914	Гільза двигуна мод. «КрАЗ»	ВЧ 500-2	14,3	6	85,8	Ø127		70	
5	ФЛп915	Корпус	ВЧ 500-2	18	2	36	Ø370		108	
6	ФЛп916	Корпус редуктора №1	СЧ-30	34,0	1	34,0	135	80	90	
7	ФЛп917	Кришка редуктора №1	СЧ-30	26,4	1	26,4	Ø180		45	
8	ФЛп918	Корпус редуктора №2	СЧ-30	28,9	1	28,9	150	70	95	
9	ФЛп919	Кришка редуктора №2	СЧ-30	24,8	1	24,8	Ø170		50	
10	ФЛп9110	Зірочка №1	СЧ-30	6,2	4	24,8	Ø55		50	
11	ФЛп9111	Зірочка №2	СЧ-30	5,4	4	20,8	Ø50		30	
12	ФЛп9112	Важіль	СЧ-30	7,2	2	14,4	Ø40		220	
						Σ=492,1				

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ								
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата									
Разраб	Гордійчук.Д.О				АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ				Литера	Лист	Листов		
Пров	Сиропоринєв								у	41	107		
Н. Контр.									Гр. ФЛ-п91 ІМЗ				
Утв													

					ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7	ФЛ п91 7	Кришка редуктора №1	СЧ- 30	22 ,4	26,4	1	26 ,4	526 20	138 9,2	20	1315 5	347, 3	6577 5	173 6,5
8	ФЛ п91 8	Корпус редуктора №2	СЧ- 30	24 ,6	28,9	1	28 ,9	526 20	152 0,7	20	1315 5	380, 2	6577 5	190 0,9
9	ФЛ п91 9	Кришка редуктора №2	СЧ- 30	21 ,1	24,8	1	24 ,8	526 20	130 5	20	1315 5	326, 2	6577 5	163 1,2
10	ФЛ п91 10	Зірочка №1	СЧ- 30	5, 3	6,2	4	24 ,8	210 480	130 5	20	5262 0	326, 2	2631 00	163 1,2
11	ФЛ п91 11	Зірочка №2	СЧ- 30	4, 6	5,4	4	20 ,8	236 790	127 8	10	2631 0	142, 1	2631 00	142 0,1
12	ФЛ п91 12	Важіль	СЧ- 30	6, 1	7,2	2	14 ,4	128 919	928, 3	20	2631	18,9	1315 50	947, 2
Всього													2625 476	300 52,5

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						43

10. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЦТВА І ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКІВ

Спосіб виробництва виливків вибирають і обґрунтовують, виходячи із аналізу програми згідно розподілу виливків за групами сплавів, складності і масою із використанням новітніх досягнень в області технологій, механізації і автоматизації ливарного виробництва [3].

Під час вибирання технологічного процесу передбачають спеціалізацію виробництва через створення окремих потоків для виготовлення технологічно однорідних груп виливків за масою, габаритами, складністю і марками металу.

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

Ливарний цех призначений для виробництва виливків із сталі ВЧ 500-2, СЧ-30. Потужність цеху становить 30 000 тон придатного литва за рік, а кількість виливків за рік складає понад майже 2625476. За характером виробництва цех, що проектується, можна віднести до цехів масового виробництва.

Основними параметрами вибору технологічного процесу і устаткування для виготовлення виливків є: характер виробництва, маса і габарити виливків, їх клас точності, рід металу, вид виробничої програми і потужність цеху.

Виходячи з вищенаведеного, приймаємо, що в цеху, який проектується, литво будуть виготовляти в разових об'ємних піщано-глинястих формах [5].

					ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ						
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата							
Разраб	Гордійчук.Д.О				ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЦТВА І ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКІВ				Литера	Лист	Листов
Пров	Сиропоринєв								у	44	107
									Гр. ФЛ-п91 ІМЗ		
Н. Контр.											
Утв											

11. ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ І СТРУКТУРИ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ

За структурою цех складається із таких основних та допоміжних відділень і дільниць:

- 1) виробничі відділення:
 - плавильне відділення;
 - формуально-складально-заливально-вибивальне відділення;
 - стрижневе відділення;
 - сумішоприготувальне відділення;
 - відділення фінішних операцій з дільницею термічного оброблення;
- 2) допоміжні відділення:
 - ремонтно-механічні майстерні;
 - ремонту та сушіння ковшів;
 - поновлення суміші;
 - цехові лабораторії;
- 3) склади:
 - склад шихтових і формувальних матеріалів;
 - модельної оснастки;
 - готових виливків;
- 4) адміністративно-побутові приміщення.

На підставі аналізу виробничої програми і прийнятого технологічного процесу виготовлення виливків визначають тип цеху та його технологічні відділення за існуючою класифікацією і розробляють ескізний проект загальної компоновки технологічних відділень цеху відповідно до рекомендованих типових варіантів

Ливарний цех, який проектується, має компонування відділень, що представлена на рис. 11.1 Таке компонування притаманне цехам великосерійного і масового виробництва дрібних та середніх виливків [3-5].

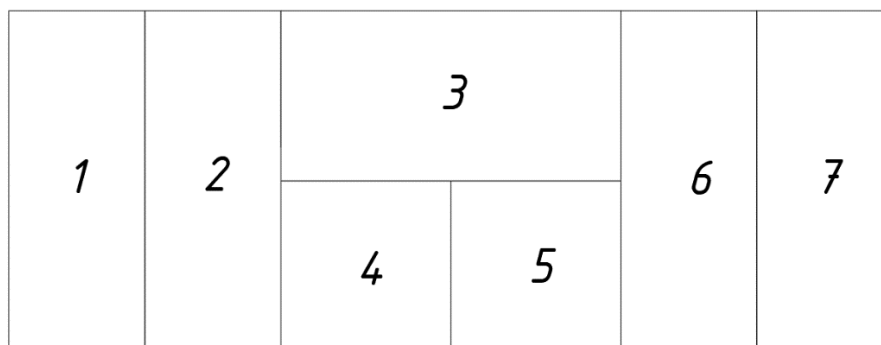


Рис. 11.1 – Схема компонування ливарного цеху

					ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ						
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата							
Разраб	Гордійчук.Д.О				ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ І СТРУКТУРИ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ				Литера	Лист	Листов
Пров	Сиропоринєв								у	45	107
Н. Контр.									Гр. ФЛ-п91 ІМЗ		
Утв											

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

					ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

12. РЕЖИМИ РОБОТИ І ФОНДИ ЧАСУ РОБОТИ УСТАТКОВАННЯ І РОБІТНИКІВ

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

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

Для стрижневих відділень, оснащених великими печами, дільниць, де не допускаються перерви у технологічному процесі, а також в окремих випадках для унікального устаткування використовують тризмінний режим роботи.

У всіх випадках під час визначення фондів часу виходять з положення, що тривалість робочого тижня становить 40 годин.

Згідно з прийнятими режимами складають зведену таблицю річних фондів часу для кожного відділення, устаткування і робітників (табл. 12.1).

Табл. 12.1 – Режим роботи ливарного цеху та річні фонди часу

№	Найменування дільниці, відділення та устаткування	Кількість робочих змін за добу	Дійсний річний фонд часу роботи, год.	
			Устаткування	робітник
1	2	3	4	5
1	Плавильне відділення (індукційні печі високої частоти місткістю для чавуну до 6,0 10,0...60,0 Т)	3	3720	1900
2	Формувальне відділення	2	3600	1840
3	Сумішоприготувальне відділення	2	3600	1840
4	Стрижневе відділення	2	3720	1840
5	Відділення фінішних операцій	2	3680	1840
	3 дільницею термічного відділення	2	5810	1840
6	Допоміжне відділення	2	3800	1840

					ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата			
Разраб		Гордійчук.Д.О			РЕЖИМИ РОБОТИ І ФОНДИ ЧАСУ РОБОТИ УСТАТКОВАННЯ І РОБІТНИКІВ		
Пров		Сиропоринєв					
Н. Контр.							
Утв							
					Літера	Лист	Листов
					у	47	107
					Гр. ФЛ-п91 ІМЗ		

13. РОЗРАХОВУВАННЯ ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВІДДІЛЕНЬ

13.1. Плавильне відділення

Вихідними даними для розраховування плавильного відділення є кількість рідкого металу кожної марки ливарних сплавів, яка необхідна для забезпечення річної виробничої програми (див. табл. 9.2).

Розраховування плавильного відділення слід здійснювати за такою послідовністю:

- вибрати технологічний процес виплавляння конкретного сплаву;
- вибрати тип плавильного агрегату, який забезпечуватиме виконання прийнятого технологічного процесу виплавляння цього сплаву;
- скласти балансу металу за марками сплавів, які виплавлятимуть, з урахуванням виробничої програми виробництва виливків;
- визначити кількість плавильних агрегатів;
- скласти відомість витрат шихтових матеріалів окремо для кожної марки сплаву;
- розрахувати парк ковшів і ковшової дільниці на підставі прийнятої схеми забезпечення формувального відділення рідким металом;
- розробити технологічне планування плавильного відділення з урахуванням норм проектування та вибрати транспортувальні засоби (крани тощо).

Тип плавильного агрегату вибирають залежно від сплаву, технічних вимог до виливків, обсягу виробництва, групи виливків за масою, режиму роботи плавильного відділення тощо.

В якості плавильного агрегату будемо використовувати дугові сталеплавильні печі.

Виробництво виливків у цеху, що проектується, здійснюється із сталі марок: ВЧ 500-2, СЧ-30. Виливки мають масу від 5,4 кг до 34,0 кг.

Для визначення маси металозавалки потрібно знати масу придатного литва за рік, масу металу, що витрачається на ливникові системи, витрати металу на брак, угар та безповоротні втрати. Угар і безповоротні втрати складають 6 %.

Річні витрати металу на ливникові системи, зливи та брак приймаємо 36% відповідно для першої та другої масових груп.

Вихід придатного литва залежить від галузі промисловості, марки сплаву, маси виливка і способу його виготовлення. Вихід придатного литва приймаємо 58% відповідно для першої та другої масових груп. На основі розрахунків потрібної кількості металу складаємо баланс металу (табл. 13.1, форма 1).

					ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	РОЗРАХОВУВАННЯ ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВІДДІЛЕНЬ			
Разраб	Гордійчук.Д.О							
Пров	Сиропоринєв							
Н. Контр.								
Утв					Літера Лист Листов			
					у 48 107			
					Гр. ФЛ-п91 ІМЗ			

Табл 13.1 – Баланс металу

Індекс позиції	Груповий потік або дільниця	Придатне литво		Ливники зливи, браковані виливки		Рідкий метал		Угар та безповоротні втрати		Металозавалка		Клас шихти	Спосіб плавлення	Тип плавильного
		%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	До 35 кг	58	300 52,5	36	1865 3	94	487 05,5	6	518 14,4	100	100 519, 9	1	електроплавлення	ДС П-12

Характер виробництва виливків і вибраний спосіб плавлення дають можливість визначити відсоток і масу ливників, браку, угару, безповоротних утрат, а отже, і загальну масу рідкого сплаву і металозавалки (графи 5...12, табл. 13.1).

Визначаємо кількість печей за формулою:

$$n = B_p \cdot K_n / (\Phi_d \cdot q), \quad (2.1)$$

де B_p – річна потреба в рідкому металі для цеху, дільниці або групового потоку, $B_p = 48705,5$ т;

K_n – коефіцієнт нерівномірності виплавляння і використання рідкого металу ($K_n = 1,1-1,2$ — для умов масового і великосерійного виробництв; $K_n = 1,2-1,3$ — для умов серійного і дрібносерійного виробництв; $K_n = 1,3-1,4$ — для умов дрібносерійного і одиничного виробництв);

Φ_d – дійсний річний фонд часу роботи печі, $\Phi_d = 3720$ год.

q – продуктивність печі, $q = 5,1$ т/год.

Необхідна кількість дугових печей:

$$n = 48705,5 \cdot 1,2 / (3720 \cdot 5,1) = 3,1.$$

Приймаємо 4 електропечі ДСП-12.

Коефіцієнт завантаження печей розраховуємо за формулою:

$$K_3 = n / n_{\text{п}}$$

де n – розрахована необхідна кількість печей;

$n_{\text{п}}$ – прийнята кількість печей.

$$K_3 = 3,1 / 4 = 0,78$$

Розрахунок плавильних агрегатів зводимо до табл. 13.2.

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Табл. 13.2 – Розрахунок електропечей

Дільни ця, групов ий потік	Марка сплаву	Потрібна кількість рідкого металу, т	Тип печі	Місткі сть печі	Тривалість циклу плавлення	Середнь годинна продукт ивність	Кількість печей		Коефі цієнт заван тажен ня
							За розр ахун ком	при йнят а	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ВЧ 500-2	48705,5	ДСП- 12	12	2,35	5,11	1,18	2	0,59
	СЧ-30								

Для складання відомості витрат шихтових матеріалів виконують розраховування шихти для кожної марки сплаву, який виплавляють. Однак, допускається замість розраховування шихти прийняти її склад за нормативними даними, наприклад із табл. 5.14 (Проектування ливарних цехів. Ч.1: підручник / Г. Є. Федоров, М. М. Ямшинський, В. Г. Могилатенко та ін. — К. : НТУУ «КПІ», 2011. — 588 с.)

При розрахунку необхідних шихтових матеріалів і їх кількості враховують плавильний агрегат, процес плавки і витрати матеріалів на виплавку 1 т рідкого металу.

Приймаємо матеріали шихти:

- ✓ Брухт чавунний;
- ✓ зворот власного виробництва;
- ✓ Феромарганець;
- ✓ феросиліцій;
- ✓ Борна кислота.

Відомість витрат на шихтові матеріали зводимо до табл. 13.3.

Табл. 13.3 – Відомість витрат шихтових матеріалів

Індекс позиції	Найменування матеріалів	Марка сплаву				Всього
		ВЧ 500-2		СЧ-30		т
		%	т	%	т	
1	2	3	4	5	6	7
1	Брухт чавуний	67	12120	66	11550	23670
2	Зворот власного виробництва	29,5	7153,5	31	7723,5	14877
3	Феромарганець	1,5	350	1,5	350	700
4	Феросиліцій	1	175	1	175	350
5	Борна кислота	1	45	0,5	45	90
Всього		100	19843,6	100	19843,6	39687,2

13.2 Формувально-складально-заливально-вибивальне відділення

Підготовка даних для проектування цього відділення полягає в розподіленні всієї номенклатури виливків на групи за масою, складністю та типом металу. Для кожної такої групи виливків вибирають єдиний технологічний процес виготовлення форм і організовують технологічні потоки.

Метод формоутворення призначають виходячи із вимог забезпечення заданої точності і найнижчої собівартості виливків, максимального рівня механізації та автоматизації всього циклу: формування, складання, заливання, охолодження і вибивання.

Найекономічнішим є метод лиття в сирі разові об'ємні піщані форми. Цим методом виготовляють виливки простої і середньої складності із залізовуглецевих сплавів.

Метод є основним у масовому і великосерійному виробництвах.

Кількість формувального устаткування визначають за кількістю форм, яка має бути виготовлена протягом року для виконання проектної програми випуску виливків і яку визначають заповненням табл. 13.4. Розрахунок кількості формувальних ліній або машин виконують на підставі цих даних.

Табл 13.4 – Визначення річної кількості форм

Код деталі	Найменування деталі	Марка сплаву	Кількість виливків на рік	Маса виливка, кг		Робочі розміри опоки (LxBxH)	Кількість виливків у формі, шт	Маса виливків у формі, кг	Кількість форм на рік шт	Об'єм форм, м³	
				одного	На річну програму					одного	На річну програму
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Перша масова група											
ФЛп9 11	Гільза двигуна Д-50	ВЧ 500-2	394650	10,0	3946500	800X700X300X300	6	16	65775	0,336	22100,4
ФЛп9 12	Гільза двигуна СМД-14	ВЧ 500-2	394650	12,5	4933125		6	75	65775		22100,4
ФЛп9 13	Гільза двигуна мод. «КамАЗ»	ВЧ 500-2	394650	10,2	4025430		6	10,2	65775		22100,4
ФЛп9 14	Гільза двигуна мод. «КрАЗ»	ВЧ 500-2	394650	14,3	5643495		6	85,8	65775		22100,4
ФЛп9 15	Корпус	ВЧ 500-2	126026	18	2268468		2	36	63013		21172,4

					<i>ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ</i>	Арк.
						51
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ФЛп9 16	Корпус редуктора №1	СЧ-30	6577 5	34,0	22363 50		1	34	65775		22100 ,4
ФЛп9 17	Кришка редуктора №1	СЧ-30	6577 5	26,4	17364 60		1	26,4	65775		22100 ,4
ФЛп9 18	Корпус редуктора №2	СЧ-30	6577 5	28,9	19008 98		1	28,9	65775		22100 ,4
ФЛп9 19	Кришка редуктора №2	СЧ-30	6577 5	24,8	16312 20		1	24,8	65775		22100 ,4
ФЛп9 110	Зірочка №1	СЧ-30	2631 00	6,2	16312 20		4	24,8	65775		22100 ,4
ФЛп9 111	Зірочка №2	СЧ-30	2631 00	5,4	14207 40		4	21,6	65775		22100 ,4
ФЛп9 112	Важіль	СЧ-30	1315 50	7,2	94716 0		2	14,4	65775		22100 ,4
									78653 8		26427 6,8

Результати розрахунків кількості ливарних форм на річну програму виливків з заносять у табл. 5.5.

Табл. 13.5 – Зведена відомість кількості форм

Потокова лінія	Група виливків за масою	Робочі розміри опок	Річний випуск		Середньо- годинна кількість форм, шт
			Виликів, т	Форм шт.	
1	2	3	4	5	6
1	До 35 кг.	800X700X300X300	30052,5	786538	200

В цьому відділенні здійснюються операції формування, складання, заливання, охолодження і вибивання форм.

Відділення складається з двох ділень. Ділень №1 для виробництва виливків вагою до 10кг. Формування виконується на автоматичній лінії моделі Л22821. Ділень №2 для виробництва виливків вагою до 35 кг. Формування виконується на автоматичній лінії моделі КЛ91265СМ.

Кількість автоматичних формувальних ліній визначають за формулою:

$$N = V_p / (K \cdot \Phi_d \cdot q), \quad (2.3)$$

де V_p – річна кількість форм на поточковій лінії, шт.;

q – циклова продуктивність лінії, форм/год.;

Φ_d – дійсний фонд часу роботи формувального відділення, $\Phi_d = 3600$ год.;

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

$$N_1 = 786538 / (0,96 \cdot 3600 \cdot 200) = 1,14.$$

Приймаємо 2 автоматичні лінії для першої масових груп.

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнти завантаження ліній:

$$K_{31} = 1,14 / 2 = 0,57.$$

За результатами проведених розрахунків заповнюємо табл. 13.6.

Табл. 13.6 – Кількість формувальних автоматів, ліній, машин

Потокова лінія	У Виливки потоковій формі	Робочі розміри опок, мм	Середньо-годинна кількість форм, шт	Модель автоматичних ліній	Продуктивність форм/год	Кількість ліній		Коефіцієнт завантаження
						Розрахована	Прийнята	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	До 35 кг.	800X700X300X300	200	КЛ91265С	50	4,19	5	0,84

13.3 Стрижневе відділення

Відділення слід проектувати за такою послідовністю:

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

У сучасних ливарних цехах основними способами виготовлення стрижнів є:

- у великосерійному і масовому виробництвах – піскоструйно-піскострільний процес з ХТС та з використанням гарячої оснастки;
- у серійному і дрібносерійному виробництвах – піскострільний процес з використанням ХТС;
- у дрібносерійному і одиничному виробництвах для середнього, великого і важкого литва – із самотвердних сумішей (РСС, ПСС, ХТС з віброущільненням) і пісcomетний спосіб.

Якщо технологічна документація відсутня, обсяг виробництва та номенклатуру стрижнів для чавунних і сталевих виливків визначають орієнтовно і заносять у таблицю 13.8.

Для визначення завантаження основного технологічного устаткування стрижневого відділення заповнюють формулу 12 (табл. 13.9), в якій використовують дані табл. 13.8. Втрати на брак виливків і ламання стрижнів приймають до 10% обсягу виробництва.

Об'єм виробництва та орієнтовну номенклатуру стрижнів для чавунних і сталевих виливків (якщо технологічна документація відсутня) визначаємо за нормативами розрахункової кількості стрижнів на 1 т придатних виливків і заносимо у таблицю 13.7.

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

Табл. 13.7 – Визначення кількості стрижнів

Середня маса стрижня кг	Розподілення стрижнів по ваговим групам, шт.				Всього, шт.	
	0-10		10-40		на	3
	на 1 т	на рік	на 1 т	на рік	рік	врахування м браку
1	2	3	4	5	6	7
1,0	126	212119	21,2	235911	448040	693951
1,55	48	968372	7,3	82809	1051182	1156300
3,66	23	660953	12,9	185840	846792	931472
6	2,3	84028	6,9	75106	158110	173921
15,89	1,4	22860	3,2	35627	58684	64552
10,88	1,4	27980	3	19258	42314	46546
18,9	1	42540	5,2	40442	71184	78302

Табл. 13.8 – Обсяг виробництва стрижневого відділення

Індекс позиції	Код деталі	Найменування деталі	Річна кількість виливків	Стрижні			Потреба в стрижнях			Масас стрижня на річну програм у т.
				номер	Габ. розміри мм	Маса кг	На вил.	На річний випуск	Річна з урахуванням браку	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	ФЛп911	Гільза двигуна Д-50	394650	1	Ø120x50	2	1	394650	434115	868,23
2	ФЛп912	Гільза двигуна СМД-14	394650	1	Ø110x30	1	1	394650	434115	434,115
3	ФЛп913	Гільза двигуна мод. «КАМАЗ»	394650	1	Ø130x50	2	1	394650	434115	868,23
4	ФЛп914	Гільза двигуна мод. «КрАЗ»	394650	1	Ø110x50	2,5	1	394650	434115	1085,288
5	ФЛп915	Корпус	126026	1	Ø370x108	5	1	126026	138 628,6	693,14
6	ФЛп916	Корпус редуктора №1	65775	1	70x30x45	3,5	2	131550	144705	506,4675

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						54

7	ФЛп917	Кришка редуктора №1	65775	1	50x40x40	2	3	197325	217057,5	434,115
8	ФЛп918	Корпус редуктора №2	65775	1	70x30x45	2	2	131550	144705	289,41
9	ФЛп919	Кришка редуктора №2	65775	1	90x30x30	5	3	197325	217057,5	1085,288
10	ФЛп9110	Зірочка №1	263100	1	Ø50x50	2	1	263100	289410	578,82
11	ФЛп9111	Зірочка №2	263100	1	Ø50x30	3	1	263100	289410	868,23
12	ФЛп9112	Важіль	131550	1	Ø40x22	1	2	263100	289410	289,41

Табл. 13.9 - Завантаження устаткування для виготовлення стрижнів

Індекс позиції	Код деталі	Найменування деталі	Номер стрижня	Кількість з'йомів	Тип стрижневої машини	Продуктивність устаткування	Необхідна кількість машин	Площа сушіння плит на річну кількість стриж м ²	Маса стрижня на річну програму т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ФЛп911	Гільза двигуна Д-50	394650	217057,5	піскострільна	90	2	22100,4	868,23
2	ФЛп912	Гільза двигуна СМД-14	394650	217057,5	піскострільна	70	1	22100,4	434,115
3	ФЛп913	Гільза двигуна мод. «КамАЗ»	394650	217057,5	піскострільна	80	2	22100,4	868,23
4	ФЛп914	Гільза двигуна мод. «КрАЗ»	394650	217057,5	піскострільна	70	2	22100,4	1085,288
5	ФЛп915	Корпус	126026	27725,72	піскострільна	70	3	22100,4	693,14
6	ФЛп916	Корпус редуктора №1	65775	72352,5	піскострільна	60	2	22100,4	506,4675
7	ФЛп917	Кришка редуктора №1	65775	108528,8	піскострільна	75	2	22100,4	434,115
8	ФЛп918	Корпус редуктора №2	65775	72352,5	піскострільна	55	3	22100,4	289,41
9	ФЛп919	Кришка редуктора №2	65775	108528,8	піскострільна	60	2	22100,4	1085,288

10	ФЛп9110	Зірочка №1	263100	144705	піскострільна	90	3	22100,4	578,82
11	ФЛп9111	Зірочка №2	263100	144705	піскострільна	60	2	22100,4	868,23
12	ФЛп9112	Важіль	131550	144705	піскострільна	70	2	22100,4	289,41

По можливості та за наявності у відділенні декількох типів стрижневого устаткування розрахунки його кількості зводять у форму 14 (табл. 13.10).

Табл. 13.10 – Розрахунок кількості стрижневого обладнання

Групи стрижнів по масі, кг	Кількість стрижнів на рік, шт./рік	Тип машини	Максимальна маса стрижня, кг	Кількість стрижнів у ящику, шт.	Кількість ящиків, шт.		Продуктивність обладнання, з/г	Кількість, шт		Кз
					За рік	За год.		Розрахункова.	прийн.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1,0	693951	4752Б2К1	6	2	346976	433,6	100	4,34	5	0,87
1,55	1156300	4752Б2К1	6	3	385434					
3,66	931472	4752Б2К1	6	1	931472					
6	173921	1Л9128Б7	15	2	86961	49,3	60	0,73	1	0,73
15,89	64552	1Л9128Б7	15	2	64553					
10,88	46546	1Л9128Б9	35	2	46546	48,2	50	0,73	1	0,73
18,9	78302	1Л9128Б9	35	1	78303					

Кількість автоматичних або механізованих ліній для виготовлення стрижнів за кількістю з'йомів за рік (табл. 13.9) визначають за формулою:

$$L_c = \frac{B_p \cdot K_n / (\Phi_d \cdot q)}{(3720 \cdot 60)} = 7,4$$

де: B_p – річна кількість зйомів, шт.;

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

q – продуктивність лінії, зйомів/год.;

Φ_d – дійсний фонд часу роботи устаткування, год.

Кількість стрижневих машин визначають за формулою:

$$M_c = \frac{B_z \cdot K_n / ((\Phi_d - t) \cdot q)}{((3720 - 780) \cdot 100)} = 12,1$$

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

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

q – продуктивність машини, зйомів/год.;

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Φ_d – дійсний фонд часу роботи устаткування, год.;
 t – втрати часу на зміну стрижневих ящиків за рік, год.

13.4 Сумішоприготувальне відділення

Розрахунок відділення слід здійснювати за такою послідовністю:

- визначити рецептуру і необхідну кількість формувальних і стрижневих сумішей для виконання виробничої програми;
- вибрати технологічний процес приготування сумішей;
- вибрати тип устаткування для приготування кожного виду сумішей;
- розрахувати кількість змішувачів;
- розробити планування відділення і визначити його площу;
- здійснити проектування транспортних систем і вибрати засоби автоматизації для подавання формувальних матеріалів у сумішоприготувальне відділення і розподілу готових формувальних і стрижневих сумішей на місця їх використання.

Загальну річну витрату формувальних сумішей визначають із розрахунків формувально-складально-заливально-вибивальних відділень (див. табл. 13.4 - 13.6), виходячи із об'єму і кількості форм, які виготовляють для всієї номенклатури виливків з відрахуванням об'єму, зайнятого виливками з ливниковими системами і стрижнями. Результати розрахунків заносять у таблицю 13.11.

Після розраховування загальні витрати сумішей на річну програму збільшують на 10-15 % для врахування втрат під час транспортування, формування тощо.

Табл. 13.11 - Розрахунок витрат формівальної суміші

Розмір опок (LxВxН),мм	Випуск виливків, т/рік	Кількість форм на рік	Об'єм однієї форми, м. куб	Об'єм на рік ущільненої суміші, м. куб	Об'єм на рік неущільненої суміші, м. куб	З урахуванням втрат (10%), м. куб
1	2	3	4	5	6	7
800x700x300/300	15371,0	723525	0,060	89019,37	117594,94	129354,43

Витрати стрижневих сумішей визначають за нормою витрати на 1 т придатних виливків та заносимо у таблицю 13.12.

Під час вибору устаткування для сумішоприготувального відділення орієнтуються перш за все на автоматизовані лінії подавання формувальних матеріалів, приготування сумішей і розподілу їх у бункери формувальних автоматів і машин, а також передбачають регенерацію або кондиціювання оборотної суміші.

Табл. 13.12 – Розрахунок кількості стрижневої суміші

Група виливків по масі, кг	Випуск виливков в рік, т/рік	Розрахункові витрати стрижневих сумішей		
		Норма на 1 т,	На рік,	З урахуванням втрат (10%), м.куб
		т	т/рік	
1	2	3	4	5
0-10	18104,0	0,7	12672,8	13764,8
10-40	11948,5	0,7	8363,9	9089,9
Разом	30052,5	-	-	22854,7

Вибирання типу змішувача визначається видом формувальних і стрижневих сумішей.

Розрахунок кількості змішувачів та іншого устаткування оформляємо у таблиці 13.13.

Табл. 13.13 – Розрахунок кількості обладнання

Операції	Річна кількість матеріалу , т/рік	Годинна кількість матеріалу	Обладнання			Кількість , шт.		
			наймену- вання	тип	Продук- тивність, т/год	розра- хункова	прийнята	Кз
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.Сушіння піску	27680,06	7,69	Сушарка	ПБ-15	10	0,77	1	0,77
2.Просіювання піску	27680,06	7,69	Сито	174М	10	0,77	1	0,77
3.Дріблення відпрацьованої суміші	204950,25	56,93	Дробарка	ДДЗ-4	25	2,28	3	0,76
4.Просіювання відпрацьов. суміші	204950,25	56,93	Сито	176М	25	2,28	3	0,76
5.Гомогенізація відпрацьованої суміші	204950,25	56,93	Установк а	11412	25	2,28	3	0,76
6.Приготування формувальної суміші	220376,61	61,22	Змішувач	15204	15	4,08	6	0,68

7.Приготування стрижневої суміші ПГС	19250,00	5,35	Змішувач	15104	3,2	1,67	2	0,84
8.Розпушування формувальної суміші.	220376,61	61,22	Розпушувач	16113	40	2,4	3	0,8
9.Помол вугілля, глини.	6996,30	1,94	Млин	СМ-493	3	0,65	1	0,65

13.5. Відділення фінішних операцій

Розрахунок кількості обладнання виконуємо по наступним етапам:

Розподіляємо річну кількість виливків по фінішним операціям в залежності від вагової групи литва з урахуванням браку в таблиці 13.14.

Табл. 13.14 - Розподілення річного випуску по операціям

Вагова група відливков, кг	Річний випуск		Розподілення річного випуску по операціям, т/рік			
	т/рік	з урахуван. браку, т/рік	Вилучення стрижнів	Очищення	Шліфування	
			Барабан галтувальн.	Дробометне	Верстати	
				барабан	Стаціонарн.	Підвісн.
1	2	3	4	5	6	7
0-10	18104,0	19009,2	19009,2	19009,2	19009,2	-
10-40	11948,5	12545,9	12545,9	12545,9	-	12545,9
Разом	30052,5	31555,1	31555,1	31555,1	19009,2	12545,9

Визначаємо кількість обладнання, яке необхідне для виконання фінішних операцій по формулі:

$$M_{\text{роз}} = \frac{Q}{\Phi_d \cdot q}$$

де Q - річна кількість литва, т/рік, вибираємо з таблиці 13.14.

Φ_d - дійсний фонд роботи обладнання., вибираємо з таблиці 9.1

q - розрахункова продуктивність обладнання визначається в залежності від паспортної по відношенню: $q = (0,5...0,7)q_p$

q_p - паспортна продуктивність обладнання, т/год.,

Визначаємо коефіцієнт завантаження обладнання по формулі:

$$K_z = \frac{M_{\text{рох}}}{M_{\text{пр}}}$$

де $M_{\text{пр}}$ - прийнята кількість обладнання, яка приймається до більшого цілого, для отримання коефіцієнту в межах 0,65 - 0,85. Розрахунок зводимо в таблицю 13.15.

					ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Табл. 13.15 – Розрахунок кількості обладнання

Вагова група відливо к,кг	Кількість литва з врахуванням браку		Тип, модель обладнання	Продуктивність обладнання, т/год	Кількість		Кз
	т/рік	т/год			Розрахунок а	Прийнята	
1	2	3	4	5	6	7	8
0-10	19009,2	5,25	Барабан галт. мод. ГБС-250	4	1,53	2	0,77
10-40	12545,9	2,91	Барабан галт. мод. ГБС-250	4	0,73	1	0,73
0-10	19009,2	5,25	Барабан дроб. мод. 393М	4	1,53	2	0,77
10-40	12545,9	2,91	Барабан дроб. мод. 393М	5	0,73	1	0,73
0-10	19009,2	5,25	Верстат стаціонарний	0,5	9,2	10	0,92
10-40	12545,9	2,91	Верстат підвісний	0,9	3,9	4	0,98

14. ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ ТА МЕЖІ ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ

Стрижнева машина моделі 4752Б2К1 з продувкою газоподібними затверджувачами призначена для виготовлення ливарних стрижнів із затвердінням в нагрітому оснащенні з горизонтальним роз'ємом стрижневого ящика. Дана машина може бути обладнана як газовим, так і електричним нагрівом стрижневі ящики.

В машинах прийнятий піскодувний метод ущільнення піщано-смоляних сумішей в стержневом ящику, що забезпечує високу якість стрижнів і мінімальний час на заповнення сумішшю стрижневого ящика.

Визначальним параметром машин є обсяг піскодувні резервуара, якому відповідає би маса виготовляється стержня і розміри стрижневого ящика. Основні технічні характеристики машин для виготовлення піщаних стрижнів в нагрівається оснащенні масою від 6 до 25 кг.

Піскодувний процес ущільнення суміші з фізичної та технологічної точок зору. Чинники ущільнення суміші при піскодувному процесі. Піскодувні та піскострільні головки, їх конструкція і робота, галузь застосування. Особливості стрижневих машин. Мундштучні машини. Зміцнення стрижнів. Особливості використання різних способів виготовлення стрижнів з технологічної, економічної та екологічної точок зору. Конструкція та схема роботи піскодувної стрижневої машини. Компонування та робота піскострільного стрижневого автомату.

Процес піскометного ущільнення суміші. Конструкція і робота відцентрової металльної головки. Призначення та класифікація піскометів, механізми піскометів: переміщення головки, подачі суміші. Стаціонарний піскомет, його конструкція, робота, технологічні можливості. Консольний пересувний піскомет, його конструктивні особливості та технологічні можливості. Наземний пересувний піскомет, мостовий піскомет, їх технологічні можливості, галузь застосування.

Застосування напівавтомата який дозволяє значно збільшити продуктивність і полегшити працю робітників.

Область застосування: Металургія та ливарна промисловість [14-17].

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ								
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата									
Разраб		Гордійчук.Д.О			ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ ТА МЕЖІ ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ					Литера		Лист	Листов
Пров		Сиропоринєв								у		61	107
Реценз.										Гр. ФЛ-п91 ІМЗ			
Н. Контр.													
Утв													

15. РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ МАШИНИ

Вихідні дані:

1. Маса стрижнів, що виготовляються за один зйом $m_{ст}$, кг.
2. Розміри стрижневого ящика $A \times B \times H$, мм.
3. Тиск стисненого повітря у мережі цеху P_0 , кПа.

Завдання для розрахунку:

В процесі розрахунків визначаються основні конструктивні параметри піскострільного резервуара:

1. Діаметр гільзи D_p .
2. Висоту верхньої НВ та нижньої НН частин гільзи.
3. Загальну висоту гільзи H .
4. Діаметр отвору вдувного клапана $d_{кл}$.
5. Площу перерізу прорізів у верхній f_B та нижній f_H частинах гільзи.
6. Діаметр вихідного отвору $d_{вих}$.
7. Сумарну площу перетинів вентиляційних отворів $F_{вент}$.
8. Об'єм ресивера V_p .
9. Необхідне зусилля притискання стрижневого ящика до плити піскострільного резервуару $P_{пр}$.
10. Діаметр циліндра притискного пристрою $D_{ц}$.

Розрахункова схема піскострільної машини показана на рисунку 1.

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ							
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ МАШИНИ					Литера	Лист	Листов
Разраб	Гордійчук.Д.О									у	62	107
Пров	Сиропоринєв											
Реценз.												
Н. Контр.												
Утв												
					Гр. ФЛ-п91 ІМЗ							

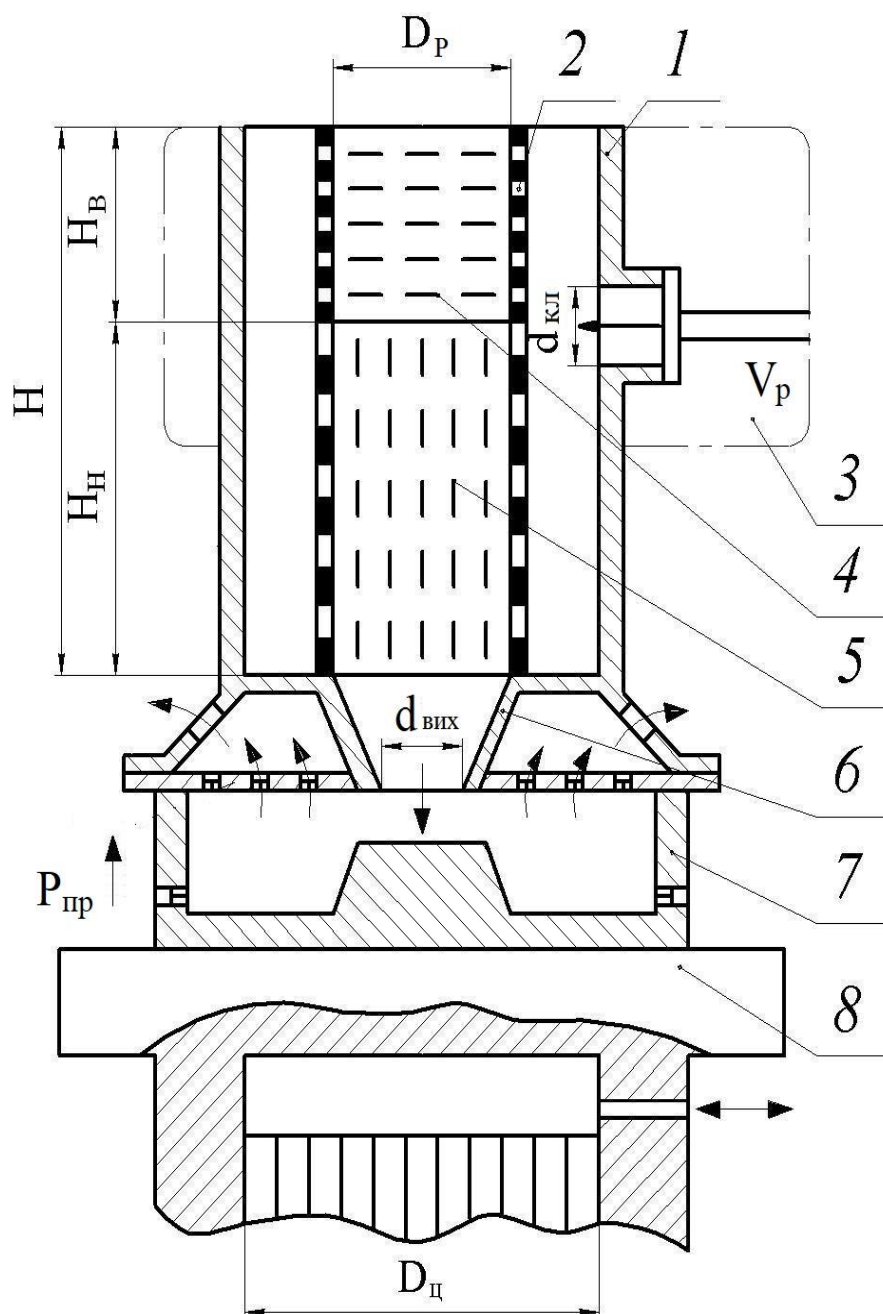


Рисунок 15.1 – Розрахункова схема піскострільної машини:
 1 – піскострільний резервуар; 2 – гільза; 3 – ресивер; 4 – горизонтальні прорізи гільзи; 5 – вертикальні прорізи гільзи; 6 – конічна насадка; 7 – стрижневий ящик; 8 – стіл для притискання стрижневого ящика

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ

Арк.

63

Методика розрахунку:

Основні параметри піскострільної машини визначаються за емпіричними залежностями, встановленими на підставі дослідних даних.

15. 1. Діаметр гільзи піскострільного резервуару D_p

Діаметр гільзи піскострільного резервуару визначається за формулою:

$$D_p = (90 \dots 100) \cdot \sqrt[3]{m_{cm}}, \text{ мм} \quad (1.1)$$

$$D_p = 90 \cdot \sqrt[3]{20} = 244,30 \text{ мм}$$

де m_{cm} – маса стрижнів, що виготовляються за один зйом, кг.

15. 2. Висота верхньої НВ та нижньої НН частин гільзи

Висота верхньої частини гільзи визначається за формулою:

$$H_B = (0,4 \dots 0,6) \cdot D_p, \text{ мм} \quad (1.2)$$

$$H_B = 0,5 \cdot 244,30 = 122,15 \text{ мм}$$

де D_p – діаметр гільзи піскострільного резервуару, мм.

Висота нижньої частини гільзи визначається за формулою:

$$H_H = (1,5 \dots 1,8) \cdot D_p, \text{ мм} \quad (1.3)$$

$$H_H = 1,5 \cdot 244,30 = 366,45 \text{ мм}$$

де D_p – діаметр гільзи піскострільного резервуару, мм.

15. 3. Загальна висота гільзи

Загальна висота гільзи визначається за формулою:

$$H = H_B + H_H, \text{ мм} \quad (1.4)$$

$$H = 122,15 + 366,45 = 488,6 \text{ мм}$$

де H_B – висота верхньої частини гільзи, мм;

H_H – висота нижньої частини гільзи, мм.

15. 4. Діаметр отвору вдувного клапана $d_{кл}$

Діаметр отвору вдувного клапана визначається за формулою:

$$d_{кл} = (0,2 \dots 0,5) \cdot D_p, \text{ мм} \quad (1.5)$$

$$d_{кл} = 0,3 \cdot 244,30 = 73,29 \text{ мм}$$

де DP – діаметр гільзи піскострільного резервуару, мм.

15. 5. Площа перерізу прорізів у верхній fВ та нижній fН частинах гільзи

Площа перерізу прорізів у верхній частині гільзи визначається за формулою:

$$f_{\epsilon} = (0,3...0,4) \cdot \frac{\pi \cdot d_{кл}^2}{4}, \text{ мм}^2 \quad (1.6)$$

$$f_b = 0,3 \cdot \frac{3,14 \cdot 73,29^2}{4} = 1264,97 \text{ мм}^2$$

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

Площа перерізу прорізів у нижній частині гільзи визначається за формулою:

$$f_n = (0,8...1,2) \cdot \frac{\pi \cdot d_{кл}^2}{4}, \text{ мм}^2 \quad (1.7)$$

$$f_H = 0,8 \cdot \frac{3,14 \cdot 73,29^2}{4} = 3373,25 \text{ мм}^2$$

де $d_{кл}$ – діаметр отвору вхідного клапана, мм.

15. 6. Діаметр вихідного отвору

Діаметр вихідного отвору визначається за формулою:

$$d_{вих} = (0,3...0,4) \cdot DP, \text{ мм} \quad (1.8)$$

$$d_{вих} = 0,4 \cdot 244,30 = 97,72 \text{ мм}$$

де DP – діаметр гільзи піскострільного резервуару, мм.

Кут нахилу твірної конуса насадки до горизонту приймають з діапазону 45-60°.

15. 7. Сумарна площа перетинів вентиляційних отворів

Сумарна площа перетинів вентиляційних отворів визначається за формулою:

$$F_{вент} = (0,5...1,0) \cdot \frac{\pi \cdot d_{вих}^2}{4}, \text{ мм}^2 \quad (1.9)$$

$$F_{вент} = 0,6 \cdot \frac{3,14 \cdot 97,72^2}{4} = 4500 \text{ мм}^2$$

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

15. 8. Об'єм ресивера

Об'єм ресивера визначається за формулою

$$V_p = V_r \cdot \left(\frac{\ln \frac{1}{\varphi}}{1,032 + 0,03 \cdot D_p} \right)^{3,7} \text{ см}^3 \quad (1.10)$$

$$V_p = 22891,28 \cdot \left(\frac{\ln \frac{1}{0,04}}{1,032 + 0,03 \cdot 24,4} \right)^{3,7} = 210000 \text{ см}^3$$

де φ – коефіцієнт зменшення об'ємної маси (ступеня ущільнення) стрижня внаслідок обмеженої ємності ресивера, $\varphi=0,01-0,05$ (верхня межа відноситься до гільз малих розмірів);

D_P – діаметр гільзи піскострільного резервуару, см;

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

Об'єм гільзи піскострільного резервуару визначається за формулою:

$$V_r = \frac{\pi \cdot D_P^2}{4} \cdot H, \text{ см}^3 \quad (1.11)$$

$$V_r = \frac{3,14 \cdot 244,30^2}{4} \cdot 488,6 = 22891278,72 \approx 22891,28 \text{ см}^3$$

де D_P – діаметр гільзи піскострільного резервуару, см;

H – загальна висота гільзи, см.

Об'єм ресивера іноді приймають приблизно в залежності від об'єму гільзи і маси стрижня:

$$V_p = (4,0 - 8,0) V_r, \text{ см}^3 \quad (1.12)$$

$$V_p = 8,0 \cdot 22891,28 = 183130,24 \text{ см}^3$$

Де менші значення у дужках для машин з масою стрижнів, що виготовляються за один зйом 40-200 кг, більші – для машин з масою стрижнів, що виготовляються за один зйом менше 40 кг.

15. 9. Необхідне зусилля притискання стрижневого ящика до плити піскострільного резервуару визначається, виходячи з припущення, що внутрішня робоча поверхня, на яку тисне стиснене повітря (горизонтальна

проекція стрижня), намагаючись відтиснути ящик від плити піскострільного резервуару, становить приблизно 50-60 % від площі ящика в плані.

Необхідне зусилля притискання стрижневого ящика до плити піскострільного резервуару визначається за формулою:

$$P_{np} = (0,5 - 0,6) p F_{ящ} + Q - R, \text{ кН} \quad (1.13)$$

$$P_{np} = 0,6 \cdot 364 \cdot 0,2475 + 5 - 0,25 = 53809 \cdot 10^3 \approx 58,8 \text{ кН}$$

де p – тиск повітря у стрижневому ящику, кПа;

$F_{ящ}$ – площа горизонтальної проекції стрижневого ящика, м²;

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

R – сила тертя під час відтискання столу, кН.

Тиск повітря у стрижневому ящику визначається за формулою:

$$p = (0,7 - 0,9) P_0, \text{ кПа} \quad (1.14)$$

$$0,7 \cdot 520 \cdot 10^3 = 364000$$

де P_0 – тиск стисненого повітря у мережі цеху, кПа.

Площа горизонтальної проекції стрижневого ящика визначається за формулою:

$$F_{ящ} = A B, \text{ м}^2 \quad (1.15)$$

$$F_{ящ} = 550 \cdot 450 = 247500 \cdot 10^{-6} \approx 0,2475$$

де A – довжина стрижневого ящика, м;

B – ширина стрижневого ящика, м.

Сила тертя під час відтискання столу визначається за формулою:

$$R \approx 0,05 Q, \text{ кН} \quad (1.16)$$

$$R \approx 0,05 \cdot 5 \cdot 10^3 = 250 \text{ кН} \approx 0,25 \text{ кН}$$

де Q – маса частин, що підіймається (стіл та оснащення), $Q \approx 5$ кН.

15. 10. Діаметр циліндра притискного пристрою

Діаметр циліндра притискного пристрою визначається за формулою:

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{np}}{\pi \cdot P_0}}, \text{ м} \quad (1.17)$$

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 58,8}{3,14 \cdot 520}} = 0,38 \text{ м}$$

де P_{np} – зусилля притискання столу, кН;
 $P0$ – тиск повітря в мережі цеху, кПа.

					ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		68

16. РОБОТА МАШИНИ ТА ДОГЛЯД ЗА НЕЮ

Стрижнева машина моделі 4752Б2К1 обладнаний вологовідштовхувач і маслорозпилювачем. Конструкція резервуара забезпечує хороший вдув суміші в стрижневий ящик і високу ступінь ущільнення стрижня. Всі механізми і вузли напівавтомата надійно захищені від пилу і бруду, і легко доступні для обслуговування і ремонту [14-18].

Надувна насадка забезпечена змінними деталями для отримання стрижнів різної конфігурації і має захисний пристрій від викиду суміші. Робочий стіл забезпечений механізмом регулювання по висоті. Пневмопривод напівавтомата дозволяє роздільно регулювати тривалість вдуву і вихлопу.

У технологічному процесі виготовлення ливарних піщано-смоляних стрижнів, Стрижнева машина хаймає одне з головних місць. З її допомогою здійснюється як формування, так і затвердіння стрижнів. Ось вибору типу і розміру машини часто залежать конструкція самих стрижнів і технологія їх подальшого складання. Таким чином, стрижнева машина визначає не тільки якість стрижнів, а й обумовлює продуктивність процесу і його економічні характеристики.

Все стрижневі машини задіяні у виготовленні стрижнів за технологією Cold-box-amin-процесу, принципово складаються з класичного набору наступних основних елементів конструкції: піскострільного резервуара; продувочного пристрої; вузла зборки / розбирання стрижневий оснащення; вузла надування; силового каркаса машини; укриття.

Напівавтомат є однопозиційна машину, пуск якої виробляється натисканням кнопки. Автоматично виконується операція притиск стрижневого ящика до надувний плиті, затиск стрижневого ящика (для ящиків з вертикальним роз'ємом), вдув стрижневий суміші, вихлоп відпрацьованого повітря і завантаження сумішшю робочого резервуара машини [14-19].

					ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ						
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата							
Разраб		Гордійчук.Д.О			РОБОТА МАШИНИ ТА ДОГЛЯД ЗА НЕЮ				Литера	Лист	Листов
Пров		Сиропоринєв							у	69	107
Реценз.									Гр. ФЛ-п91 ІМЗ		
Н. Контр.											
Утв											

17. ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАШИНИ

Машина є однопозиційною з пересувним піскодувним резервуаром, який повертається з позиції завантаження піску на позицію продувки, і фіксації стрижневого ящика.

За своєю компоновці машини відносяться до однопозиційним машинам човникового типу з рухомим піскодувним резервуаром і продувочною головкою, що переміщуються з позиції завантаження стрижневий суміші в піскодувний резервуар на позицію надування суміші в ящик і стаціонарно утсановленому або ж переміщується стрижневим ящиком [14-17].

Технічні характеристики:

Параметри, модель	4752Б2К1
Максимальна вага стержня за 1 надув, кг	20-25
Продуктивність, знімання / год	40-50
Роз'єм стрижневого ящика	Горизонтальна
Розміри стрижневого ящика, мм:	
- довжина	580
- ширина	580
- висота	210
Тип приводу	пневмаична
Витрата повітря, м ³ /ч	22
Встановлена потужність, кВт	11
Габаритні розміри машини, мм	
- довжина	5800
- ширина	4500
- висота	3200
Вага машини, кг	9000
Розміри стрижневого ящика за моїми розрахунками	
- довжина	550
- ширина	450
- висота	170
Максимальна вага стержня за 1 надув, кг	20

					ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата			
Разраб	Гордійчук.Д.О						
Пров	Сиропоринєв						
Реценз.							
Н. Контр.							
Утв							
					ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАШИНИ		
					Литера	Лист	Листов
					у	70	107
					Гр. ФЛ-п91 ІМЗ		

18. ОХОРОНА ПРАЦІ

Метою розділу охорони праці є виявлення та оцінка потенційних небезпечних і шкідливих виробничих факторів на робочих місцях, що створюються під час експлуатації технологічного обладнання (у виробничих приміщеннях металургійних підприємств, дослідницьких лабораторіях, на відкритому повітрі тощо) та заходи їх усунення.

Місце для виконання дипломного проекту відбувалося в м. Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ ім. Є. О. Патона, кафедра ливарного виробництва. Безпосередньо темою дипломного проекту є: Розробка технології виготовлення виливка «Корпус» який виготовляється в умовах серійного виробництва, вибираємо виготовлення виливка у разових формах по-сирому в парних опоках з використанням машинного виготовлення форм, що забезпечує високу продуктивність, точність виливка, механізацію трудомістких операцій ущільнення формувальної суміші і вилучення моделі.

Проектна потужність ливарного цеху підприємства – 30 тис. т придатних виливків на рік; номенклатура виливків налічує 12 позицій масою від 8 кг до 34 кг із сірого та високоміцного чавунів; для виробництва виливка «Корпус» застосовується високоміцній чавун марки ВЧ 500-2.

Завданням розділу є аналіз виробничих умов, технологічних процесів або робочих місць на предмет виявлення можливих причин травматизму, профзахворювань, перенавантаження працівників.

18.1. Аналіз умов праці.

Фізичні джерела небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- іскри, бризки і викиди розплавленого металу;
- механізми і вироби, що рухаються;
- надлишковий тиск або вакуум (системи, що знаходяться під тиском);
- недостатня освітленість і підвищена яскравість світла;
- шум та вібрація;
- інфразвук, ультразвук;
- виробничі випромінювання (інфрачервоні, ультрафіолетові, електромагнітні, лазерні, іонізуючі).

					<i>ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>РОЗДІЛ 3 ОХОРОНИ ПРАЦІ В ДИПЛОМНІЙ РОБОТІ</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Гордійчук Д. О.</i>					
<i>Перевір.</i>		<i>Сиропоринєв</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>							
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
						71	107
					<i>Гр. ФЛ-п91 ІМЗ</i>		

Табл. 18.1. - Специфікація технологічного обладнання та оснащення виробничого приміщення [22].

№ п/п	Найменування	Габаритні розміри Д/Ш/В	Основні характеристики	Кількість	Позиція На рисунку
1	Стрижнева машина моделі 4752Б2К1	5800/4500 /3200	Матеріал – стрижнева суміш; Встановлена потужність – 11 кВт.; Частота живлення 60 Гц.; Максимальна вага стрижня 20-25 кг.; Продуктивність знімання – 40-50 год.	5	4
2	Лінія стрижнева мод. 1Л9128Б7	7000/4820 /3330	Продуктивність знімання – 100 год. Матеріал – стрижнева суміш; Максимальна вага стрижня 40 кг.; Встановлена потужність – 32,8 кВт.; Витрата стрижневої суміші - 6,5 м³/ч.	1	11
3	Лінія стрижнева мод. 1Л9128Б9	20500/19620 /3110	Матеріал – стрижнева суміш; Продуктивність знімання – 90 год. Максимальна вага стрижня 100 кг.; Встановлена потужність – 91,7 кВт.; Витрата стрижневої суміші - 2,1 м³/ч.	1	6
4	Сушило вертикальне для стержнів	1550/700/700	Максимальна температура сушіння стрижнів - 350°C.; Витрати тепла - 20000 ккал/год.; Витрати повітря – 350 м³/ч.; Частота живлення 50 Гц.; Встановлена потужність – 250 кВт.; Продуктивність – 1-2 т/год.; Сушка стрижнів у камері – 1-10 год.	3	5
5	Кран консольний поворотний 1Т	4000/2500 /4000	Вантажопідйомність – 1 т.; Маса виробу – 477 кг.; Встановлена потужність – 17 кВт.; Максимально робоча температура ±40°C. Керування відбувається з пульта	7	9
6	Кран мостовий МК-10	39100/5785/5440	Встановлена потужність – 30 кВт.; Вантажопідйомність – 16 т.; Керування відбувається з кабіни;	1	18
7	Прес для правки дроту И6120	1820/950 /1335	Встановлена потужність – 13 кВт.; Швидкість подачі 30 м/хв. Частота повороту правильної рамки 2500хв.; Довжина відрізаного прокату - 3-10 мм.	1	13
8	Конвеєр підвісний штовхаючий ВТЦ-100	2500/1000 /850	Швидкість руху – 0,42 м/с.; Встановлена потужність – 38 кВт.; Частота живлення 60 Гц.; Вантажопідйомність – 800 кг.; Продуктивність конвеєра – 49 т/год.	3	8

9	Конвеєр стрічковий мод. HS1400	2500/1000 /850	Встановлена потужність – 0,5 кВт.; Максимальне навантаження – 60-80 кг.; Матеріал робочої поверхні – Стрічка промислова ПВХ або ПУ; Продуктивність – 0,5-5 т/год.; Швидкість руху стрічки – 0,4-4 м/с.	3	15
10	Конвеєр стрічковий КЛ- 600	1000/600/	Продуктивність – 60 т/год.; Встановлена потужність – 5,5 кВт.; Максимальне навантаження – 60-80 кг.; Швидкість руху стрічки – 0,57 м/с.; Кут нахилу - 18°; Матеріал робочої поверхні – Стрічка промислова ПВХ або ПУ.	1	1
11	Сушило горизонтальне прохідне для стержнів	2470/1440 /530	Максимальна температура сушіння стрижнів - 350°C.; Витрати тепла - 20000 ккал/год.; Витрати повітря – 600-700 м/ч.; Частота живлення 50 Гц.; Встановлена потужність – 320 кВт.; Продуктивність – 5-10 т/год.; Сушка стрижнів у камері – 1-10 год.	2	10

18.2. План виробничого приміщення

На плані приміщення треба відобразити наступне [26]:

1. Товщина зовнішніх стінок, виконані з цегли приймаємо - 500-700 мм, внутрішні стінки (також з цегли) – 250 мм.
2. Ширина головних проходів усередині приміщень приймаємо в межах 1,0-1,5 м, ширина проїздів становить 2,0-2,5 м, ширина проходів до робочого місця робітника становить до 1,0 м.
3. Ширина вікон відповідно до норм становить: 1500 мм;
4. Світильники (лампи) по плану позначають лінією, розміри світильників ЛПО-01, ЛПО-02: Дволампові – 1313X255 мм, чотирьох лампові – 1313X490 мм.
5. Ширина дверей відповідно до норм становить: 1090, 1490.

При розташуванні обладнання на робочому місті необхідно притримуватись таких критеріїв:

1. Технологічне обладнання (зазначене у кількостях наведених у табл. 18.1) повинне розміщуватись таким чином, щоб воно могло забезпечити потік виробничого процесу починаючи з місця надходження продукції (виливків) і та закінчуючи пунктом відправки кінцевої продукції на склад або замовнику.
2. Розміщуючи устаткування в кількості (наведених у табл. 18.1) та проходів повинно гарантувати безпеку та зручність праці, можливість його

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

4. Обладнання що виділяє значну кількість шкідливих газів, пилу, випарів та з надлишком тепловиділення слід розмістити біля зовнішніх стін.

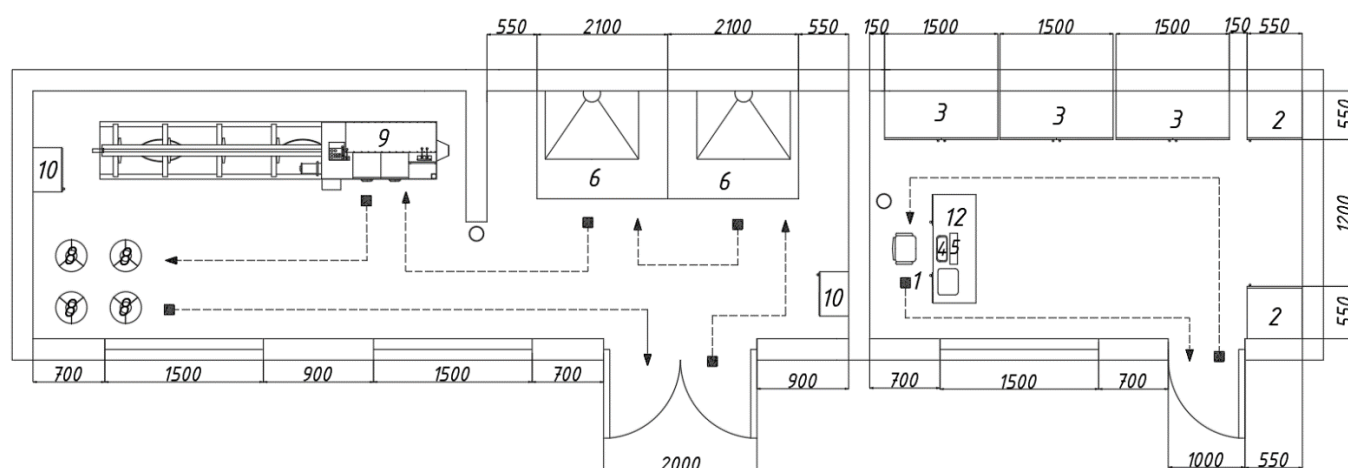


Рис 18.1 – План приміщення технічного контролю (при врахуванні параметрів згідно ДВН В.2.2-28:2010)

Нормативні вимоги до встановленого обладнання щодо площі та об'єму приміщення на 1 працівника та місце розташування технологічного устаткування наводиться в табл. 18.2.

Табл. 18.2 – Реальні та нормативні характеристики приміщення і розміщення технологічного обладнання [26].

№	Параметри приміщення	Реальне значення	Нормативні значення
1	Площа на 1 працівника	3,5-4,0	4,5 м ²
2	Об'єм на 1 працівника	10	15 м ²
3	Мінімальна ширина проходу	1,3	1,5 м ²

18.3. Довідкові вказівки до оцінок умов праці.

1) Фізичні фактори що впливають на:

1. Рухомі машини і механізми; рухомі частини виробничого обладнання; пересувні заготовки, вироби, матеріали; конструкції, що руйнуються; підвищений тиск у середині виробу (гідропривід, пневмопривід);

2. Гострі краї та нерівності на поверхнях обладнання, інструменту, заготовок;

3. Підвищена або знижена температура поверхонь обладнання, матеріалів;

4. Підвищена або знижена температура повітря, його вологість і рухливість;
5. Недостатня освітленість і підвищена яскравість світла;
6. Підвищений рівень вібрацій, шуму, інфра
7. Та ультразвук;
8. Підвищений рівень випромінювань (електромагнітних, лазерних, іонізуючих, ультрафіолетових, інфрачервоних);
9. Електробезпека;
- 2) Хімічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:
 1. За агрегатним станом: аерозолі, пил, пара та газ;
 2. За характером дії: токсичні; подразнюючі; сенсibiliзуючі; канцерогенні; мутагенні;
 3. За шляхом проникнення в організм людини через: органи дихання; шлунково-кишковий тракт; шкірні покриви та слизові оболонки.
- 3) Психофізіологічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:
 1. Фізичні перевантаження (статичні, динамічні);
 2. Нервово-психічні перевантаження (розумове перенавантаження, перенавантаження аналізаторів; монотонність праці; емоційні перенавантаження).

Табл. 18.3. – Основні теплові та енергетичні небезпеки, які створюються в технологічному процесі [25].

№ п/п	Найменування обладнання	Джерело небезпеки	Причина небезпеки	Наслідки небезпеки
1	Стрижнева машина моделі 4752Б2К1	Джерелом вибуху вертикальної гільзи або стрижневого ящика є надлишок тиску та виліт стрижневої суміші	Є ризик вибуху вертикальної гільзи зі стержневою сумішшю через надлишок тиску.	Єдиним наслідком після вибуху стрижневого ящика це те що постраждає робітник, а може і навіть призвести до летальних наслідків.
2	Лінія стрижнева мод. 1Л9128Б7	Джерелом вибуху вертикальної гільзи або стрижневого ящика є надлишок тиску та виліт стрижневої суміші, нагрівальні елементи та елементи живлення.	Є ризик ураження електричним струмом через недотримання правил ОП та вибуху вертикальної гільзи зі стержневою сумішшю через надлишок тиску.	Є висока ймовірність що небезпека такого рівня може призвести до летальних наслідків.

3	Лінія стрижнева мод. 1Л9128Б9	Джерелом вибуху вертикальної гільзи або стрижневого ящика є надлишок тиску та виліт стрижневої суміші, нагрівальні елементи та елементи живлення.	Є ризик ураження електричним струмом через недотримання правил ОП та вибуху вертикальної гільзи зі стержневою сумішю через надлишок тиску.	Є висока ймовірність що небезпека такого рівня може призвести до летальних наслідків.
4	Сушило вертикальне для стержнів	Джерело інфрачервоного Вертик. сушила є недопечена формувальна суміш, нагрівальні елементи (Ніхромові спіралі).	Джерело інфрачервоного Горизон. сушила є недопечена формувальна суміш, для забезпечення технологічного процесу.	У разі виникнення небезпеки єдиний хто постраждає це робітник.
5	Кран консольний поворотний 1Т	Єдиним ймовірним джерелом небезпеки до яких може призвести кран консольний поворотний 1Т це впасти з висоти.	Причиною цього явища є зламні кріплення викликані через недотримання правил експлуатації	Впавши кран консольний поворотний 1Т може не тільки нашкодити людям і обладнанню але й зламати стіни відділення.
6	Кран мостовий МК-10	Єдиним ймовірним джерелом небезпеки до яких може призвести мостовий кран МК-10 це впасти з висоти.	Причиною цього явища є зламні кріплення викликані через недотримання правил експлуатації	Впавши мостовий кран МК-10 може не тільки нашкодити людям і обладнанню але й зламати стіни відділення.
7	Прес для правки дроту И6120	Джерелом цього фактору може становити не дотримання безпечної відстані та ймовірність ураження струмом	Причиною виникнення є недотримання безпечної дистанції що може призвести до засмокування елементів одягу робітника до шківів.	Єдиним наслідком цього є явище травма легкого ступеня тяжкості.

8	Конвеєр підвісний штовхаючий ВТЦ-100	Є висока ймовірність того що через недотримання безпечної дистанції робітника та його одяг може засмоктати в елементи конвеєра ВТЦ-100.	Причиною виникнення цього явища є недотримання безпечної дистанції між робітником та конвеєром ВТЦ-100.	Єдине до чого може призвести подібне явище травми легкої та середнього ступеня тяжкості.
9	Конвеєр стрічковий мод. HS1400	Є висока ймовірність того що через недотримання безпечної дистанції робітника та його одяг може засмоктати в елементи стрічкового конвеєра HS1400.	Причиною виникнення цього явища є недотримання безпечної дистанції між робітником та стрічковим конвеєром HS1400.	Єдине до чого може призвести подібне явище травми легкої та середнього ступеня тяжкості.
10	Конвеєр стрічковий КЛ-600	Є висока ймовірність того що через недотримання безпечної дистанції робітника та його одяг може засмоктати в елементи стрічкового конвеєра КЛ-600.	Причиною виникнення цього явища є недотримання безпечної дистанції між робітником та стрічковим конвеєром КЛ-600.	Єдине до чого може призвести подібне явище травми легкої та середнього ступеня тяжкості.
11	Сушило горизонтальне прохідне для стержнів	Джерело інфрачервоного Горизон. сушила є недопечена формувальна суміш, нагрівальні елементи (Ніхромові спіралі).	Джерело інфрачервоного Горизон. сушила є недопечена формувальна суміш, для забезпечення технологічного процесу.	У разі виникнення небезпеки єдиний хто постраждає це робітник.

У загальному вигляді оцінку умов праці рекомендується виконувати в такій послідовності [21]:

1. На основі аналізу конструкції об'єкту і його технічної характеристики (технологічного процесу, що проектується або робочого місця, де буде експлуатуватися пристрій) виявляються потенційні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, визначається можливий їх рівень або концентрація, тривалість, природа і характер дії (табл. 18.3).

2. На основі діючих нормативних документів встановлюються їх гранично допустимі рівні ГДК, гранично допустимі концентрації ГДК або межі зміни для конкретних умов проекту.

					ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

3. Шляхом зіставлення проєктованих або очікуваних рівнів і концентрацій з їх ГДК або іншими нормативами робиться висновок про їх небезпеку чи шкідливість і висновок про необхідність технічних, організаційних та інших заходів усунення або зниження їх впливу на працюючих (табл. 18.4).

Табл. 18.4. Реальні та нормативні фактори небезпеки, що створюються в технологічному процесі.

№ п/п	Фактор небезпеки	Реальне значення	Нормативні значення
1	Вибух одного або декількох елементів обладнання та подальше вивільнення тиску, кПа	тиск стиснутого повітря у стрижневому ящику становить - 520000 кПа.	Тиск стиснутого повітря нормується в відповідності до розрахунків і не перевищує 364000 кПа.
2	Єдиний можливий та більш розповсюдженим фактором небезпеки при користуванні краном (мостовим та підвісним) є його падіння що призводить до травмувань або руйнувань, м.	Дистанція на якій робітники працюють біля обладнання становить 2-3 м.	Дотримання безпечної дистанції між робітником та обладнанням (робочим місцем) нормується у відповідності до ДСТУ 12.2.061:20009 яка становить від 3-10 м
3	Недотримання безпечної дистанції між робітником та пресом для правки дроту вимірюється у м.	Оптимальною дистанцією для роботи поруч з пресом для правки дроту буде становити від 3-5 м.	Дотримання безпечної дистанції між робітником та обладнанням (робочим місцем) нормується у відповідності до ДСТУ 12.2.061:2009 яка становить від 3-10 м
4	Недотримання безпечної дистанції між робітником та стрічковим конвеєра вимірюється у м.	Оптимальною дистанцією для роботи поруч з конвеєром буде становити від 3-5 м.	Дотримання безпечної дистанції між робітником та обладнанням (робочим місцем) нормується у відповідності до ДСТУ 12.2.061:20009 яка становить від 3-10 м
5	Інфрачервоне випромінювання характеризує інтенсивність теплового потоку, вимірюється у Вт/м ² .	Для сушило горизонтальне прохідне інтенсивність теплового потоку становить 98 Вт/м ² .	Інтенсивність теплового потоку нормується у відповідності до ДСН 3.3.6.042-99 і не повинна перевищувати 25,0 Вт/м ² – при опроміненні 50% та більше поверхні тіла, 85 Вт/м ² – при величині опромінюваної поверхні від 25 до 50%,

18.4. Загальні вказівки до заходів та вимог з охорони праці.

На основі проведеного аналізу умов праці в даній частині розділу необхідно розглянути заходи які були внесені до конструкції технологічного обладнання та виробничого приміщення, що виключають прояв небезпечних і шкідливих виробничих факторів або обмежують їх в межах допустимих норм, або розглянути заходи забезпечення охорони праці, які внесені в конструкцію технологічного обладнання. У зміст повинні входити заходи з виробничої санітарії та безпеки технологічних процесів, пожежної безпеки, ергономіки, технічної естетики. Проектований метод, технологічний процес, програмний продукт повинні повністю відповідати вимогам діючих в Україні нормативних документів.

Заходи забезпечення охорони праці в умовах конкретного технологічного процесу оформляють у вигляді табл. 18.5.

Табл. 18.5 – Заходи забезпечення охорони праці в умовах користування технологічного процесу [23-24].

№ п/п	Групи номенклатурних заходів з охорони праці	Вид заходів	Критерій вибору
1	Технічні заходи	Для виконання цього рівня заходу від дій Інфрачервоне випромінювання рятує непрозорий екран з використанням теплоізоляційної цегли товщиною 240 мм або азбестові щити товщиною 40 мм	Тому що непрозорий екран виконаний з теплоізоляційної цегли добре поглинає теплові хвилі.
		Від таких ризиків як вибуху вертикальної гільзи або стрижневого ящика рятує непрозорий екран з використанням теплоізоляційної цегли товщиною 240 мм	Використання непрозорий екран з використанням теплоізоляційної цегли товщиною 240 мм є більш ефективним засобом захисту робітника від гарячої стрижневої суміші

2	Організаційні заходи	Передбачає наступне: 1. застосування наочних засобів протипожежної пропаганди та агітації. 2. Пожежна охорона або пожежний шкаф. 3. проведення перевірок, оглядів стану пожежної безпеки приміщень, будівель, об'єкта в цілому та ін. 4. Регулярне проведення інструктажу з техніки безпеки. 5. дотримання чистоти на робочому місті. 6. регулярна перевірка справності протипожежного обладнання.	Якщо всі робітники у відділенні справно придержувались комплексу заходів з протипожежної безпеки то при виникненні НЗ вони будуть проводити евакуацію згідно плану або мінімізувати наслідки їх виникнення.
3	Режимні	1. Повна заборона на куріння та використання вогню поряд з газовим та електрообладнанням. 2. При виникненні пожежі дотримуватись правил пожежної безпеки. 3. недопускати сторонніх осіб на об'єкті.	Виконання подібних правил не тільки врятує вам життя але й продемонструє ваш рівень відповідальності.
4	Експлуатаційні	Заходи цього рівня створені для передбачають своєчасне проведення профілактичних оглядів, випробувань, ремонтів технологічного та допоміжного устаткування, а також інженерного господарства	Це допомагає уникнути можливих ризиків виводу з ладу обладнання та підвищить строк служби.
5	Засоби індивідуального захисту	Передбачає використання таких засобів як: Захисні окуляри, рукавиці (бажано резинові якщо працюєте з електрообладнанням), затички для вух по можливості навушники.	Комплекс цих засобів допоможе у разі виникненню небезпеки зберегти робітнику органи чуття.

18.5. Заходів з охорони праці.

Заходи пожежної безпеки.

Технічні передбачають:

1. Використання конструктивних елементів із негорючих і важкозаймистих матеріалів;
2. Конструктивне розташування елементів з метою створення полегшеного режиму роботи;
3. Тепловідвід, охолодження окремих елементів;
4. Вибір стандартної апаратури електрозахисту та плавких запобіжників;
5. Слід висвітлити пожежну профілактику електроустановок: якщо в приміщеннях знаходяться матеріали і речовини, схильні до займання чи утворення вибухонебезпечної суміші з повітрям, зробити вибір типу виконання електрообладнання, рівня і виду вибухозахисту відповідно; спосіб прокладки проводів і кабелів;
6. За наявності процесів, що супроводжуються утворенням зарядів статичної електрики, розглянути комплекс заходів, які забезпечують зниження небезпеки вибуху або пожежі від іскрового розряду;
7. Розглянути засоби гасіння пожеж, яка застосовується апаратура і прилади (тип, кількість, розміщення);
8. Розглянути засоби зв'язку та сигналізації, що забезпечують сповіщення про початок пожежі у виробничому приміщенні.

Організаційні передбачають:

1. Організацію пожежної охорони на об'єкті;
2. Проведення навчань з питань пожежної безпеки, включаючи інструктажі та пожежно-технічні мінімуми;
3. Застосування наочних засобів протипожежної пропаганди та агітації;
4. Організацію добровільної пожежної дружини та пожежно-технічної комісії;
5. Проведення перевірок, оглядів стану пожежної безпеки приміщень, будівель, об'єкта в цілому та ін.

Заходи режимного характеру передбачають:

1. заборону куріння та застосування відкритого вогню в недозволених місцях;
2. недопущення появи сторонніх осіб на об'єкті, особливо у вибухонебезпечних приміщеннях чи об'єктах;
3. регламентацію пожежної безпеки при проведенні вогневих робіт.

Заходи з ергономіки та технічної естетики передбачають:

1. зовнішній вигляд проектного цеху (дільниці, лінії) щодо технічної естетики, інтер'єр приміщення;
2. кольори, фарбування інтер'єру виробничого приміщення, технологічного обладнання, підйомно-транспортних засобів;
3. естетична гармонійність кольорової схеми обладнання (корпусів, рухомих частин, захисних пристроїв);

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

Метою енергетичного розділу проекту є розрахунок кількості електроенергії, необхідної для забезпечення роботи цеху, а також витрат палива, газів та інших енергетичних затрат.

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

$$\mathcal{E} = M \Phi_0 \eta_{\text{зв}} K_1 K_2 ,$$

де M – встановлена потужність обладнання, кВт;

Φ_0 – річний фонд часу роботи обладнання, год.;

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

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

K_2 – коефіцієнт використання потужності; $K_2 = 0,7$.

$$\mathcal{E} = 17 \cdot 3600 \cdot 1,0 \cdot 0,3 \cdot 0,7 = 12852$$

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

Витрати енергії на освітлення розраховують за формулою:

$$Q = \frac{Sq\tau f}{1000}$$

де S – освітлювальна площа, м²;

q – поверхнева густина теплового потоку, Вт/м²;

τ – число годин горіння на рік;

f – коефіцієнт одночасного горіння.

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

Залежно від тривалості освітлювального періоду значення τ приймають рівним: для тризмінної роботи – 4700 год.

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

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕНЕРГЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ					
Розроб.		Гордійчук Д. О.								
Перевір.		Сиропоринєв								
Реценз.										
Н. Контр.										
Затверд.										
					Літ.		Арк.		Акрушів	
							82		107	
					Гр. ФЛ-п91 ІМЗ					

$$Q = \frac{129600 \cdot 11 \cdot 4700 \cdot 0,8}{1000} = 5360256$$

Результати розрахунків витрат електроенергії зводять в таблиці 19.1 та 19.2.

Таблиця 19.1 – Витрати електроенергії на роботу технологічного обладнання

Найменування споживача струму	Кількість споживачів	Потужність, кВт	Фонд робочого часу на рік, год	Коефіцієнт завантаженості	Коефіцієнт одночасності	Коефіцієнт використання потужності	Річні витрати електроенергії, кВт·год
Дробеметний апарат моделі 393М	2	17	3600	0,8	1,1	1,2	48960
Стрижнева машина моделі 4752Б2К1	5	11	3720	0,9	1,0	1.1	36828
Галтувальному барабані моделі ГБС-250	3	1,5	3600	0,69	0,8	0,9	3726
Вибивна решітка моделі 31242	2	8,5	3600	0,75	0,6	0,9	22950
Лопатевий змішувач безперервної дії 19611	2	9,0	3720	0,9	0,8	0,9	30132
Автомат формувальний пресовий мод. В440М1	2	14	3720	0,88	0,9	1,0	42556,8
Усього витрат, кВт·год							185152,8

Таблиця 19.2 – Витрати електроенергії на освітлення

Найменування споживача	Освітлювальна площа, м ²	Поверхнева щільність теплового потоку, Вт/м ²	Кількість годин горіння на рік, год	Коефіцієнт одночасності горіння	Річні витрати електроенергії, кВт·год
Стрижнєве відділення ливарного цеху	129600	11	4700	0,8	5360256
Усього витрат, кВт·год					5360256

20. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

Частину питань щодо організації виробництва в проектованому цеху (відділенні) вирішуються на основі даних попередніх розділів проекту, зокрема, технологічного (розрахунок потрібного обладнання, його розміщення, організація технічного контролю та контролю якості тощо). У цьому розділі слід обґрунтувати необхідну чисельність робітників основного виробництва, обслуговуючих працівників та управлінського персоналу, а також розмір фондів їхньої заробітної плати, визначити показники продуктивності праці.

20.1. Розрахунок чисельності виробничих робітників

Методика розрахунків планової чисельності працівників окремих категорій визначається специфікою їхньої роботи та галузевими особливостями функціонування підприємства.

Для визначення загальної чисельності промислово-виробничого персоналу на плановий період використовують метод коректування базової чисельності або метод розрахунку планової чисельності на підставі повної трудомісткості виготовлення продукції.

Чисельність працівників, зайнятих на нормованих роботах ($\text{Ч}_{\text{р.н}}^{\text{пл}}$), розраховують за формулою:

$$\text{Ч}_{\text{р.н}}^{\text{пл}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i \cdot m_i}{T_{\text{р.ч}} \cdot K_{\text{в.н}}}$$

де n – кількість найменувань продукції;

t_i – планова трудомісткість одиниці i -го виду продукції, нормо-годин;

m_i – кількість продукції i -го виду, одиниць;

$T_{\text{р.ч}}$ – розрахунковий ефективний час роботи одного робітника, год. (табл.

20.1.)

$K_{\text{в.н}}$ – очікуваний коефіцієнт виконання норми (1,0 – 1,5).

$$\text{Ч}_{\text{р.н}}^{\text{пл}} = \frac{12 \cdot 18 \cdot 6}{1840 \cdot 1,0} = 0,7 \approx 1$$

Чисельність основних робітників, зайнятих на ненормованих роботах ($\text{Ч}_{\text{ос}}^{\text{пл}}$) (контроль технологічного процесу, керування апаратами, машинами та іншим устаткуванням), розраховують за нормами обслуговування, а саме:

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Гордійчук Д. О.			ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ			Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Сиропоринсв								84	107
Реценз.											
Н. Контр.											
Затверд.											
								Гр. ФЛ-п91 ІМЗ			

$$\text{Ч}_{\text{ос}}^{\text{пл}} = \frac{m_0 \cdot \text{П}_{\text{зм}} \cdot \text{К}_{\text{п}}}{\text{Н}_{\text{об}}},$$

де m_0 – кількість обслуговуваних об'єктів;
 $\text{П}_{\text{зм}}$ – кількість робочих змін протягом доби;
 $\text{К}_{\text{п}}$ – коефіцієнт переведення явочної чисельності в облікову;
 $\text{Н}_{\text{об}}$ – норма обслуговування (кількість одиниць обладнання, що обслуговує один працівник).

$$\text{Ч}_{\text{ос}}^{\text{пл}} = \frac{11 \cdot 3 \cdot 1,12}{1} = 37$$

Таблиця 20.1 – Баланс робочого часу середньооблікового працівника

Показники	Планові значення
Кількість календарних днів	365
Вихідні та святкові дні	109
Час на планово-попереджувальний ремонт, днів	10
Номінальний фонд робочого часу, днів	246
Невиходи на роботу, днів	26
з них:	
відпустка	20
захворювання	4
дозволені законом	1
з дозволу адміністрації	0,5
прогули	0,5
цілодобові простої	0
страйки	0
Явочний робочий час, днів	220
Середня тривалість робочого дня, год	7,9
Внутрішньозмінні втрати робочого часу та простої, год	0,3
Робочі години	7,6
Ефективний фонд робочого часу за рік, год	1840

Коефіцієнт переведення явочної чисельності в облікову розраховується за формулою:

$$\text{К}_{\text{п}} = \frac{100}{(100-k)},$$

де k – плановий відсоток невиходів на роботу (за даними таблиці 20.1
 $k = \frac{26}{246} \cdot 100 = 10,6$).

Чисельність допоміжних працівників ($\text{Ч}_{\text{д}}^{\text{пл}}$), для яких неможливо встановити норму обслуговування та розрахувати трудомісткість робіт, визначають за кількістю робочих місць за формулою:

$$\text{Ч}_{\text{д}}^{\text{пл}} = \text{П}_{\text{р.м}} \cdot \text{П}_{\text{зм}} \cdot \text{К}_{\text{п}}$$

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $P_{p.m}$ – кількість робочих місць (визначається за планом цеху).

$$Ч_{д}^{пл} = 11 \cdot 3 \cdot 1,12 = 37$$

Загальну чисельність робітників цеху, як основних, так і допоміжних, округлюють до найближчого цілого числа.

Приклад оформлення результатів розрахунків чисельності основних і допоміжних робітників (за робочими місцями) наведено в табл. 20.2.

Чисельність управлінського персоналу встановлюють, виходячи з організаційної структури управління цехом (дільницею) на аналогічному підприємстві.

Таблиця 20.2 – Чисельність основних і допоміжних робітників цеху (дільниці)

Професія, спеціальність	Квалфіка- ційний розряд	Явочна чисельність по змінах			Загалом на добу	Коефіцієнт переведення явочної чисельності в облікову	Облікова чисельність
		1-а	2-а	3-а			
Основні робітники							
Пресувальник	4	7	7	1	15	1,12	17
Спікальний	5	2	2	2	6	1,12	7
Разом		9	9	3	22		24
Допоміжні працівники							
Наладчик	6	1	2	1	4	1,12	5
Черговий слюсар- електрик	5	1	2	1	4	1,12	5
Вантажник	2	1	1	1	3	1,12	4
Разом		3	5	3	11		14
Усього робітників		11	11	4			38

20.2. Визначення фондів заробітної плати

Основним організаційно-правовим інструментом обґрунтування диференціації зарплати працівників підприємства різних форм господарчої діяльності є тарифно-посадова система, основні елементи якої: тарифно-кваліфікаційні довідники; кваліфікаційні довідники посад керівників, спеціалістів і службовців; тарифні сітки й ставки; схеми посадових окладів або єдина тарифна сітка. Працюючи над проектом, можна використовувати дані підприємства-аналога.

Тарифна сітка встановлює відповідні співвідношення в оплаті праці працівників різної кваліфікації. Вона є, власне, переліком тарифних розрядів і відповідних коефіцієнтів. Установлені в Україні параметри тарифної сітки наведено в табл. 20.3.

Таблиця 20.3 – Типова тарифна сітка робітників різногалузових підприємств та організацій

Показник	Тарифні розряди							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Тарифні коефіцієнти	1,0	1,088	1,204	1,350	1,531	1,800	1,892	2,0
Зростання тарифних коефіцієнтів:								
абсолютне	0,080	0,088	0,116	0,146	0,181	0,269	0,092	0,108
відносне	8,0	8,8	10,7	12,1	13,4	17,6	5,1	5,7

Важливим елементом тарифної системи є тарифна ставка. Її абсолютну величину визначають згідно зі встановленим державою мінімальним розміром заробітної плати. Згідно державного бюджету України на 2021 рік мінімальна заробітна плата становить: у місячному розмірі – 6 000 грн, у погодинному розмірі – 36,11 грн. Так, якщо на підприємстві тарифну ставку для першого розряду встановлено на рівні 36,11 грн, то ставка другого розряду становитиме $36,11 \times 1,088 = 39,29$ грн, третього розряду $36,11 \times 1,204 = 43,48$ грн і т. д.

Приклад розрахунку фондів зарплати управлінського та обслуговуючого персоналу наведено у табл. 20.4, а основних і допоміжних робітників у табл. 20.5.

Таблиця 20.4 – Розрахунок фонду заробітної плати управлінського та обслуговуючого персоналу

Штатна посада	Чисельність, осіб	Місячний посадовий оклад, грн	Річний фонд заробітної плати, грн
Керівники			
Начальник цеху	1	30000	360 000
Заступник начальника цеху	2	25000	600 000
Начальник дільниці	4	25000	1 200 000
Майстер	8	19000	1 824 000
Разом			3 984 000
Спеціалісти			
Провідний інженер-технолог	1	25000	300 000
Інженер-технолог II-ї категорії	2	23000	552 000
Диспетчер	1	18500	222 000
Разом			1 074 000
Службовці та молодший обслуговуючий персонал (МОП)			
Обліковець	2	15000	360 000
Комірник	2	15000	360 000
Прибиральниця	1	9100	109 200
Разом			829 200
Усього по цеху (дільниці)			5 887 200

Таблиця 20.5 – Розрахунок фонду заробітної плати основних і допоміжних робітників.

Професія, спеціальність	Кваліфікаційний розряд	Годинна тарифна ставка, грн.	Обліковий склад, осіб	Кількість годин роботи за рік		Основна заробітна плата, грн. (3×6)	Розрахунок додаткової заробітної плати, грн						Загальний фонд заробітної плати, грн. (7+12)
				Одного робітника а	Усіх		Надбавки та доплати						
							Премії (40% від основної заробітної плати)	За роботу в особливих умовах (18%)	Оплата відпусток (12%)	Інші доплати та надбавки (10%)	Разом (8+9+10+11)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Основні (технологічні) робітники													
Пресувальник	5	50,20	12	1840	22080	1 108 416,00	443 366,40	199 514,88	133 009,92	110 841,60	886 732,80	1 995 148,80	
Спікальний	5	53,66	8	1840	14720	789 875,20	315 950,08	142 177,54	94 785,02	78 987,52	631 900,16	1 421 775,36	
Разом			20			1 898 291,20					1 518 632,96	3 416 924,16	
Допоміжні (обслуговуючі) робітники													
Наладчик	5	63,40	4	1840	7 360	466 624,00	186 649,60	83 992,32	55 994,88	46 662,40	373 299,20	839 923,20	
Черговий слюсар-електрик	6	50,56	4	1840	7 360	372 121,60	148 848,64	66 981,88	44 654,59	37 212,16	297 697,27	669 818,87	
Черговий слюсар-сантехнік	6	51,24	4	1840	7 360	377 126,40	150 850,56	67 882,75	45 255,16	37 712,64	301 701,11	678 827,51	
Вантажник	2	38,52	3	1840	5520	212 630,40	85 052,16	38 273,47	25 515,65	21 263,04	170 104,32	382 734,72	
Разом			15			1 428 502,40					1 142 801,90	2 571 304,30	
Усього по цеху (виробничій дільниці)						3 326 793,60					2 661 434,86	5 988 228,46	

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

ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ

Арк.

88

20.3. Розрахунок продуктивності праці

Продуктивність праці, яка відображає ефективність роботи трудового колективу, розраховують як відношення річного обсягу виробництва до облікового складу всіх працівників цеху (робітників, управлінського персоналу та обслуговуючого персоналу).

Таким чином, продуктивність праці Π – це річний обсяг продукції, виготовленої з розрахунку на одного працівника цеху:

$$\Pi = \frac{G}{\sum \text{Ч}},$$

де G – обсяг продукції, виготовленої цехом (дільницею) за рік, кг;

$\sum \text{Ч}$ – чисельність працівників усіх категорій (робітників, управлінського та обслуговуючого персоналу).

$$\Pi = \frac{30000000}{26} = 115384$$

Річний обсяг робіт вимірюють за допомогою різних показників. Це можуть бути натуральні або умовно-натуральні показники: штуки, комплекти, тонни тощо. Використовують також вартісні (у гривнях) та трудові (у нормо-годинах) показники.

					ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

21. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Основне завдання розділу економічної частини дипломного проекту є довести що тема (Розроблення технологічного процесу виготовлення чавунного виливка «Корпус» розробка стрижневого відділення ливарного цеху) яка мною була опрацьована має перш за все не тільки економічну а й соціальну соціальну або екологічну значущість і сприяє тим самим зростанню темпів прогресу в цілому.

21.1. Розрахунок капітальний вкладень

Капітальні вкладення у проєктований об'єкт складаються із капіталовкладень у основні засоби (виробничі будівлі та споруди, технологічне і допоміжне обладнання, підйомно-транспортувальні засоби, оснащення тощо), а також оборотних нормованих засобів (витрати на створення оборотних запасів матеріалів і сировини, змінного обладнання, запчастин, інструменту, незавершеного виробництва та ін.).

Приклад розрахунку капіталовкладень в обладнання та підйомно-транспортувальні засоби наведено у табл. 21.1. Для розрахунку вартість транспортування обладнання, його монтажу і налагодження беруть у розмірі 10–25 % від його ціни.

Таблиця 21.1 – Розрахунок капітальних вкладень в обладнання

Найменування устаткування, його модель або технічна характеристика	Кількість, одиниць	Вартість за одиницю, тис. грн	Загальна вартість, тис. грн	Витрати на транспортування та монтаж, тис. грн	Усього, тис. грн
Основне технологічне устаткування					
Дробеметний апарат моделі 393М	2	280	560	56	616
Стрижнева машина моделі 4752Б2К1	5	350	1 750	175	1 925
Галтувальному барабані моделі ГБС-250	3	74	222	22,2	244,2
Вибивна решітка моделі 31242	2	98	196	19,6	216
Лопатевий змішувач безперервної дії 19611	2	390	780	78	858
Автомат формувальний пресовий мод. В440М1	2	420	840	84	924
Разом основне технологічне устаткування					4 783

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ									
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ					Літ.	Арк.	Акрушів		
Розроб.		Гордійчук Д. О.												
Перевір.		Сиропоринсєв										90	107	
Реценз.										Гр. ФЛ-п91 ІМЗ				
Н. Контр.														
Затверд.														

Допоміжне та підйомно-транспортне устаткування					
Конвеєр стрічковий мод. HS1400	3	45	135	13,5	149
Кран мостовий	1	820	820	82	902
Кран консольний	7	540	3 780	3 78	4 158
Разом допоміжне та підйомно-транспортне устаткування					5 209
Загалом по цеху (виробничій дільниці)					9 992

Безперервну виробничу діяльність цеху (дільниці) забезпечують оборотні засоби, мінімальна необхідна величина яких має назву нормативу оборотних засобів.

Найбільшим за розміром елементом (до 70 %) нормативу оборотних засобів є поточний запас матеріалів, який створюється для забезпечення процесу виробництва матеріальними ресурсами в період між двома черговими поставками. Середній поточний запас ($З_{\text{м}}$) визначається за формулою:

$$З_{\text{м}} = М_{\text{д}} \cdot \frac{T_{\text{пост}}}{2},$$

де $М_{\text{д}}$ – середньодобове споживання сировини та матеріалів, грн;

$T_{\text{пост}}$ – інтервал між поставками матеріалів у днях (приймається в межах 15-30 днів).

$$З_{\text{м}} = 13\,560 \cdot \frac{30}{2} = 202\,500$$

Середньодобове споживання матеріалів визначається як вартість річної потреби в основних та допоміжних матеріалах, сировині, запасних частинах, інструменту, спецодягу тощо, розділених на 360 (де 360 – розрахункове число днів за рік).

Величину всіх інших елементів загального нормативу оборотних засобів (транспортного, підготовчого та резервного запасів матеріалів; незавершеного виробництва; витрат майбутніх періодів; готової продукції на складі та ін.) можна приймати на рівні 50 % від розрахованого нормативу поточних запасів.

Таким чином, загальний річний норматив оборотних коштів ($Н_{\text{заг}}$) по об'єкту, що проектується, складе:

$$Н_{\text{заг}} = 1,5 \cdot З_{\text{м}}$$

Після цього розраховують загальні капітальні вкладення в об'єкт, що проектується (табл. 21.2).

$$Н_{\text{заг}} = 1,5 \cdot 202\,500 = 303\,750$$

					ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 21.2 – Розрахунок загальних капітальних вкладень

Елементи капіталовкладень	Сума	
	тис. грн.	%
1. Будівлі:	185152,8	15
1.1. Виробничі	5360256	20
1.2. Побутові	5 988 228,46	20
2. Устаткування		
2.1. Основне технологічне	4 783000	20
2.2. Допоміжне та підйомно-транспортне	5 209000	20
3. Норматив оборотних засобів	303750	5
Всього капіталовкладень у виробничі засоби	11 571 754,26	100%

21.2. Визначення планової собівартості одиниці продукції

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

Об'єктом калькулювання є та продукція чи робота (послуга), собівартість якої розраховують. Головним об'єктом калькулювання є готова продукція, яку поставляють на ринок. Для підприємств порошкової металургії це порошки металів та сплавів, спечені вироби та ін.

Проводячи розрахунки витрати групують за калькуляційними статтями, номенклатура яких залежить від особливостей виробництва. Установлюючи статті витрат, слід дотримуватися таких вимог:

- максимальну частку витрат, яку включають у собівартість, потрібно обчислювати безпосередньо для окремих виробів;
- статті непрямих витрат необхідно формулювати так, щоб їх можна було враховувати під час визначення вартості окремих виробів.

Типова номенклатура калькуляційних статей витрат для більшості підприємств різних галузей виглядає так:

- сировина та матеріали (за вирахуванням зворотних відходів);
- паливо та енергія на технологічні цілі;
- основна заробітна плата технологічних робітників;
- додаткова заробітна плата технологічних робітників;
- єдиний соціальний внесок;
- витрати на утримання та експлуатацію устаткування;
- загальновиробничі витрати;
- загальногосподарські витрати;
- витрати на підготовку та освоєння виробництва;
- позавиробничі витрати (на збут продукції, на маркетинг).

Сума перших семи статей становить цехову собівартість, дев'яти – виробничу собівартість, а усіх десяти статей – повну собівартість.

Під час калькулювання прямі витрати обчислюються безпосередньо на калькуляційну одиницю згідно з чинними нормами й цінами. Для непрямих витрат (утримання та експлуатація устаткування, загальновиробничі та ін.) спочатку складають кошторис на певний період, після чого витрати розподіляють між різними виробами чи видами продукції.

Стаття **«Сировина та матеріали»** містить витрати на сировину, основні та допоміжні матеріали, закуплені вироби і напівфабрикати, тобто витрати, які можна обчислити безпосередньо на одиницю продукції на підставі витратних норм і цін.

Планові витрати основних і допоміжних (технологічних) матеріалів визначають на основі даних матеріального балансу, а ціни на них слід уточнювати у відділі матеріально-технічного забезпечення підприємства під час проходження переддипломної практики (чи скориставшись інформаційними сайтами, про які зазначено вище).

Стаття **«Паливо та енергія на технологічні цілі»**. До цієї статті калькуляції відносять вартість річних затрат технологічних енергоносіїв: електроенергії, природного газу, пари, стиснутого повітря, гарячої води та ін. носіїв енергії. Суму витрат обчислюють у відповідності до норм витрат певних видів енергоресурсів і діючих тарифів та цін.

У разі відсутності норм витрат електроенергії використовують розрахунковий метод, за яким витрачання цього виду ресурсів визначають по встановленій потужності токоприймачів, планового фонду часу роботи відповідного устаткування та коефіцієнта втрат електроенергії.

Стаття **«Основна заробітна плата технологічних робітників»** містить витрати на оплату праці робітників, безпосередньо зайнятих виготовленням основної продукції. Це основні (технологічні) робітники, а фонд їхньої заробітної плати наведено у табл. 20.5.

Стаття **«Додаткова заробітна плата технологічних робітників»** обчислюється у відсотках від основної заробітної плати технологічних робітників (табл. 21.3).

Стаття **«Єдиний соціальний внесок» (ЄСВ)** – це обов'язкове відрахування на загальнодержавне соціальне страхування. З 1 січня 2016 р. ставка ЄСВ складає 22 %. Базою для нарахування ЄСВ слугує загальний фонд заробітної плати по цеху.

Стаття **«Утримання та експлуатація устаткування»** є комплексною й охоплює амортизаційні відрахування на повне відтворення виробничого устаткування, підйомно-транспортних засобів; витрати на проведення усіх видів ремонту та міжремонтного обслуговування.

Норматив витрат на цю статтю встановлюється кожним підприємством у відсотках до статті «Основна заробітна плата технологічних робітників». Для підприємств порошкової металургії витрати можуть становити 100–250 %.

Стаття **«Загальновиробничі витрати»** також є комплексною. До неї належать наступні види витрати:

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- амортизація основних засобів та нематеріальних активів загальновиробничого призначення;
- витрати на управління виробництвом в межах виробничого об'єкта, що проектується (оплата праці апарату управління цеху чи дільниці з врахуванням єдиного соціального внеску, офісні витрати в межах цеху чи дільниці);
- витрати на утримання, експлуатацію та ремонт основних засобів загальновиробничого призначення;
- витрати на удосконалення технології та організації виробництва;
- витрати на охорону праці, техніку безпеки і охорону навколишнього середовища та ін.

Величину витрат по вказаній статті калькуляції розраховують у відповідності до нормативу, прийнятого на підприємстві-аналогі. У разі відсутності таких даних загальновиробничі витрати встановлюють на рівні 100–120 % від величини статті «Основна заробітна плата технологічних робітників».

Стаття «Загальногосподарські витрати» – це витрати на управління, виробниче і господарське обслуговування в межах цеху. Загальногосподарські витрати – це ті ж самі витрати тільки на рівні всього підприємства загалом. У цю статтю додатково включають витрати на набір і підготовку персоналу, службові відрядження, обов'язкові платежі (страхування майна підприємства, платежі на забезпечення заходів охорони навколишнього середовища та ін.), плату за банківське обслуговування. Для підприємств порошкової металургії загальногосподарські витрати становлять 50–150 % від основної заробітної плати технологічних робітників.

До статті «Витрати на підготовку та освоєння виробництва» належать такі види витрат:

- на підготовку та освоєння нової продукції;
- на освоєння нових технологічних процесів;
- на запуск у виробництво нових цехів, дільниць і окремих агрегатів;
- на винахідництво і раціоналізацію та деякі інші.

Норматив вказаних витрат встановлюють за даними підприємства-аналога, а у разі їх відсутності на рівні 30–50 % від величини статті «Основна заробітна плата технологічних робітників».

Стаття «Позавиробничі витрати» включає витрати на реалізацію продукції підприємства:

- відшкодування вантажно-розвантажувальних, складських, пакувальних, транспортних і страхових витрат;
- маркетингові витрати (реклама, участь у виставках, дослідження ринку та ін.);
- витрати на гарантійний ремонт та гарантійне обслуговування;
- сплата експортного мита, митних зборів тощо.

Величину витрат по цій статті визначають у відсотках до виробничої собівартості (сума 9-ти перших статей калькуляції). Вони становлять близько 5–10 %.

					ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На основі виконаних розрахунків складається планова калькуляція собівартості продукції (табл. 21.3).

Повну собівартість одиниці продукції ($C_{\text{п}}$) розраховують як відношення повної собівартості річної програми випуску продукції ($C_{\text{п}}^{\text{річ}}$) до річного обсягу (програми) випуску продукції цехом (дільницею):

$$C_{\text{п}} = \frac{C_{\text{п}}^{\text{річ}}}{G},$$

де G – річний обсяг (програма) випуску продукції.

$$C_{\text{п}} = \frac{17842396,41}{2625476} = 6,8$$

Таблиця 21.3 – Планова калькуляція собівартості річного обсягу виробництва продукції

Найменування статей витрат	Одиниця виміру	Кількість на річну програму	Ціна за одиницю, грн	Витрати на річну програму	Примітки
1. Сировина та матеріали 1.1. Сплави (Чавуну) 1.2. Шихтові матеріали	грн	2625476 39687,2	18600,00 11700,00	13560,00	-
2. Паливо та енергія на технологічні цілі (енергоносії)				12852,00	-
3. Основна заробітна плата технологічних робітників				1898291,20	-
4. Додаткова заробітна плата технологічний робітників				886732,80	-
5. Єдиний соціальний внесок				0,22	-
6. Утримання та експлуатація устаткування				9992000	-
7. Загальновиробничі витрати				1898291,20	-
8. Загальногосподарські витрати				949145,6	-
9. Витрати на підготовку та освоєння виробництва				569487,36	-
Виробнича собівартість річної програми				16220360,38	-
10. Позавиробничі витрати				1622036,03	-
Повна собівартість річної програми				17842396,41	-

21.3. Розрахунок показників економічної ефективності проектного рішення

Порівняння спроектованого цеху, дільниці чи робочого місця, як правило, здійснюють із об'єктом, де виробляється аналогічна продукція, за такими показниками:

- трудомісткість продукції (зворотний показник продуктивності живої праці);
- капіталомісткість (фондомісткість) продукції;
- період окупності капітальних витрат.

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

$$t = \frac{\chi_{oc} \cdot \Phi_{ef}^{пл}}{G},$$

де χ_{oc} – загальна чисельність основних (технологічних) робітників, осіб;
 $\Phi_{ef}^{пл}$ – плановий ефективний фонд робочого часу одного працівника за рік, год.;

G – річний обсяг (програма) випуску продукції.

$$t = \frac{24 \cdot 1840}{2625476} = 0,018$$

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

$$K_G = \frac{K_{заг}}{G} = \frac{324000000}{2625476} = 123,$$

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

$$\Pi_{ок} = \frac{K_{заг}}{\Gamma\Pi_p} < \Pi_{ок}^н,$$

де $\Gamma\Pi_p$ – річна сума грошового потоку, грн;

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

$$\Pi_{ок} = \frac{324000000}{202802518} = 1,6 < 6$$

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

$$\Gamma\Pi_p = 0,82 \cdot (\Pi - C_{п}) \cdot G + \sum A,$$

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

Π – ринкова ціна одиниці продукції, грн;

$C_{п}$ – повна собівартість одиниці продукції, грн;

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

					ФЛн91.9101.0003.0000 ПЗ	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$ГП_p = 0,82 \cdot (101 - 6,8) \cdot 2625476 + 250 = 202802518$$

Нормативний період окупності капітальних вкладень у створення нових чи реконструкцію існуючих цехів (дільниць), вкладень на технічне переобладнання виробництва приймається у межах 5...7 років.

Економічна частина проекту закінчується складанням зведеної порівняльної таблиці основних техніко-економічних показників об'єкта, що проектується. Перелік типових порівняльних техніко-економічних показників наведений у таблиці 21.4.

Представлена номенклатура порівняльних показників, які характеризують проект, може доповнюватись специфічними показниками окремих галузей та виробництв.

Таблиця 21.4 – Порівняльні техніко-економічні показники спроектованого об'єкта

Найменування показників	Одиниця виміру	Значення по варіантам	
		Базовий (підприємство-аналог)	Спроектований
1. Річний плановий обсяг виробництва продукції (G)	т, шт		30052
2. Загальна площа цеху (дільниці)	м ²		129600
3. Виробнича площа цеху (дільниці)	м ²		5360256
4. Капіталомісткість продукції (K_G)	$\frac{\text{грн}}{\text{т}}$ ($\frac{\text{грн}}{\text{шт}}$)		11 571 754,26 (0,116)
5. Загальна чисельність у тому числі: 1.основний (технологічний) персонал 2.допоміжний (технологічний) персонал 3.управлінський та обслуговуючий персонал	осіб		1. 24 2. 14 3. 26
6. Загальний річний фонд заробітної плати	грн		5 988 228,46
7. Середньомісячна заробітна плата одного працівника	грн		25000
8. Річний виробіток на одного працівника (продуктивність праці)	$\frac{\text{т}}{\text{особу}}$ ($\frac{\text{шт}}{\text{особу}}$)		115384
9. Технологічна трудомісткість продукції (t)	$\frac{\text{нормо} - \text{годин}}{\text{т (шт)}}$		0,018
10. Цехова собівартість одиниці продукції	$\frac{\text{грн}}{\text{т (шт)}}$		125
7. Період окупності ($P_{ок}$)	років		6

ВИСНОВОК

При виконанні дипломного проекту було проведено розрахунки та розроблено технологічний процес виготовлення чавунного виливка «Корпус».

Для виготовлення виливка обрано спосіб лиття у піщано-глинясті форми посирому з використанням машинної формовки, що покращує продуктивність праці. Виготовлення стрижнів пропонується здійснювати у алюмінієвому оснащенні. Стрижневий ящик розроблено двопозиційний – що підвищує продуктивність праці стрижневіка.

Для виготовлення виливків було розроблено принцип та технологію ливарної форми, яка завбачає максимальне наближення виливка за розмірами та конфігурації до готової деталі, а саме мінімізувати припуски на механічну обробку що неодмінно має призвести до економії матеріалу. При виготовленні ливарної форми та виливка при розрахунку в цій роботі було використане сучасне обладнання та сучасні формувальні та стрижневі суміші.

Проведені розрахунки техніко-економічних показників, що свідчать про що вдається економити формувальну та стрижневу суміш за рахунок технологією зменшення відсотку браку, а відповідно з цим підвищується вихід придатного литва.

Розроблені креслення ливарної технології виливка, складального креслення (виливка у формі), модельного комплекту та стрижневого ящика знаходяться у додатку у складеному вигляді.

Під час проектування стрижнево-ливарного відділення цеху було вказано що потрібно враховувати ще до того моменту як почнеться будівництво раціонально розрахувати необхідну кількість обладнання таке як: стрижневі машин, плавильні печі, тигельні печі, автоматичні лінії тощо.

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ВИСНОВОК		
Разраб		Гордійчук, Д.О					
Пров		Сиропоршнев					
Реценз.							
Н. Контр.							
Утв					Гр. ФЛ-п91 ІМЗ		
					Літера	Лист	Листов
					у	98	107

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Проектування ливарних цехів /Г.Є.Федоров, М.М.Ямшинський, В.Г.Могилатенко, І.М.Гурія, І.О.Шинський. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. –Ч.1. –588 с.
2. Проектування ливарних цехів /Г.Є.Федоров, М.М.Ямшинський, В.Г.Могилатенко, І.М.Гурія, І.О.Шинський. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. –Ч.2. –316 с.
3. Логинов И.З. Проектирование литейных цехов. – Минск: Вышэйшая шк., 1975. – 319 с.
4. Чугун. Справочник / Под ред. А.Д. Шермана и А.А. Жукова. – М.: Металлургия, 1991 – 576 с.
5. Основы проектирования литейных цехов и заводов / Л.И. Фанталов, Б.В. Кнорре, С.И. Четверухин и др. – М.: Машиностроение, 1979. – 376с.
6. Туманский Б.Ф. Проектування ливарних цехів. – К.: УМК ВО, 1992.– 192с.
7. Сумцов В.П. Устаткування ливарних цехів. – К.: Віпол, 1993. – 552с.
8. Сафронов В.Я. Справочник по литейному оборудованию. – М.: Машиностроение, 1985. – 319с.
9. ДСТУ 3008-95. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення.
10. Методичні вказівки з дисципліни «Проектування ливарних цехів» та дипломного проекту з розділу «Будівельна справа» для студентів спеціальностей «Ливарне виробництво чорних і кольорових металів» та «Спеціальна металургія». / Уклад. С.Я. Мазур, Г.Є. Федоров. – ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2002. – 40 с.
11. Попов А.И. Кузьмин Н.Н. Технология литейного производства – М.: Машиностроение, 2007. – 716 с.
12. Дорошенко С.П., Федоров Г.Є. Модельна оснастка для виробництва виливків у піщаних формах. Навчальний посібник. – К.: Політехніка, 2003. – 112 с.
13. Орлов Г. М. Автоматизация и механизация процесса изготовления литейных форм. – М.: Машиностроение, 1988. – 264 с.
14. Закордонні журнали: Giesserei, Foundry Trade Journal, Foundry, Modern Casting, Fonderie, Journal of Japan Foundrymens Society, Slevarenstvi, Przegląd odlewnictwa.
15. Пескодувный процесс /[Г.И.Пасюк, К. Taehyeong, L. Kyoungmook та ін.]. //Литье и металлургия. – 2016. - №1. – С. 18-26
16. Лесниченко В. Д. Современные представления о пескодувном и пескоструйном процессах // Литейное производство. 1961 №8.

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата			
Разраб		Гордійчук Д.О			ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ		
Пров		Сиропоршнев					
Реценз.							
Н. Контр.							
Утв							
					Літера	Лист	Листов
					у	99	107
					Гр. ФЛ-п91 ІМЗ		

17. Изготовление стержней [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурса:
<http://www.stroitelstvo-new.ru/sudostroenie/izgotovlenie-sterzhney.shtml>.
18. Ракогон В.Г Теория и практика изготовления стержней пескодувным способом. М.: Машгиз, 1962.
19. Кудин Д.А., Кукуй Д. М., Куракевич Б. В., Мельников А. П. Технология и оборудование для производства стержней методом Cold-box-amin. Минск: ООО «Новое знание» 2007.
20. Ахтырская Т. И., Пеперко В. Д., Ракогон В. Г. Рабочий процесс крупного пескодувного узла // Литейное машиностроение. 1975. № 1.
21. Охорона праці та цивільний захист: О. Г. Левченко, О. І. Полукаров, В. В. Зацарний, Ю. О. Полукаров, О. В. Землянська ; за ред. О. Г. Левченка. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 420 с.
22. Сайт Studfiles/com: <https://studfile.net/preview/5226426/page:5/>
23. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.
24. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
25. ДБН В.2.5.28-2006. Природне та штучне освітлення.
26. ДСТУ ГОСТ 12.2.061:2009. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.
27. Охрана труда в машиностроении. Под. ред. Е.Я. Юдина, С.В. Белова. – М.: Машиностроение, 1983.

ДОДАТКИ

					ФЛп91.9101.0003.0000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДОДАТКИ		
Розроб.		Гордійчук Д. О.					
Перевір.		Сиропоринєв					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.					Гр. ФЛ-п91 ІМЗ		
					Літ.	Арк.	Акрушів
						101	107

Перв. примен.	Справ N	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
						<u>Документація</u>				
		A2				Складальне креслення				
						<u>Деталі</u>				
				1		Модель виливка	2			
				2		Модель шлаковловлювача	1			
				3	Модель стояка	1				
						<u>Стандартні вироби</u>				
				4		Гайка M10x5.05 ГОСТ 5927-70	1			
				5		Гайка M12x5.05 ГОСТ 5927-70	2			
				6		Гвинт M8x25.05 ГОСТ 17475-74	8			
				7		Гвинт M8x35.05 ГОСТ 17475-74	4			
				8		Шайба 10.65.Г.05 ГОСТ 6402-70	1			
				9		Шайба 12.65.Г.05 ГОСТ 6402-70	2			
Погр. и дата	Инв. N дубл.			10		Штифт 6т6x30 ГОСТ 3128-70	4			
				11		Плита 0280-2001/001				
						ГОСТ 20086-74	1			
				12		Штир 0298-1372 ГОСТ 20348-74	1			
				13		Штир напрямний 0290-2552				
						ГОСТ 20122-74	1			
Погр. и дата	Взам. инв. N									
						ФЛп91.9101.1110.0001				
		Изм	Лист	N	Докум	Погр	Дата	Монтаж моделей на плиті		
		Разраб.	Гордійчук Д.О.							
		Пров.	Сиропоршнев							
		Принял.								
Н. контр.										
Инв. N подл.	Утв.					Лит. Лист Листов				
						и		1 2		
							НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського			

Перв. примен.		Формат		Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ N		A1								
Погн. и дата										
Взам. инв. N										
Инв. N дубл.										
Погн. и дата										
Инв. N подл.										

ФЛН91.9101.1110.0001

Складена форма

Лист

Лист

Листов

и

1

1

НТУУ КПІ
ім. Ігоря Сікорського

[illegible]

Перв. примен.	Справ N	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание								
						Документація										
		A1				Складальне креслення										
						Складальні одиниці										
		A1		1		Піскострльний резервуар	1									
		A1		2		Гільза	1									
		A1		3		Ресивер	1									
		A1		4		Горизонтальні прорізи гільзи	1									
		A1		5		вертикальні прорізи гільзи	1									
		A1		6		Конічна насадка	1									
		A1		7		Стрижневий ящик	1									
		A1		8		Стіл для притискання стрижневого ящика	1									
Погр. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Погр. и дата													
Инв. N подл.	Погр. и дата	Изм.	Лист	N	Докум	Погр.	Дата	Лит.	Лист	Листов						
											Разраб.	Гордійчук Д.О.			Піскострільна стрижнева машина моделі 4752Б2К1	Гр. ФЛ-п91 ІМЗ
											Пров.	Сиропоршнев				
											Принял.					
											Н. контр.					
											Утв.					

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						Документація		
		A2				Складальне креслення		
						Складальні одиниці		
				1		Конвеєр стрічковий КЛ-600	1	
				2		Бункер	6	
				3		Плужок	6	
				4		Машина стрижнева мод. 4752Б2К1	5	
				5		Сушило вертикальне для стрижнів	3	
				6		Лінія стрижнева мод. 1Л9128Б9	1	
				7		Стіл для складання стрижнів	1	
				8		Конвеєр підвісний штовхаючий ВТЦ-100	3	
				9		Кран консольний поворотний 1Т	7	
				10		Сушило горизонтальне для стрижнів	2	
				11		Лінія стрижнева мод. 1Л9128Б7	1	
				12		Бухта дроту	6	
				13		Прес для правки дроту И6120	1	
				14		Пост зварювальний	2	
				15		Конвеєр стрічковий мод. HS 1400	2	
				16		Станок зачисний	3	
				17		Стелаж для стрижневого оснащення	4	
				18		Кран мостовий МК-10	1	
</								

Ім'я користувача:
Ямшинський Михайло Михайлович
Дата перевірки:
14.06.2022 16:33:51 EEST
Дата звіту:
14.06.2022 16:34:24 EEST

ID перевірки:
1011578795
Тип перевірки:
Doc vs Library
ID користувача:
76785

Назва документа: Дипломний проект Гордійчук Д. О

Кількість сторінок: 107 Кількість слів: 21277 Кількість символів: 149842 Розмір файлу: 4.34 MB ID файлу: 1011448582

15.9%

Схожість

Найбільша схожість: 10.7% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1003936186)

Пошук збігів з Інтернетом не проводився

15.9% Джерела з Бібліотеки

1000

Сторінка 109

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0%

Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

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

Замінені символи

273