

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

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

Кафедра ливарного виробництва

ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО
Завідувач кафедри

_____ Михайло ЯМШИНСЬКИЙ
«__» _____ 20__ р.

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

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

Виконав:

студент IV курсу, групи ФЛ-91

Чорнобривець Валерій Валерійович _____

Керівник:

доцент, к.т.н., доцент

Гурія Ірина Миранівна _____

Консультант з охорони праці:

професор, д.т.н., професор

Левченко Олег Григорович _____

Консультант з економічної частини:

доцент, к.е.н.,

Нарасєвський Сергій Вікторович _____

Рецензент:

с.н.с., ВТІМС НАНУ к.т.н.

Міхнян Олена Вікторіна _____

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

Студент _____

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з / п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
1	A4	ФЛ91.9118	Завдання на дипломний проєкт		
2	A4	ФЛ91.9118.1110.000 ОПЗ	Пояснюваль на записка		
3	A1	ФЛ91.9118.1110.0001	Технологія виготовлен нявилівка «Фланець»	1	
4	A2	ФЛ91.9118.1110.0002	Форма у складено му вигляди.	1	
5	A2	ФЛ91.9118.1110.0003	Модельна плита смоделью.	1	
6	A2	ФЛ91.9118.1110.0004	Машина 4532Б	1	
7	A2	ФЛ91.9118.1110.0005	План Ливарного відділення	1	
8	A1	ФЛ91.9118.1110.0006	Плакат «Техніко-економічні показники»	1	

	П І Б	Під п.	Дата	ФЛ91.9118.1110.0000 ДП		
Розро б н.	Чорнобривець В.			Відомість дипломного проєкту	Лист	Листів
Керів н.	Гурія І. М.				1	1
Консу льт.	Гурія І. М.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, НН ІМЗ, ЛВ Гр. ФЛ-91	
Н/кон т р.						
Зав.ка ф .	Ямшинський М.М.					

**Пояснювальна записка до дипломного
проєкту на тему:**

«Розроблення технологічного процесу
виготовлення чавунного виливка «Фланець» та
організація роботи стрижневого відділення

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

Навчально-науковий інститут матеріалознавства 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

“ ____ ” _____ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Чорнобривцю Валерію

1. Тема дипломного проєкту: «Розроблення технологічного процесу виготовлення чавунного виливка «Фланець» та організація роботи стрижневого відділення», керівник: Гурія І. М. затверджені наказом по університету № 2122-с від 01.06.2023 року.

2. Строк подання студентом проєкту: 20 червня 2023 р.

3. Вихідні дані: матеріали, зібрані у процесі проходження практики; літературні джерела; державні стандарти та інші нормативні документи; проєктна потужність ливарного цеху підприємства – 8 тис. т придатних виливків на рік.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: 4.1 Аналіз виробничої програми ливарного цеху;. 4.2 Аналіз виробничої програми. 4.3 Структура цеху. 4.4 Режим роботи та фонди часу. 4.5 Розрахунок стрижневого відділення фінішних операцій. 4.6 Технологія виробництва. 4.7 Проектування ливарного устаткування. 4.8 Організаційно - економічна частина проєкту. 4.9 Охорона праці. 4.10 Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу. 5.1 План стрижневого відділення. 5.2 Технологія виготовлення виливка «Фланець». 5.3 Модельна плита. 5.4 Форма у складеному вигляді. 5.5 Плакат «Техніко-економічні показники».

6. Консультанти розділів дипломного проекту

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

7. Дата видавання завдання: 03 травня 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз номінальної виробничої програми ливарного комплексу	до 31.05.23 р.	
2	Проектування сумішоприготувального відділення	до 02.06.23 р.	
3	Розроблення технології виготовлення виливка	до 06.06.23 р.	
4	Розрахунок та проектування устаткування для виготовлення форм	до 07.06.23 р.	
5	Виконання економічної частини проекту	до 08.06.23 р.	
6	Виконання частини проекту щодо охорони праці	до 09.06.23 р.	
7	Виконання графічної частини проекту	до 11.06.23 р.	
8	Оформлення розділів дипломного проекту	до 13.06.23 р.	
9	Рецензування дипломного проекту	до 18.06.23 р.	
10	Захист дипломного проекту	22.06.23 р.	

Студент

Валерій ЧОРНОБРИВЕЦЬ

Керівник

Ірина ГУРІЯ

РЕФЕРАТ

Дипломний проект містить 136 стор., 60 табл., 10 рис., 12 посилань.

Об'єкт проектування – технологічний процес виготовлення виливка з сірого чавуну (СЧ20) «Фланець» масою 16,5 кг литтям у разові піщано-глинясті форми.

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

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

Отримані проектні результати можуть бути використані для створення, будівництва та організації нового стрижневого відділення з аналогічним профілем або для модифікації та покращення вже існуючого відділення.

Галузь використання – дрібні виливки, для машинобудування, тракторобудування, сільськогосподарських машин т.п.

ФЛАНЕЦЬ, МОДЕЛЬНА ПЛИТА, СТРИЖНЕВИЙ ЯЩИК, ФОРМА СКЛАДЕНА, СТРИЖНЕВА МАШИНА, ПЛАНУВАННЯ ВІДДІЛЕННЯ, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

ABSTRACT

The diploma project consists of 136 pages, 64 tables, 10 figures, and 14 references.

The design object is the technological process of manufacturing a gray cast iron (Grade 20) casting "Flange" weighing 16.5 kg using one-time sand-clay molds.

The subject of the design is the technology of the foundry mold and the organization of work in the core production department of the foundry shop.

The design results include the development of the foundry mold technology for the specified casting, the implementation of technical planning for the core production department, and the calculation of the foundry equipment unit.

The obtained design results can be used for the creation, construction, and organization of a new core production department with a similar profile or for the modification and improvement of an existing department.

The application field includes small castings for engineering, tractor manufacturing, agricultural machinery, etc.

FLANGE, MODEL PLATE, ROD BOX, FOLDED FORM, ROD MACHINE,
DEPARTMENT PLANNING, TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS

ЗМІСТ

ВСТУП.....	11
1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ЛИВАРНОГО ЦЕХА	13
2. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЦТВА І ВИБІР ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКІВ	18
3. ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ І СТРУКТУРИ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ	19
4. РЕЖИМИ РОБОТИ І ФОНДИ ЧАСУ РОБОТИ УСТАТКУВАННЯ І РОБІТНИКІВ	21
5. ПРОЕКТУВАННЯ ФОРМУВАЛЬНО - СКЛАДАЛЬНО - ЗАЛИВАЛЬНО - ВИБИВАЛЬНЕ ВІДДІЛЕННЯ	24
6 ПРОЕКТУВАННЯ СТРИЖНЕВОГО ВІДДІЛЕННЯ	
6.1 Вибір суміші та технології	31
6.2 Розрахунок кількості та маси стрижнів.....	Error! Bookmark not defined.
6.4 Розрахунок кількості устаткування	40
6.5 Розрахунок енергетичних витрат відділення	43
6.6 Розрахунок витрат на стиснене повітря	45
6.8 Дільниці стрижньового відділення.....	45
7 БУДІВЕЛЬНІ ЕЛЕМЕНТИ ВІДДІЛЕННЯ	52
7.1 Загальна характеристика деталі.....	53

<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ЗМІСТ			<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Розроб.</i>		Чорнобривець						1		
<i>Перевір.</i>		Гурія І. М.								
<i>Реценз.</i>										
<i>Н. Контр.</i>										
<i>Затверд.</i>					КПІ ім. Ігоря Сікорського					

ВСТУП

В даному дипломному проекті розробляється стрижневе відділення для виготовлення виливків із сірого чавуну програмою 8000 тонн/рік. Асортимент цеху - дрібні виливки, для машинобудування, тракторобудування, сільськогосподарських машин. У всіх виливках застосовуються стрижні також малої ваги, невеликих розмірів та переважно простої конфігурації (в основному циліндричної форми).

Асортимент виливків включає 26 різнотипів. В деяких виливках застосовуються більш ніж 1 стрижень

Метод виготовлення стрижнів – за холоднотвердіючими сумішами ХТС. ХТС – суміш – це суміш, яка твердне на повітрі під дією каталізаторів різних типів. Литво в ХТС використовуються при виготовленні виливків будь-якої конфігурації з чорних і кольорових сплавів. ХТС можна легко адаптувати до різних вимог щодо продуктивності, якості (включаючи чистоту, розмірну та масову точність, товарний вигляд), можливостей інвестицій, екологічних та кліматичних умов, кваліфікації персоналу.

В даному проекті стрижні виготовляються методом Cold-Box процесу. Як приклад, розробляється технологія виготовлення виливка «Фланець» - одного з виливків виробничої програми, який має масу 16,5 кг та виготовлен із сірого чавуну СЧ20. У виливку застосовується один стрижень який виготовляють методом ХТС.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Чорнобривець			ВСТУП	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Гурія І. М.					4	
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Н. Контр.								
Затверд.								

Для проектування стрижневого відділення потрібно знати асортимент, розміри, маси стрижнів, об'єм виробництва. Відділення комплектується найсучаснішими стрижневими машинами, змішувачами, дозаторами, підйомно-транспортним обладнанням тощо. Проводиться вибір та розрахунок машин, необхідного обладнання, кількості потрібних матеріалів, робітників, затрати електроенергії та капіталовкладень у відділення, а також розраховуються розміри відділення.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ЛИВАРНОГО ЦЕХА

Ливарний цех потужністю 8000 тон придатного литва за рік призначений для виробництва чавунних виливків для заводу великовантажних автомобілів. За індивідуальним завданням табл. 1.1, складаємо номенклатуру виливків цеху та заносимо до табл. 1.2.

Таблиця 1.1 – Індивідуальне завдання

Інд. позиція	Найменування виробів і виливків	Маса виливка, кг	Кількість виливків на 1 вибір	Марка сплаву	Режим ТО
1	2	3	4	5	6
1.	Кронштейн 1	2,7	1	СЧ20	Відгал
2.	Кронштейн 2	3,9	1	СЧ20	
3.	Кронштейн 3	3,9	2	СЧ20	
4.	Кронштейн 4	4,5	1	СЧ20	
5.	Кронштейн 5	4,2	1	СЧ20	
6.	Опора 1	6,5	2	СЧ15	
7.	Опора 2	6,5	2	СЧ15	
8.	Фланець	16,8	1	СЧ20	
9.	Барабан	38,5	1	СЧ20	
10.	Вушко	2,9	2	СЧ20	
11.	Накладка 1	0,9	2	СЧ20	
12.	Вилка	7,6	1	СЧ15	
13.	Ківш	2,5	1	СЧ15	
14.	Клин ковша	0,3	1	СЧ15	
15.	Кронштейн 6	6	1	СЧ20	
16.	Кронштейн 7	6,2	1	СЧ20	
17.	Кронштейн 8	3,2	2	СЧ20	
18.	Корпус 1	2,8	1	СЧ20	
19.	Опора 3	5,2	4	СЧ15	
20.	Кришка 1	4,2	1	СЧ20	
21.	Притиск	0,7	1	СЧ15	
22.	Супорт 1	12	2	СЧ15	
23.	Супорт 2	12	2	СЧ15	
24.	Корпус 2	6	1	СЧ20	
25.	Обмежувач	5,2	1	СЧ15	
26.	Подушка	3,8	4	СЧ15	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ			Літ.	Арк.	Акрушів	
Розроб.		Чорнобривець								6	
Перевір.		Гурія І. М.									
Реценз.											
Н. Контр.											
Затверд.					КПІ ім. Ігоря Сікорського						

Таблиця 1.2 – Номенклатура виливків ливарного цеху

Інд. позиції	Код деталі	Найменування деталі	Матеріал виливка	Маса виливка, кг	Кількість виливків на 1 виріб, шт	Маса виливків на 1 виріб, кг	ТО
1	2	3	4	5	6	7	11
1.	ФЛ-91-1	Кронштейн 1	СЧ20	2,7	1	2,7	Відпал
2.	ФЛ-91-2	Кронштейн 2	СЧ20	3,9	1	3,9	
3.	ФЛ-91-3	Кронштейн 3	СЧ20	3,9	2	7,8	
4.	ФЛ-91-4	Кронштейн 4	СЧ20	4,5	1	4,5	
5.	ФЛ-91-5	Кронштейн 5	СЧ20	4,2	1	4,2	
6.	ФЛ-91-6	Опора 1	СЧ15	6,5	2	13	
7.	ФЛ-91-7	Опора 2	СЧ15	6,5	2	13	
8.	ФЛ-91-8	Фланець	СЧ20	16,8	1	16,8	
9.	ФЛ-91-9	Барабан	СЧ20	38,5	1	38,5	
10.	ФЛ-91-10	Вушко	СЧ20	2,9	2	5,8	
11.	ФЛ-91-11	Накладка 1	СЧ20	0,9	2	1,8	
12.	ФЛ-91-12	Вилка	СЧ15	7,6	1	7,6	
13.	ФЛ-91-13	Ківш	СЧ15	2,5	1	2,5	
14.	ФЛ-91-14	Клин ковша	СЧ15	0,3	1	0,3	
15.	ФЛ-91-15	Кронштейн 6	СЧ20	6	1	6	
16.	ФЛ-91-16	Кронштейн 7	СЧ20	6,2	1	6,2	
17.	ФЛ-91-17	Кронштейн 8	СЧ20	3,2	2	6,4	
18.	ФЛ-91-18	Корпус 1	СЧ20	2,8	1	2,8	
19.	ФЛ-91-19	Опора 3	СЧ15	5,2	4	20,8	
20.	ФЛ-91-20	Кришка 1	СЧ20	4,2	1	4,2	
21.	ФЛ-91-21	Притиск	СЧ15	0,7	1	0,7	
22.	ФЛ-91-22	Супорт 1	СЧ15	12	2	24	
23.	ФЛ-91-23	Супорт 2	СЧ15	12	2	24	
24.	ФЛ-91-24	Корпус 2	СЧ20	6	1	6	
25.	ФЛ-91-25	Обмежувач	СЧ15	5,2	1	5,2	
26.	ФЛ-91-26	Подушка	СЧ15	3,8	4	15,2	
Всього						243,9	

Змін.
Арк.
№ док.
Підпис
Дата

За отриманою загальною масою виливків на виріб та потужністю цеху за індивідуальним завданням розраховуємо річну кількість виробів (1.1):

$$N = \frac{P}{M}, \quad (1.1)$$

де P – потужність ливарного цеху, т; $P = 8000$ т.

M – загальна маса виливків на виробу, т (табл. 1.2); $M = 0,2439$ т.

$$N = \frac{8000}{0,2439} = 32800 \text{ шт.}$$

Для розподілення технологічних процесів виготовлення виливків різної маси на два окремі потоки розділяємо номенклатуру виливків щонайменше на дві масові групи. Розподіл слід здійснювати в залежності від маси виливків наведеної в індивідуальному завданні.

Розіб'ємо нашу номенклатуру на дві масові групи:

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

2-га група – маса виливків складає від 10 до 40 кг.

У відповідності із проведеними розрахунками та прийнятими рішеннями складаємо точну (подетальну) виробничу програму ливарного цеху (табл. 1.3) за марками сплавів та масовими групами.

						Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.3 – Точна виробнича програма ливарного цеху

Інд. позиції	Найменування виробів і виливків	Код деталі	Матеріал виливка	Маса виливка, кг	Кількість деталей на 1 виріб, шт	Маса комплекту виливків на 1 виріб, кг	Річна програма випуску виливків						
							на основні вироби		на запасні частини		всього		
							шт	т	%	шт	т	шт	т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Перша масова група													
1.	Кронштейн 1	ФЛ-91-1	СЧ20	2,7	1	2,70	27880	75,3	15	4920	13,3	32800	88,6
2.	Кронштейн 2	ФЛ-91-2	СЧ20	3,9	1	3,90	27880	108,7	15	4920	19,2	32800	127,9
3.	Кронштейн 3	ФЛ-91-3	СЧ20	3,9	2	7,80	55760	217,5	15	9840	38,4	65600	255,8
4.	Кронштейн 4	ФЛ-91-4	СЧ20	4,5	1	4,50	27880	125,5	15	4920	22,1	32800	147,6
5.	Кронштейн 5	ФЛ-91-5	СЧ20	4,2	1	4,20	27880	117,1	15	4920	20,7	32800	137,8
6.	Вушко	ФЛ-91-10	СЧ20	2,9	2	5,80	55760	161,7	15	9840	28,5	65600	190,2
7.	Накладка 1	ФЛ-91-11	СЧ20	0,9	2	1,80	55760	50,2	15	9840	8,9	65600	59,0
8.	Кронштейн 6	ФЛ-91-15	СЧ20	6	1	6,00	27880	167,3	15	4920	29,5	32800	196,8
9.	Кронштейн 7	ФЛ-91-16	СЧ20	6,2	1	6,20	27880	172,9	15	4920	30,5	32800	203,4
10.	Кронштейн 8	ФЛ-91-17	СЧ20	3,2	2	6,40	55760	178,4	15	9840	31,5	65600	209,9
11.	Корпус 1	ФЛ-91-18	СЧ20	2,8	1	2,80	27880	78,1	15	4920	13,8	32800	91,8
12.	Кришка 1	ФЛ-91-20	СЧ20	4,2	1	4,20	27880	117,1	15	4920	20,7	32800	137,8
13.	Корпус 2	ФЛ-91-24	СЧ20	6	1	6,00	27880	167,3	15	4920	29,5	32800	196,8
14.	Опора 1	ФЛ-91-6	СЧ15	6,5	2	13,00	55760	362,4	15	9840	64,0	65600	426,4
15.	Опора 2	ФЛ-91-7	СЧ15	6,5	2	13,00	55760	362,4	15	9840	64,0	65600	426,4
16.	Вилка	ФЛ-91-12	СЧ15	7,6	1	7,60	27880	211,9	15	4920	37,4	32800	249,3
17.	Ковш	ФЛ-91-13	СЧ15	2,5	1	2,50	27880	69,7	15	4920	12,3	32800	82,0

Змін.	
Арк.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	
Арк.	11

Продовження таблиці 1.3

18.	Клин ковша	ФЛ-91-14	СЧ15	0,3	1	0,30	27880	8,4	15	4920	1,5	32800	9,8
19.	Опора 3	ФЛ-91-19	СЧ15	5,2	4	20,80	111520	579,9	15	19680	102,3	131200	682,2
20.	Притиск	ФЛ-91-21	СЧ15	0,7	1	0,70	27880	19,5	15	4920	3,4	32800	23,0
21.	Обмежувач	ФЛ-91-25	СЧ15	5,2	1	5,20	27880	145,0	15	4920	25,6	32800	170,6
22.	Подушка	ФЛ-91-26	СЧ15	3,8	4	15,20	111520	423,8	15	19680	74,8	131200	498,6
Всього												1115200	4611,7

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Друга масова група													
1.	Фланець	ФЛ-91-8	СЧ20	16,8	1	16,80	27880	468,4	15	4920	82,7	32800	551,1
2.	Барабан 2	ФЛ-91-9	СЧ20	38,5	1	38,50	27880	1073,4	15	4920	189,4	32800	1262,8
3.	Супорт 1	ФЛ-91-22	СЧ15	12	2	24,00	55760	669,1	15	9840	118,1	65600	787,2
4.	Супорт 2	ФЛ-91-23	СЧ15	12	2	24,00	55760	669,1	15	9840	118,1	65600	787,2
Всього												196800	3388,3
Разом													8000

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЦТВА І ВИБІР ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКІВ

Ливарний цех спеціалізується на виробництві чавунних виливків марок СЧ20 та СЧ15. Його потужність становить 8000 тон придатного литва на рік, а річна кількість виливків перевищує 100 тисяч. За характером виробництва, цей цех відноситься до категорії крупносерійного виробництва.

Головними факторами при виборі технологічного процесу і обладнання для виготовлення виливків є: характер виробництва, маса і розміри виливків, їх клас точності, матеріал, вид виробничої програми та потужність цеху.

Можна припустити, що в проектованому цеху виливки виготовляються в одноразових об'ємних піщано-глинястих формах.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ І СТРУКТУРИ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ

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

1) виробничі відділення:

- плавильне відділення;
- формувально-складально-заливально-вибивальне відділення;
- стрижневе відділення;
- сумішоприготувальне відділення;
- відділення фінішних операцій з ділянкою термічного оброблення;

2) допоміжні відділення:

- ремонтно-механічні майстерні;
- ремонту та сушіння ковшів;
- поновлення суміші;
- цехові лабораторії;

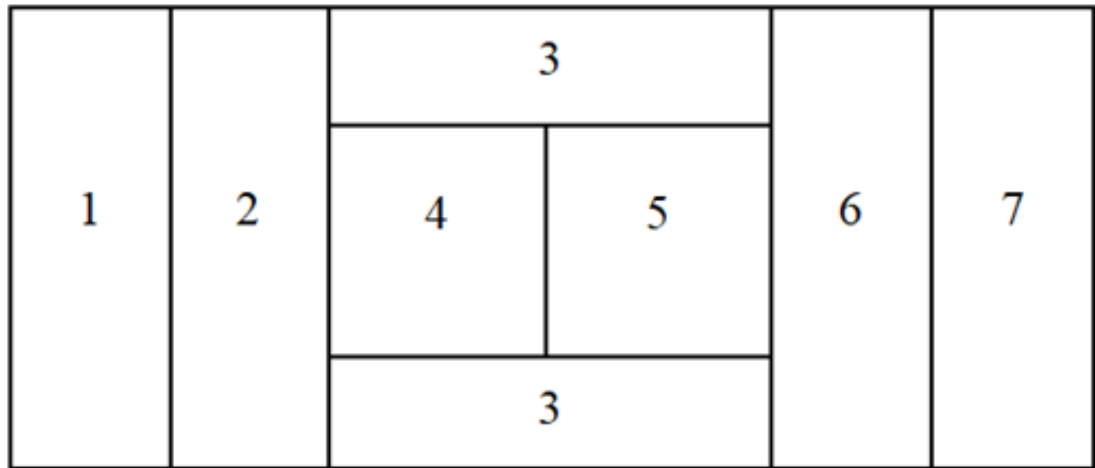
3) склади:

- склад шихтових і формувальних матеріалів;
- модельної оснастки;
- готових виливків;

4) адміністративно-побутові приміщення.

Ливарний цех, який проектується, має компонування відділень, що представлена на рис. 1. Таке компонування притаманне цехам великосерійного виробництва дрібних та середніх виливків.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Чорнобривець			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Гурія І. М.				13	
Реценз.					КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Н. Контр.							
Затверд.							
ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ І СТРУКТУРИ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ							



1 – відділення підготовки 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.

Рисунок 3.1 – Схема компонування ливарного цеху

4 РЕЖИМИ РОБОТИ І ФОНДИ ЧАСУ РОБОТИ УСТАТКУВАННЯ І РОБІТНИКІВ

Режим роботи ливарного цеху визначається виконанням технологічних операцій для виготовлення виливків відповідно до часових та просторових параметрів. Організація виробничого процесу залежить від обраного режиму роботи.

Найбільш ефективним є режим, у якому всі технологічні операції виконуються одночасно на різних виробничих дільницях. Двозмінний паралельний режим є оптимальним, де третя зміна призначається для профілактики та ремонту устаткування.

Вибір режиму роботи цеху залежить від факторів, таких як маса виливків, потужність цеху тощо. У даному випадку, оптимальним варіантом є паралельний двозмінний режим роботи, що дозволяє раціонально використовувати устаткування та площі цеху.

Встановлюємо фонди часу роботи устаткування та робітників згідно формули (4.1):

$$\Phi_k = P \cdot D, \quad (4.1)$$

де Φ_k – календарний фонд часу, год;

P – кількість днів у році, днів;

D – кількість годин у добі, год.

Підставивши дані у формулу матимемо:

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

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

<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Чорнобривець			РЕЖИМИ РОБОТИ І ФОНДИ ЧАСУ РОБОТИ УСТАТКУВАННЯ І РОБІТНИКІВ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуші</i>
<i>Перевір.</i>		Гурія І. М.						15
<i>Реценз.</i>						КПІ ім. Ігоря Сікорського		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

Номінальний фонд часу розраховується за формулою (4.2):

$$\Phi_{\text{н}} = C \cdot \Gamma, \quad (4.2)$$

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

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

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

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

Під час використання однозмінного (8-ми годинному) режиму роботи номінальний фонд часу розраховуємо за формулою (4.2):

$$\Phi_{\text{н}} = 250 \cdot 8 = 2000 \text{ год.}$$

При двозмінному режимі роботи за формулою (4.2) матимемо:

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

Дійсний фонд визначаємо за формулою:

$$\Phi_{\text{д}} = \Phi_{\text{н}} - B, \quad (4.3)$$

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

B – витрати часу на освоєння виробництва та непередбачені витрати.

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

$$\Phi_{\text{д}} = 2000 - (8 \cdot 20) = 1840 \text{ год.}$$

Всі дані щодо режиму роботи цеху і фондів часу зведено до табл. 4.1.

						Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 – Режим роботи ливарного цеху та фонди часу роботи устаткування і робітників [1]

Індекс позиції	Найменування відділення, дільниці; тип устаткування	Кількість робочих змін за добу	Дійсний річний фонд часу роботи, год	
			устаткування	робітників
1	Плавильне відділення з дільницею підготовки шихти (ПЧТ-1,0)	2	3760	1840
2	Формувальне відділення (автоматичні лінії КЛ12002, КЛ91265СМ)	2	3600	1840
3	Сумішоприготувальне відділення	2	3600	1840
4	Стрижневе відділення (ХТС)	2	3680	1840
5	Відділення фінішних операцій	2	3680	1840
	Дільниця термічної обробки	3	5400	1840
6	Допоміжні відділення	2	3800	1840

5 ПРОЕКТУВАННЯ ФОРМУВАЛЬНО - СКЛАДАЛЬНО - ЗАЛИВАЛЬНО - ВИБИВАЛЬНЕ ВІДДІЛЕННЯ

У цьому відділенні проводяться операції, такі як формування, складання, заливання, охолодження і вибивання форм. Відділення складається з двох ділянок. Ділянка №1 призначена для виготовлення виливків вагою від 0 до 10 кг. Формування виконується на автоматичній комплексній лінії моделі КЛ2002. Ділянка №2 призначена для виготовлення виливків вагою від 10 до 40 кг. Формування виконується на комплексно-механізованій лінії моделі КЛ91265СМ.

Визначення річної кількості форм представлено у табл. 5.1. У табл. 5.2 наведено загальну інформацію про кількість форм та кількість ліній формування.

<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>				
<i>Розроб.</i>		Чорнобривець			ПРОЕКТУВАННЯ ФОРМУВАЛЬНО - СКЛАДАЛЬНО - ЗАЛИВАЛЬНО - ВИБИВАЛЬНЕ ВІДДІЛЕННЯ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		Гурія І. М.					18	
<i>Реценз.</i>						КПІ ім. Ігоря Сікорського		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

Таблиця 5.1 – Визначення річної кількості форм

Інд. позиція	Найменування виробів і виливків	Код деталі	Матеріал вилив-ка	Кіль-кість виливків за рік, шт	Маса виливків, кг		Робочі розмір и опок	Кількість виливків у формі	Маса виливків у формі	Кількість форм на рік	Об'єм форм, м.куб	
					одно-го	на річну програму					однієї	на річну програму
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Масова група 0-10												
1.	Кронштейн 1	ФЛ-91-1	СЧ20	32800	2,7	88560	600x450x180/180	2	5,4	16400	0,097	1594,080
2.	Кронштейн 2	ФЛ-91-2	СЧ20	32800	3,9	127920		2	7,8	16400	0,097	1594,080
3.	Кронштейн 3	ФЛ-91-3	СЧ20	65600	3,9	255840		2	7,8	32800	0,097	3188,160
4.	Кронштейн 4	ФЛ-91-4	СЧ20	32800	4,5	147600		2	9	16400	0,097	1594,080
5.	Кронштейн 5	ФЛ-91-5	СЧ20	32800	4,2	137760		2	8,4	16400	0,097	1594,080
6.	Вушко	ФЛ-91-10	СЧ20	65600	2,9	190240		2	5,8	32800	0,097	3188,160
7.	Накладка 1	ФЛ-91-11	СЧ20	65600	0,9	59040		4	3,6	16400	0,097	1594,080
8.	Кронштейн 6	ФЛ-91-15	СЧ20	32800	6	196800		1	6	32800	0,097	3188,160
9.	Кронштейн 7	ФЛ-91-16	СЧ20	32800	6,2	203360		1	6,2	32800	0,097	3188,160
10.	Кронштейн 8	ФЛ-91-17	СЧ20	65600	3,2	209920		2	6,4	32800	0,097	3188,160
11.	Корпус 1	ФЛ-91-18	СЧ20	32800	2,8	91840		2	5,6	16400	0,097	1594,080
12.	Кришка 1	ФЛ-91-20	СЧ20	32800	4,2	137760		2	8,4	16400	0,097	1594,080
13.	Корпус 2	ФЛ-91-24	СЧ20	32800	6	196800		1	6	32800	0,097	3188,160
14.	Опора 1	ФЛ-91-6	СЧ15	65600	6,5	426400		1	6,5	65600	0,097	6376,320
15.	Опора 2	ФЛ-91-7	СЧ15	65600	6,5	426400		1	6,5	65600	0,097	6376,320
16.	Вилка	ФЛ-91-12	СЧ15	32800	7,6	249280		1	7,6	32800	0,097	3188,160
17.	Ковш	ФЛ-91-13	СЧ15	32800	2,5	82000		2	5	16400	0,097	1594,080
18.	Клин ковша	ФЛ-91-14	СЧ15	32800	0,3	9840		6	1,8	5467	0,097	531,360
19.	Опора 3	ФЛ-91-19	СЧ15	131200	5,2	682240		2	10,4	65600	0,097	6376,320
20.	Притиск	ФЛ-91-21	СЧ15	32800	0,7	22960		6	4,2	5467	0,097	531,360
21.	Обмежувач	ФЛ-91-25	СЧ15	32800	5,2	170560		2	10,4	16400	0,097	1594,080
22.	Подушка	ФЛ-91-26	СЧ15	131200	3,8	498560		2	7,6	65600	0,097	6376,320
Всього										650533	-	197601,428

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Масова група 10-30												
1.	Барабан 1	ФЛ-91-8	СЧ20	32800	27,5	551040	800x700 x 300/300	2	33,6	16400	0,336	5510,400
2.	Барабан 2	ФЛ-91-9	СЧ20	32800	27,8	1262800		1	38,5	32800	0,336	11020,800
3.	Супорт 1	ФЛ-91-22	СЧ15	65600	12	787200		2	24	32800	0,336	11020,800
4.	Супорт 2	ФЛ-91-23	СЧ15	65600	12	787200		2	24	32800	0,336	11020,800
Всього										114800	-	38572,800

Таблиця 5.2 – Зведена відомість кількості форм та кількість формувальних ліній

Поточна лінія або дільниця	Група виливків по масі, кг	Розмір опок (LxVxH), мм	Річний випуск		Середньо годинна кількість форм, шт.	Модель лінії	Продуктивність, форм/год	Кількість ліній		Коефіцієнт завантаження
			виливків, т	форм, шт.				розрах.	прийнята	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0-10	600x450x180/180	4611,7	650533	188,2	КЛ2002	250	0,75	1	0,75
2	10-30	800x700x300/300	3388,3	114800	33,2	КЛ91265СМ	50	0,66	1	0,66

Кількість автоматичних формувальних ліній визначають за формулою (5.1) :

$$N = B_p / (K \cdot \Phi_d \cdot q), \quad (5.1)$$

де B_p – річна кількість форм на потоковій лінії, шт.;

q – циклова продуктивність лінії, форм/год.;

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

$$N_1 = 650533 / (0,96 \cdot 3600 \cdot 250) = 0,75.$$

$$N_2 = 114800 / (0,96 \cdot 3600 \cdot 50) = 0,66.$$

Приймаємо одну лінію на першу масову групу та одну лінію на другу.

Коефіцієнти завантаження ліній:

$$K_{z1} = 0,75 / 1 = 0,75.$$

$$K_{z2} = 0,66 / 1 = 0,66.$$

5.1. Технічна характеристика обладнання

Технічна характеристика формувального блоку моделі КЛ91265 вибрано з табл. 11 с. 29[Л9] і зведена у табл. 5.3.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Таблиця 5.3 – Технічна характеристика формувального блоку
 мод. КЛ91265

ПАРАМЕТР	КЛ91265
1. Розміри опок у світлі, мм: – довжина – ширина	800 700
2. Висота опоки(верх/низ), мм	300/300
3. Продуктивність циклова, форм/год	60
4. Металомісткість форми, кг	50
5. Кількість робочих, обслуговуючих лінію в одну зміну	5
6. Тиск пресування, МПа	0,52 (5,2)
7. Витрати формувальної суміші, м ³ /год: – загальний – облицювальної – наповнювальної	44,6 1,6 43
8. Кількість комплектів (верх+низ) опок на лінії	240
9. Габаритні розміри, мм – довжина – ширина – висота	52 620 9 750 4 800
10. Маса поставляемого комплекту, т	150
11. Встановлена міцність, кВт	53,9

5.2 Вибір і обґрунтування підйомно-транспортного обладнання

У ливарних цехах широко використовують різні типи машин безперервного транспорту для переміщення сипучих і кускових матеріалів безперервним потоком, без необхідності зупинки для розвантаження. При проектуванні відповідної ділянки, для транспортування формувальних сумішей до бункерів над машинами або для перевезення відпрацьованих сумішей після вибивки, найчастіше використовують стрічкові конвеєри. Ці конвеєри можуть бути розташовані горизонтально або під кутом. Для вертикального переміщення формувальних сумішей використовується елеватор.

Роликовий конвеєр (рольганг) застосовуємо для транспортування опок, напівформ і форм.

Пластинчастий конвеєр застосовуємо для транспортування гарячих відливок після вибивки.

Підвісний штовхаючий конвеєр застосовуємо для подачі стержнів із складу чи стержневої ділянки до стержневкладальника.

5.3 Планування обладнання і робочих місць відділення

При проектуванні формувально-заливально-вибивного відділення необхідно визначити площу для розміщення технологічного і транспортного обладнання. При цьому враховуються габаритні розміри обладнання, зазначені в підрозділі 5.1. Границі відділення відмічають сіткою колони з кроком 12 м на внутрішній стороні і 6 м на зовнішній стороні. Розміри колон обираються 400х300 мм. Для захисту атмосфери відділення від забруднень газами з плавильного відділення і пилевиділеннями з сумішопріготувального відділення, по границі ділянки проектується стіни товщиною 300 мм.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						23

Для використання природного освітлення в стінах передбачаються вікна розміром 3х3 м. Для зручності обслуговування ділянки транспортними засобами проектується двосторонні ворота розміром 3х3 м, а для проходу працівників – односторонні двері розміром 0,9 м.

При проектуванні враховуємо відстань між обладнанням і стінами, яка складає 2-3 метри, а також необхідні простори для робітників і проїздів машин, що становить 4-5 метрів. З цими умовами, розміри ділянки становлять 60000 х 18000 мм. Ширина прольоту відділення вибрана на основі стандартних даних і габаритів обладнання, та становить 18 метрів. Довжина прольоту визначається технологічною схемою розташування обладнання. Висота прольоту вибирається залежно від висоти обладнання та розмірів мостового крана згідно зі стандартними даними, і становить 9,6 метра. На даху прольоту передбачаємо світлоаераційні ліхтарі для постачання свіжого повітря та використання природного освітлення. Підлогу виготовляємо з цементобетону з рифленими чавунними плитами розміром 300х200 мм. Для транспортування гарячих виливків після вибивки до обрубувально-очисного відділення, проектуємо тунель в підвалі залізобетону шириною 1,5-2 метри і висотою 1,7-1,8 метри.

На ділянці розташоване обладнання відповідно до потоку вантажопотоку, кожна машина має визначене робоче місце для формувальника. Для зручності роботи формувальників, між машинами передбачається відстань 10 метрів, враховуючи габарити машини, достатню площу робочого місця та розміщення стержнів на ділянці. На робочому місці формувальника виконуються такі операції: подача опоки на стіл машини та знімання готової напівформи за допомогою піднімального механізму, установка стержня в нижню напівформу та зібрання форм. У формувально-заливально-вибивному відділенні передбачаються допоміжні дільниці для парку опок, складу модельних плит та підопічних щитків.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						24

6 ПРОЕКТУВАННЯ СТРИЖНЕВОГО ВІДДІЛЕННЯ

6.1 Вибір суміші та технологій

У виробництві виливків застосовуються оболонкові стрижні із робочого ущільненого шару із ХТС – із холодно-твердіючих сумішей. Стрижні тонкостінні (товщина шару 5-20 мм).

До групи стрижнів останні відносяться до стрижнів дрібних (об'ємом менше 24 дм³ та самою меншою 6 кг).та середніх (об'ємом 24...150 дм³ та масою 6...25 кг).

Переваги суміші на основі синтетичних смол наступні: висока питома міцність, технологічні властивості високий термін зміцнення,газопроникність та вибиваємість.

Недолік – низька живучість суміші (5-15 хв), яку компенсуємо встановленням у відділенні змішувачів.

Стрижні виготовляють на піскодувних машинах для кожної з 2-х масових груп стрижнів – для стрижнів масою до 6 кг, та для стрижнів масою від 6 до 30 кг.

Обов'язковим є нанесення на стрижні протипригарних фарб. Для дрібних та середніх чавунних виливків застосовується водна протипригарна фарба на основі графіта №1. Стрижні фарбуються однократно нанесенням фарби (табл 6.1) пульверизатором. Після фарбування стрижні просушують при температурі 80-120°С на протязі 20 хв.

Технологічна схема твердіння стрижня – ТЗ – твердіння на основі холодно-твердіючих смол в оснастці.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Чорнобривець			ПРОЕКТУВАННЯ СТРИЖНЕВОГО ВІДДІЛЕННЯ	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Гурія І. М..					27	
Реценз.						КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Н. Контр.								
Затверд.								

Таблиця 6.1 – Склад протипригарної фарби

Компонент	Вміст, %
Графіт поілокристалічний	85
Графіт кристалічний	10
Бентоніт	3,5
Карбоксиметилцелюлоза	1,5
Вода, до густини, кг/м ³	1300

В якості стрижневої суміші вибрано варіант суміші на основі синтетичних смол, як найбільш раціональний. Важливим показником термостійкості є коксове число в смолах, так найбільш стійким є фенольні та фуранові смоли. Застосовується Cold-Vox-Amin-процес з використанням ароматичних сполук (типу бензилефірної смоли). Масове співвідношення поліспирту та поліізоціанату 1:1. Затверджувачем є не рідкий, а газоподібний амін (табл. 6.2). Це спрощує приготування суміші, підвищує її живучість, а головне – прискорює операцію зміцнення в окремих випадках до 10 с для крупних стрижнів та до 0,2 с для дрібних.

Таблиця 6.2 – Склад стрижневої суміші, % за масою

Пісок 2K ₁ O ₁ 016	Мономер - поліфурна смола ПФС	Газовий каталізатор- затверджувач – диметилизопропиламин	Поліізоц іанат
65-70	25-30	0,05 – 0,06	3-5

Властивості стрижневої суміші наведено в табл. 6.3

Таблиця 6.3 – Властивості стрижневої суміші (смоляний компонент для системи Cold-Box-Amin)

Густина, при 20°C, кг/м ³	В'язкість при 25°C, мПа*с	Точка всплишки, °C	Кінцева міцність, Н/см ²
1,05 – 1,06	190-230	51	650

Властивості стрижневої суміші в затверділому стані наведено в табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Властивості стрижневої суміші в затверділому стані (після продувки)

Живучість, год	Текучість, не менше, %	Міцність на розтяг, мПа, після витримки		Міцність на стискання, мПа,	Газотвірність, см ³ /г
		4 години	24 години		
3 – 4	75	1,1 – 1,4	1,2 – 1,5	0,8 – 1,1	10– 12

Таблиця 6.5 – Обсяг виробництва стрижневого відділення

Інд.поз	Код деталі	Найменування деталі	Річна кількість виливків, шт	Номер	Стрижні			Потреба у стрижнях, шт			Всього
					габаритні розміри, мм		маса, кг	на вилівок	на річний випуск	річна з урахуванням браку виливків і стрижнів	
					висота	діаметр					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	ФЛ-91-1	Кронштейн 1	32800	1	120	50	0,38	1	32800	3280	36080
2	ФЛ-91-2	Кронштейн 2	32800	2	110	40	0,23	2	65600	6560	72160
3	ФЛ-91-3	Кронштейн 3	65600	3	160	80	1,28	1	65600	6560	72160
4	ФЛ-91-4	Кронштейн 4	32800	4	220	100	2,75	4	131200	13120	144320
5	ФЛ-91-5	Кронштейн 5	32800	5	250	130	4,15	1	32800	3280	36080
6	ФЛ-91-6	Опора 1	65600	6	220	80	2,47	2	131200	13120	144320
7	ФЛ-91-7	Опора 2	65600	7	120	60	0,61	2	131200	13120	144320
8	ФЛ-91-8	Фланець	32800	8	192	124	3,71	2	65600	6560	72160
9	ФЛ-91-9	Барабан 2	32800	9	145	65	0,71	1	32800	3280	36080
10	ФЛ-91-10	Вушко	65600	10	180	80	1,33	1	65600	6560	72160
11	ФЛ-91-11	Накладка 1	65600	11	160	85	1,25	1	65600	6560	72160
12	ФЛ-91-12	Вилка	32800	12	100	65	0,56	1	32800	3280	36080
13	ФЛ-91-13	Ківш	32800	13	150	80	0,86	1	32800	3280	36080
14	ФЛ-91-14	Клин ковша	32800	14	400	160	12,86	1	32800	3280	36080
15	ФЛ-91-15	Кронштейн 6	32800	15	360	180	14,65	2	65600	6560	72160
16	ФЛ-91-16	Кронштейн 7	32800	16	400	200	15,84	4	131200	13120	144320
17	ФЛ-91-17	Кронштейн 8	65600	17	275	140	5,98	2	131200	13120	144320
18	ФЛ-91-18	Корпус 1	32800	18	380*280*150		13,57	1	32800	3280	32800
19	ФЛ-91-19	Опора 3	131200	19	220	100	3,45	1	131200	13120	144320
20	ФЛ-91-20	Кришка 1	32800	20	210	80	2,13	2	65600	6360	72160
21	ФЛ-91-21	Притиск	32800	21	190	85	2,40	3	98400	9840	10824
22	ФЛ-91-22	Супорт 1	65600	22	340*220*180		11,15	1	65600	6560	72160
23	ФЛ-91-23	Супорт 2	65600	23	360*310*215		16,07	1	65600	6560	72160

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата	Лист
					30

24	ФЛ-91-24	Корпус 2	32800	24	360*430*175	14,95	1	32800	3280	36080
26	ФЛ-91-26	Подушка	131200	25	100*100*25	0,75	1	131200	13120	144320

6.2 Розрахунок кількості та маси стрижня

В таблицю 6.5 заносимо параметри стрижнів для виливків в яких вони застосовуються (стрижень не застосовується у виливку «Обмежувач»). Там же розраховуємо потреби в стрижнях на річну програму Синім кольором позначені стрижні вагою більше 10 кг. Утрати на брак стрижнів вважають рівними 10%. Так як стрижні з ХТС, то сушіння стрижнів відпадає.

З таблиці 6.5, сумуючи всі елементи колонки 12, отримуємо, що на річну програму треба **ВСЬОГО 1955864 СТРИЖНІВ.**

6.3 Вибір устаткування

Через велику кількість стрижнів застосовуємо стрижневу лінію ОМЕГА з карусельною машиною 4532Б (табл. 6.6). Окремі стрижневі машини встановлювати недоцільно, так як велика кількість стрижнів спричинить велику кількість необхідних машин для задоволення річної програми, що позначиться на необхідності збільшення робітників, енергозатрат, затрат на саме обладнання - машини та збільшені розмірів відділення. Тому, доцільно застосовувати автомат або карусельну машину.

Карусельна машина 4532Б призначен для виготовлення стрижнів різної конфігурації в гарячих ящиках із швидкотвердних термореактивних сумішей в цехах масового і великосерійного виробництв.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						31

На машинах цієї групи стрижні виготовляються одночасно в декількох стрижневих ящиках, що дає змогу максимально розділити технологічні операції за позиціями для збільшення продуктивності устаткування.

Для виготовлення стрижнів на автоматизованій лінії використовують технологічний процес наповнення ящика сипкою сумішшю холодного тверднення за допомогою шнекового змішувача і ущільнення на вібраційному столі. З метою зручності керування і обслуговування лінія розділена на технологічні ділянки:

- підготування стрижневих ящиків: їх огляд, очищення, продування, установлення закладних частин;
- заповнення ящиків сумішшю – заповнення із змішувача приготування ХТС. Перед заповненням ящика ХТС його установлюють на вібростіл для ущільнення суміші;
- продування і тверднення стрижневої суміші (з використанням як зв'язувального компонента ХТС).

ХТС твердне за певний час під час транспортування ділянкою;

- кантування і видалення стрижнів з ящиків: ділянку оснащують уніфікованими поворотно-витяжними машинами; ; на цій же ділянці на стрижневий ящик установлюють транспортувальну плиту, перевертають ящик з плитою, протягують ущільнений або затверділий стрижень і вертають ящик у вихідний стан та на першу ділянку.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					32

Таблиця 6.6 – Технічна характеристика машини 4532Б

Параметр	Значення
Найбільший об'єм стрижня, лм ³	0,63
Засіб отримання стрижнів	Піскодувний метод ущільнення з отвердженням в оснастці продувкою газоподібним каталізатором
Продуктивність знімань циклона, зйомів/год	240
Габарити стрижневого ящика, мм	200×80×110
Об'єм робочого резервуара, дм ²	3
Встановлена потужність, кВт	24
Витрати повітря, куб/год	15
Габаритні розміри автомата, мм	2330*2300*2295
Маса машини, кг	5800

Машина 4532Б має такі основні вузли: стіл карусельний з рушієм, піскодувна головка, стрижневий ящик, стіл підтискування стрижневого ящика до надувної плити і механізм знімання стрижнів.

Між основою автомата й траверзою, з'єднаними між собою віссю рушія і лівим та правим стояками, розташовані карусельний стіл з вісьмома стрижневими ящиками, рушій стола, механізм знімання стрижнів і стіл підтискування стрижневого ящика до надувної плити. Стрижневі ящики встановлюються на опорні поверхні кронштейнів. На траверсі розміщено піскодувну головку, пневморухачів виштовхувачів стрижнів і механізм їх зачищення.

Стрижневий ящик має вертикальний рознім і нерухому та рухому половини, з'єднаних між собою скалками. З'єднувальні тяги зпружинами забезпечують стискання половин ящика.

Для нагрівання в кожену половину ящика вмонтовані трубчасті електронагрівники.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						33

Температура нагрівання контролюється термопарою, розташованою у верхній половині ящика, який нагрівається до 240...270 °С.

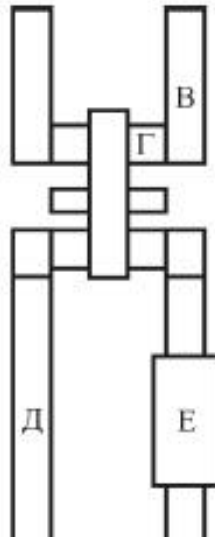
Стрижнева суміш із віброкотка подається в щілинну обичайку піскодувної головки, яка перекривається шибєрним затвором, і під дією стиснутого повітря, що подається через клапани, вдувається в робочу порожнину стрижневого ящика. Рухом штока стола притискування стрижневий ящик опускається на напрямні площини кронштейна і звільнюється від скоб.

Ця операція виконується на I позиції, на II – VII позиціях відбувається тверднення стрижнів. На позиції VIII ящик розкривається і видаються готові стрижні: під час переміщення стрижневого ящика на цю позицію шток пневморушії, відходячи у крайнє положення, розкриває ящик. Одночасно спрацьовує пневморушій штовхачів — стрижні виштовхуються з нерухомої половини стрижневого ящика. Далі спрацьовує пневморушій поворотного лотка і стрижень, що залишився в нерухомій половині ящика, виштовхується на лоток, а потім передається в тару або на стрічку конвеєра.

Транспортування стрижневого ящика з позиції на позицію здійснюється поворотом карусельного стола на 45° за допомогою пневмогідрорушії. Після кожного кроку стіл фіксується, а під час зупинки виконуються операції зі стрижневими ящиками. Усі операції виконуються автоматично, окрім періодичного очищення і обприскування стрижневого ящика розділювальним розчином.

Завантаження устаткування для виготовлення стрижнів зазначено у табл. 6.7

										Лист
										34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						



В – конвеєр видавання стрижнів, Г – досилач стрижнів на конвеєр,
 Д – проміжний конвеєр, Е – установка для продувки CO₂

Рисунок 6.1 – Лінія для виготовлення стрижнів у масовому виробництві виливків з використанням CO₂-процесу;

Таблиця 6.7 – Завантаження устаткування для виготовлення стрижнів

Інд. поз	Код деталі	Найменування деталі	Номер стрижня	Кількість зйомів	Кількість зйомів на годину	Необхідна кількість стрижневи	Маса стрижнів річну програму, кг
1	ФЛ-91-1	Кронштейн 1	1	36080	9,02	1	13710
2	ФЛ-91-2	Кронштейн 2	2	72160	18,04	2	16597
3	ФЛ-91-3	Кронштейн 3	3	72160	18,04	1	92365
4	ФЛ-91-4	Кронштейн 4	4	144320	36,08	4	396880
5	ФЛ-91-5	Кронштейн 5	5	36080	9,02	1	149732
6	ФЛ-91-6	Опора 1	6	144320	36,08	2	356470
7	ФЛ-91-7	Опора 2	7	144320	36,08	2	88035
8	ФЛ-91-8	Фланець	8	72160	18,04	2	267714
9	ФЛ-91-9	Барабан 2	9	36080	9,02	1	25617
10	ФЛ-91-10	Вушко	10	72160	18,04	1	95973
11	ФЛ-91-11	Накладка 1	11	72160	18,04	1	90200

Продовження таблиці 6.7

12	ФЛ-91-12	Вилка	12	36080	9,02	1	20205
13	ФЛ-91-13	Ківш	13	36080	9,02	1	31029
14*	ФЛ-91-14	Клин ковша	14	36080	9,02	1	463989
15*	ФЛ-91-15	Кронштейн 6	15	72160	18,04	2	1057144
16*	ФЛ-91-16	Кронштейн 7	16	144320	36,08	4	2286029
17	ФЛ-91-17	Кронштейн 8	17	144320	38,08	2	863034
18*	ФЛ-91-18	Корпус 1	18	32800	8,2	1	445096
19	ФЛ-91-19	Опора 3	19	144320	36,08	1	497904
20	ФЛ-91-20	Кришка 1	20	72160	18,04	2	153701
22	ФЛ-91-21	Притиск	22	10824	2,71	3	25978
23	ФЛ-91-22	Супорт 1	23	72160	18,04	1	804584
24*	ФЛ-91-23	Супорт 2	24	72160	18,04	1	1159611
25*	ФЛ-91-24	Корпус 2	25	36080	9,02	1	539396
26	ФЛ-91-26	Подушка	26	144320	36,08	1	108240

6.4 Розрахунок кількості устаткування

Кількість стрижневих машин визначаємо за формулою (6.1):

$$L_c = V_r \cdot K_n / (\Phi_d \cdot q), \quad (6.1)$$

де V_r – річна кількість зйомів, шт.;

K_n – коефіцієнт нерівномірності виготовлення та використання стрижнів, приймаємо $K_n = 1,3$.

Φ_d – дійсний фонд часу для стрижневого відділення $\Phi_d = 3680$ год.;

q – продуктивність машини, зйомів/год.

Для машини 4532Б:

$$L_c = 1955864 \cdot 1,3 / (3680 \cdot 240) = 2,87$$

Коефіцієнт завантаження устаткування розраховується за формулою (6.2):

$$K_z = L_c / n, \quad (6.2)$$

							Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			36

де n – прийнята кількість машин.

$$K_3 = 2,87/3 = 0,96$$

Таблиця 6.8 – Розрахунок кількості стрижневих машин

потрібна кількість, шт				тип стрижневих машин	кількість стрижневих машин		Коефіцієн т завнтажен ня к
стрижнів		зйоми			розрахов ана	прий нята	
за рік	за год	за рік					
195586 4	531,5	19558 64	531,5	4532Б	2,87	3	0,96

Таблиця 6.9 – Витрати суміші у стрижневому відділенню

Параметр	Витрати стрижнів, кг	
	на одиницю литва	на річну програму
Маса стрижня, кг	142,09	4660552
Кількість зйомів	49	160720

Потрібно підібрати змішувач для ХТС . Для цього визначаємо масу ущільненої суміші за формулою (6.3):

$$M_V = k * M_{HY}, \quad (6.3)$$

де M_{HY} – річна кількість суміші в неущільненому стані, м³;
беремо з таблиці 6.11
 $k = 1,55$ – коефіцієнт який враховує ступінь ущільнення ХТС.

$$M_V = 1,55 * 4660552 \approx 7223860 \text{ кг,}$$

Далі визначаємо необхідну продуктивність змішувача за формулою (6.4):

$$M_1 = M_V / \Phi \quad (6.4)$$

де Φ – фонд часу роботи змішувача, год

$$M_1 = 7223860/3680 = 1960 \text{ кг/год.}$$

Вибираємо шнековий змішувач марки С2Ш1 продуктивністю 2 тонну/год.

Потрібна кількість змішувачів за формулою (6.5):

$$n = (M_{\text{н}} * k) / (\Phi_d * q) \quad (6.5)$$

де k – коефіцієнт запасу, $k = 2$,

q – продуктивність змішувача, т/год

$$n = (1960 * 2) / (3680 * 2) = 0,53$$

Встановлюємо 2 змішувачі марки С2Ш1 у стрижневому відділенні із запасом, Технічна характеристика наведена в табл. 6.10..

Коефіцієнт використання змішувача становить

$$K_{\text{ЗМ}} = 0,53/2 = 0,27$$

Таблиця 6.10 – Технічні характеристики шнекового змішувача С2Ш1

Кількість шнеків	1
Продуктивність, т/год	2
Радіус дії, мм	1200
Кількість насосів-дозаторів, шт	3
Потужність, кВт	5
Кут повороту рукави, град	180
Габаритні розміри (без шафи керування і насосів), мм	2295x510x2530
Маса, кг	1100

Для ущільнення суміші застосовується 2 вібростоли 21423 ємністю 1,25 тонн.

6.5 Розрахунок енергетичних витрат відділення

Із основного обладнання у відділенні споживають електроенергію: три стрижньові машини 4332Б, два змішувачі С2Ш1 для ХТС, 2 вібростоли, стрічкові конвеєри для подачі суміші і мостовий кран Q=0,5 тон. Решта обладнання споживають електроенергію яка дорівнює 10-15% від споживання основними. Результати розрахунку потужності основного обладнання наведено в табл. 6.11:

Таблиця 6.11 – Потужність основного обладнання стрижневого відділення

Машина	Потужність однієї одиниці, кВт	Кількість одиниць машин	Сумарна потужність машин однієї марки, кВт
4332Б	25	3	75
С2Ш1	3	2	6
Стрічковий конвеєр	3	3	9
Кран мостовий Q = 0,5 тонн	2	1	2
Вібростіл 21423	1,2	2	2,4
Візок електромеханічний	2	2	4
Решта обладнання	-	-	8
Сумарна потужність	-	-	≈ 120 кВт

Визначаємо річні витрати на роботу устаткування за формулою (6.6):

$$W_T = \sum n \cdot M \cdot \Phi_0 \cdot \eta_{зв} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (6.6)$$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						38

де n – кількість машин які споживають електроенергію, шт.;

M – встановлена потужність обладнання, кВт;

Φ_0 – річний фонд часу роботи обладнання, год.;

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

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

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

$$W_T = 120 \cdot 3680 \cdot 0,96 \cdot 0,3 \cdot 0,7 = 85317 \text{ кВт}$$

Річна витрата електроенергії на освітлення визначається за нормами витрати на 1 м² робочої площі. Для ливарних цехів укрупнену витрату електроенергії на освітлення можна прийняти 16-18 Вт на 1 м² площі на годину, а тривалість освітлення на рік для умов широт 40...60 градусів приймається 2100 год.

Для стрижневого відділення площею приблизно 800 м² визначаємо, що $W_C = 0,017 \cdot 800 = 13,6$ кВт. Із запасом приймаємо $W_C = 20$ кВт

Визначаємо витрати електроенергії у стрижневому відділенні за формулою (6.7):

$$W = (W_C + W_0) \cdot K \quad (6.7)$$

де K – коефіцієнт втрат електроенергії у мережі, $K = 1,05$.

$$W = (85317 + 20) \cdot 1,05 = 89603 \text{ кВт}$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

6.6 Розрахунок витрат на стиснене повітря

За рахунок енергії стисненого повітря працюють стрижньові машини (піскодувним методом). Витрати стисненого повітря трьома машинами за рік роботи складають (враховуючи витрати по 20 куб.м/год) та враховуючи коефіцієнт використання 1,5...1,8 який враховує утрати стисненого повітря через неущільнені з'єднання труб та протікання повітря від тиску.

$$P_{\text{пов}} = 3 \cdot 20 \cdot 3680 \cdot 1,6 = 353280 \text{ м}^3/\text{рік}$$

6.7 Розрахунок витрат на теплопостачання

Кількість теплоти, яке потрібне для опалювання стрижневого відділення розраховуємо за формулою (6.8):

$$T = V_{\text{пр}} \cdot q, \quad (6.8)$$

де $V_{\text{пр}}$ – об'єм приміщення, м³; при висоті приміщення 10,8 м,

$$V = 8000 \text{ м}^3$$

q – кількість теплоти потрібної для опалення відділення, Вт/м³;

$$q = (60 \dots 130) \text{ Вт/м}^3$$

$$T = 800 \cdot 100 = 80000 \text{ Вт} = 80 \text{ кВт}$$

Решта енергоносіїв (вода, газ) у стрижневому відділенні у великому об'ємі не застосовуються (машини не охолоджуються). Так, вода використовується в основному в об'ємі побутових потреб і складає невагому частку витрат відносно всього цеху в цілому.

6.8 Дільниці стрижневого відділення

У даному стрижневому відділенні передбачено наступні дільниці:

- комплектування стрижнів;

									Лист
									40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

- фарбування стрижнів;
- склади зберігання стрижнів, стрижневих ящиків

Дільниця комплектування стрижнів слугує для виконання кінцевих операцій стрижневого відділення: зачищення частин стрижнів у кондукторах на шліфувальних верстатах, складання стрижнів, склеювання або скріплювання окремо виготовлених складових за конфігурацією частин стрижнів тощо.

Дільницю потрібно розташовувати в зоні дії основних підйомно-транспортних засобів стрижневого відділення.

Крім того дільниця комплектування стрижнів додатково оснащена місцевими транспортними засобами (стрічковими конвеєрами, електромеханічними візками тощо).

Склади зберігання добового запасу готових до використання стрижнів в умовах масового і великосерійного виробництва обладнують системою підвісних штовхальних конвеєрів, які дають змогу уникати перекладання і ламання стрижнів.

Площа складів стрижнів складає 10...15 % площі стрижневого відділення, а саме

Площі складів для зберігання стрижневої оснастки складає 8...12 % від площі стрижневого відділення., а саме: Площа комори для зберігання допоміжних матеріалів складає приблизно 16 м² при потужності цеху у 8000 виливків/рік. Площа службового приміщення 18 м².

6.9 Розрахунок стрижневих машин

Застосовуються стрижневі машини моделей 4752Б2К1 та 4752Б1К2.

Всі моделі стрижневих машин оснащені системами:

- локалізації відпрацьованої токсичної аміно-повітряної суміші (машини укриті в спеціальний кожух-укриття, частково застеклений для спостереження за роботою механізмів і вузлів машини, що

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

розкривається для обслуговування);

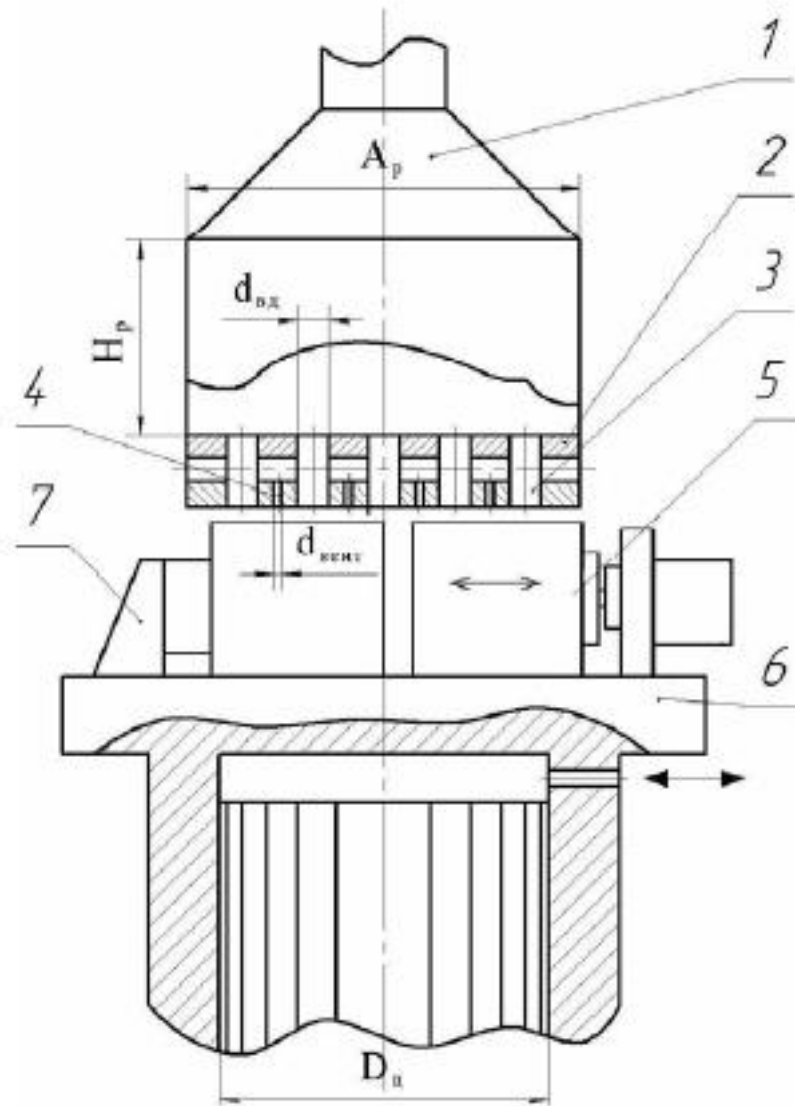
- герметизації стрижневого ящика та продувної плити швидкого знімання та встановлення стрижневого оснащення;
- електронного керування на базі програмованого контролера

За своєю компоновкою машини є однопозиційними автоматами човникового типу з рухомим піскодувним резервуаром (переміщається з позиції завантаження суміші в резервуар на позицію надування стрижневої суміші в ящик), продувним пристроєм і стаціонарно встановленим або стрижневим ящиком, що переміщається. Машини розрізняються обсягом піскодувного резервуара, кінематичною схемою руху механізмів, площиною роз'єму стрижневого ящика та його габаритами. У моделях машин прийнято чотириколонну конструкцію з верхньою траверсою.

Резервуар і механізм підпресування-продування переміщуються прямолінійно в напрямку, перпендикулярному до руху оснастки. Проводимо розрахунок машини 4752Б1К2, яких у відділенні більша частина. Машину 4752Б2К1 можна розрахувати по аналогії, знаючи її технічні паспортні характеристики.

Схема піскодувної машини наведена на рис. 6.3.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					42



1 – піскодувний резервуар; 2 – комбінована дутьєва плита; 3 – вдувні отвори; 4 – вентиляційні отвори; 5 – рухливий упор затиску стрижневого ящика; 6 – стіл притиску стрижневого ящика; 7 – нерухомий упор.

Рисунок 6.3 – Схема піскодувної машини

Визначаємо об'єм суміші, необхідний для отримання стрижнів одного знімання за формулою (6.9):

$$V_{см} = G / \delta_0 \text{ м}^3 \quad (6.9)$$

G – маса стрижневої суміші, кН;

δ_0 – питома вага стрижневої суміші, $\delta_0 = 11 - 13$ кН/м³.

$$V_{см} = 0,7 / 12 = 0,058 \text{ м}^3$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Об'єм робочої частини піскодувного резервуара за формулою (6.10):

$$V_p = (1,2 \dots 1,5) * V_{см} \text{ м}^3 \quad (6.10)$$

$$V_p = (1,2 \dots 1,5) * 0,058 = 0,070 \dots 0,087$$

Приймаємо $V_p = 0,085 \text{ м}^3$.

Визначаємо сумарну площу вдувних отворів $F_{вд}$ за формулою (6.11), виходячи з розрахунку, що через кожен 1 м^2 площі вдувних отворів повинна проходити певна кількість суміші (6.11):

$$F_{вд} = G/g \text{ м}^2 \quad (6.11)$$

де g – кількість суміші, кг/м^2 ; $g = 20 \dots 50 \text{ кН/м}^3$

$$F_{вд} = 0,7/40 = 0,0175$$

Кількість вдувних отворів обчислюється за такою формулою (6.12):

$$n = F_{ст}/f \quad (6.12)$$

де $f_{ст}$ – частина площі стрижня, яка приходить на 1 отвір,

$$f = (5 \dots 6) * 10^{-3} \text{ м}^2/\text{отв};$$

F – площа горизонтальної проекції стрижня в плані, виходячи з габаритів стрижня, м^2 .

Наприклад, для стрижня діаметром 150 мм і висотою 150 мм (найбільш розповсюджений розмір стрижня в програмі виливків), які виробляються на машині 4752Б1К2 при вертикальній площині роз'єму,

$$F = \pi * 0,15^2/4 = 0,018 \text{ м}^2$$

$$n = 0,018/0,0055 = 3,2 \text{ шт}$$

Приймаємо 4 отвори.

Діаметр вдувних отворів розраховується за формулою (6.13):

$$d = [(4F_{вд})/(\pi * n)]^{0,5}, \text{ м} \quad (6.13)$$

$$d = [(4 * 0,0175)/(\pi * 4)]^{0,5} = 0,075 \text{ м}$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Визначаємо сумарну площу вентиляційних отворів. Вона залежить від розмірів стрижня і становить для дрібних стрижнів

$$\Sigma F_{\text{вент}} \geq (0,15 - 0,2).$$

Проводимо розрахунок зусилля затиску стрижневого ящика рухомим бічним упором розраховується за формулою(6.14):

$$P_{\text{заж}} = F'_{\text{ст}} * \rho'_{\text{о}} - R_1, \quad (6.14)$$

де $F'_{\text{ст}}$ – площа бічної поверхні (вертикальної проекції) стрижнів у плані, м²;

$\rho'_{\text{о}}$ - тиск повітря в стрижневому ящику,

$$\rho'_{\text{о}} = (0,7 - 0,9) * p_0 = 0,8 * 590 = 470,5 \text{ кПа.}$$

Для стрижня діаметром 150 мм та висотою 150 мм

$$F'_{\text{ст}} = \pi * 0,150 * 0,150 = 0,071 \text{ м}^2.$$

R_1 – сила тертя, що виникає при переміщенні рухомої половини стрижневого ящика відносно нерухомої за формулою (6.15):

$$R_1 = 0,25 * G_{\text{ящ}} / 2, \text{ кН} \quad (6.15)$$

де $G_{\text{ящ}}$ – вага стрижневого ящика, Кн

Вага стрижневого ящика розраховується за формулою (6.16):

$$G_{\text{ящ}} = (A * B * H * G / \rho_{\text{ст}}) * \rho_{\text{ящ}}, \quad (6.16)$$

де $G_{\text{ящ}}$ – вага стрижневого ящика, кН;

A, B, H – габаритні розміри, м;

G – маса суміші, кН;

$\rho_{\text{ст}}$ – питома вага стрижневої суміші, кН/м³;

$\rho_{\text{ящ}}$ – питома вага матеріалу стрижневого ящика, кН/м³;

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Для стрижня діаметром і висотою по 150 мм. алюмінієвий стрижневий ящик має габарити приблизно діаметр 300 та висоту 250 мм

$$G_{\text{ящ}} = (\pi * 0,15^2 * 0,15 * 0,25 * 0,7 / 1,6) * 2,7 = 0,003 \text{ КН}$$

$$R_1 = 0,25 * 0,003 / 2 = 0,00038 \text{ кН}$$

$$P_{\text{Заж}} = 0,071 * 470,5 - 0,00038 = 3,34 \text{ КН}$$

Діаметр поршню рухомого опору розраховується за формулою (6.17):

$$d = [(4P_{\text{Заж}}) / (p_0 * \pi)]^{0,5}, \quad (6.17)$$

де $P_{\text{Заж}}$ – зусилля затиску стрижневого ящика рухомим бічним упором, кН;

p_0 – тиск повітря в стрижневому ящику, 588 кПа;

$$d = [(4 * 3,34) / (5788 * \pi)]^{0,5} = 0,027 \text{ м}$$

Визначаємо зусилля притиску стрижневого ящика до піскодувного резервуару за формулою (6.18):

$$P_{\text{Пр}} = F'_{\text{ст}} * p_0' + Q - R_2, \quad (6.18):$$

де $P_{\text{Пр}}$ – зусилля притиску стрижневого ящика до піскодувного резервуару кН;

$F'_{\text{ст}}$ – площа бічної поверхні (вертикальної проекції) стрижнів в плані, м²;

p_0' – тиск повітря в стрижневому ящику $p_0' = 0,7 - 0,9) * p_0$, кПа;

$p_0' = 0,8 * 588 = 470,4$ кПа;

Q – вага рухомих частин машини, кН;

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					45

R_2 – сила тертя притискного поршня об стінки циліндра; $R_2 \approx 0,05 \cdot Q$,
кН;

$$R_{пр} = 0,071 \cdot 470,4 + 2 - 1 = 34,4 \text{ кН}$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					45

7 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА

«ФЛАНЕЦЬ»

7.1 Загальна характеристика деталі

Проектуєма деталь – фланець, призначений для регулювання зазорів, сполучення валів та інших деталей, які сполучуються, наприклад елементи в трубопроводах. Деталь має форму усеченого порожнистого конусу з циліндричною обичайкою в основі конуса (ця обичайка є кріпильним елементом деталі). На вершині конусам розташована циліндрична поверхня. Габарит деталі – 247*225 мм. Фланець виливається із сірого чавуну марки СЧ-20, та має масу 16,8 кг. Маса вилівка враховуючи припуски на обробку становить приблизно на 10% більше маси деталі, тобто приблизно 18,5 кг.

7.2 Властивості сплаву деталі

Основні механічні властивості чавуну СЧ-20 наступні:

Таблиця 7.1 – Механічні властивості чавуну СЧ-20 за ДСТУ 8833:2019

Густина , кг/м ³	Тимчасовий опір при розтягу, МПа не менше	Ліній на усадка, %	Модуль пружності при розтягу, E*10 ⁻² , МПа	Твердість НВ	Відносне видовження, %	Хімічний склад, %				
						C	Si	Mn	S	P
7100	150*	1,2	700-1100	НВ 10 ⁻¹ = 143- 255 МПа	0,2-1,0	3,3-3,5	1,4-2,4	0,7-1,0	<0,15	<0,20

Лінійна усадка СЧ-20 складає 1,2%, об'ємна усадка складає приблизно потрібну лінійну усадку.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА «ФЛАНЕЦЬ»	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.	Чорнобривець						47	
Перевір.	Гурія І. М.							
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.								КПШ ім. Ігоря Сікорського

7.3 Аналіз конструкції виливка

Виливки за ступенем складності поділяють на 5 груп складності. Проектуємий виливок можна віднести до групи 2 – нескладні виливки. Ребер жорсткості, буртів, бобишок, виступаючих частин та заглиблень та немає. Внутрішній отвір простий, без ярусів, криволінійного перерізу. Отвір глухий (не наскрізний). Переважна товщина стінки виливка 20 мм (середнє значення).

Мінімальна товщина стінки 12 мм. Максимальна товщина стінки утворена суцільним циліндром діаметром 75 мм, який знаходиться на краю виливка. Це треба мати на увазі при проектуванні положення виливка при заливці, так як в цьому місці можливо утворення усадкової раковини та ліквіації. В цьому місці треба ставити надлив, щоб заживлювати вузол свіжими порціями металу. Центральний криволінійний отвір оформлюється стрижнем аналогічної форми, зі знаками. Виливок має 3 поверхні, які оброблюються. (див. ескіз) до шорсткості $Ra = 3,2$. Дві з поверхонь оброблюються по діаметру.

Решта площин виливка не оброблюються. Бобишок, приливів, буртиків, виступів, западин та ін. нетехнологічних елементів виливок не має., що спрощує технологію його виготовлення.

7.4 Обґрунтування методів виробництва

Виливок можна отримати декількома засобами литва. Розглянемо можливі варіанти . Окрім стандартних методів отримання литвом в піщано-глинисті форми, виливок можна отримати методом спеціальних засобів литва.

Одним з методів спеціальних засобів литва є метод за моделями, які витоплюються. Цим методом отримують тонкостінні виливки невеликих розмірів складної конфігурації великої точності форми та розмірів, з поверхнею яка не підлягає подальшій обробці. Процес отримання виливків за моделями що витоплюються є дорогим, тривалим.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					48

Проектуємий виливок є виливком середніх розмірів, відносно простої конфігурації з товщиною стінки 12 мм. . Цим методом недоцільно отримувати виливки простої конфігурації, які дешевше та простіше за технологією виготовити методами литва в піщано-глинисті форми.

Методом литва в кокіль отримання даного виливка також не є оптимальним варіантом, так як для цього має застосовуватися стрижень (для оформлення внутрішнього отвору), що складно зробити при литві в кокіль. Крім цього, металева форма є непідатливою, що спричинить короблення, тріщини та різностінність, а також складність отримання виливка зі стінкою товщиною 12...15 мм. Методом литва в кокіль можна отримати обмежену кількість виливків виходячи з працездатності металевої форми. Тому вибираємо найпростіший метод отримання – литво в піщано-глинисті разові форми, як самий дешевий, простий метод з найменшою собівартістю вартості продукції для отримання деталі відносно простої конфігурації.

7.5 Проектування положення виливка

Технологічність конструкції виливка при формуванні перевіряємо методом освітлення (тіньових ділянок).

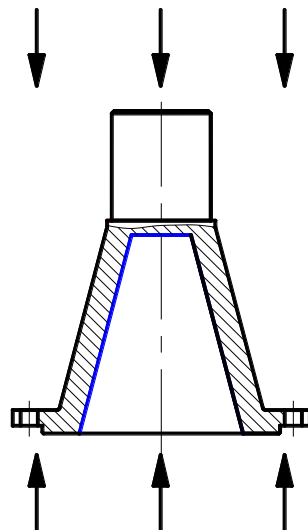


Рисунок 7.1 – Принцип визначення тіньових ділянок при формуванні в опоці

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

З рисунку 7.1 робимо висновок, що деталь технологічна, але тільки за умови її розташування у 2-х напівформах. В одній формі розташування виливка неможливо, так як утворюються тіньові зони – деталь не можна буде вийняти з форми без її розхитування та псування.

В основі проектування виливка повинно бути задіяний принцип направленою твердіння, коли кристалізація починається від тонких перерізів виливка до більш масивних. Це правило перевіряють методом вписаних кіл.

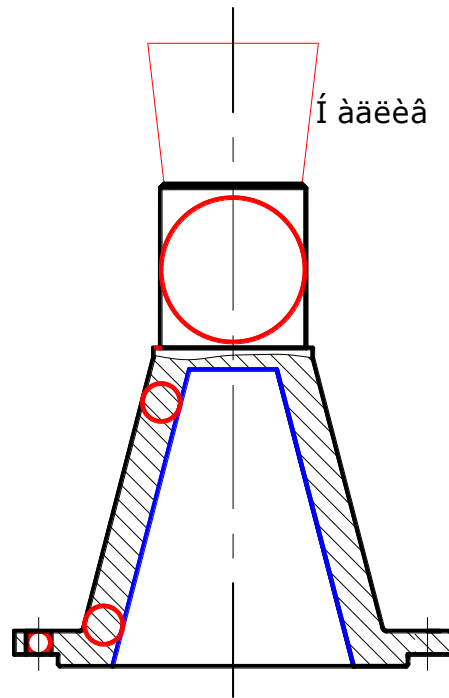


Рисунок 7.2 – Принцип напрямленого затвердіння.

7.6 Конструювання виливка

З метою забезпечення безперешкодного вилучення моделі з форми та стрижню зі стрижневого ящика, треба передбачити ухили вертикальних стінок. В центральній основній частині сама конструкція деталі має достатні ухили стінки (упечений конус), а в циліндричній верхній частині ці ухили треба передбачити.

Величина конструктивного ухилу залежить від висоти поверхні деталі. Так в нашому випадку, при висоті циліндричної стінки 89 мм, ухил можна

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					51

прийняти рівним 4° згідно ГОСТ 3212-92.

Для стінки товщиною 12 мм, ухил буде дорівнювати 11° . Мінімальна товщина стінки при литві сірого чавуну складає для середніх виливків – 6...8 мм. В даній конструкції мінімальна товщина стінки 12 мм. В конструкції деталі передбачено L – подібне зіп'яження стінок. Радіус зіп'яження для чавунних виливків при відношенні товщин стінок менше 2-х, повинен складати $R = 0,2H$. Тут H – висота стінки. При $H = 35$ мм (горизонтальна стінка) $R = 0,2H = 0,2 \cdot 35 = 7$ мм.

7.7 Клас точності виливка та припуски на механічну обробку

Згідно ГОСТ 26645–85 розраховуємо класи точності виливка та припуски на механічне оброблення поверхонь виливка. Порядок визначення наступний. Встановлюємо клас розмірної точності виливка за табл. 9 додатку до стандарту.

Так при литті, в піщано-глинисті формі, для виливків розміром 100...250 мм та подальшій термообробці клас розмірної точності складає 7-12. Менші значення відносяться до простих виливків в умовах масового виробництва, більші – для складних виливків індивідуального виробництва, середні – до виливків середньої складності в умовах серійного механізованого виробництва.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Тому приймаємо середнє значення класу точності розмірів приймаємо 10. Вибираємо ступінь жолоблення елементів виливка за табл. 10 додатку до стандарту. Так, визначаємо відношення мінімального розміру до максимального, а саме:

$12/247 = 0,05$ для разових форм ступінь жолоблення складає 7-10. Середнє значення 9. Вибираємо ступінь точності поверхонь виливка за табл. 11 додатку до стандарту. При литті в піщано-глинисті форми, при максимальному розмірі виливка 247 мм, для чавунних виливків з термообробкою, клас точності поверхні виливка складає 10 – 17. Середнє розрахункове значення 13. Встановлюємо клас точності маси виливка за табл. 13 додатку до стандарту. При масі виливка порядку 20 кг клас точності маси складає 7т – 14. Вибираємо номер ряду припусків за табл. 14 додатку до стандарту, приймаючи середнє значення класу точності поверхні 13. Ряд припусків складає 58. Приймаємо середнє розрахункове значення 7. Для кожного номінального розміру виливка:

- визначаємо допуск розміру (у мм) за табл. 1 стандарту;
- визначаємо допуск форми (у мм) за табл. 2 стандарту-визначаємо загальний допуск (у мм) за табл. 8 додатку до стандарту;
- встановлюємо вид кінцевого механічного оброблення кожної з поверхонь виливка;
- вибираємо загальний припуск (у мм) на механічне оброблення поверхні.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						52

Результати заносимо в таблицю 7.2

Таблиця 7.2 – Припуски на механічну обробку виливка

Номинальний розмір, мм	Допуск розміру, мм	Допуск форми, мм	Загальний допуск, мм	Вид кінцевого механічного оброблення	Загальний припуск на сторону, мм
12	1,80	0,80	2,20	Напівчистова	2,8
75	2,80	0,80	4,00	Напівчистова	3,3
180	3,60	1,20	4,40	Напівчистова	4,5

Точність виливка 10 – 9 – 13 – 14 ГОСТ 26645 – 85.

У виробничій практиці припуски округлюємо до ближайшого цілого числа.

7.8 Аналіз можливих способів отримання виливка

Відносна простота конструкції виливка та його серійність виготовлення, дає привід застосовувати машинну формовку. Ручна формовка може бути раціональна у випадку виготовлення виливків складної конфігурації та одиничного виробництва. Це ще пояснюється прямою залежністю складності технологічних машин та операцій від складності виливка. Прості за конфігурацією виливки не потребують складного та дорогого устаткування та процесів, часто виготовляються на універсальних та стандартизованих недорогих машинах. На основі цього приймаємо рішення про виготовлення виливків саме машинною формовкою..

Проектуємий виливок має досить невеликі габарити, тому доцільніше проводити формовку в опоках, що дає змогу отримати необхідну точність розмірів та конфігурацію, так як опоки жорстко центруються.

В якості формувальної суміші вибираємо піщано-глинисту суміш з добавками. Дана формувальна суміш є дешевою, недефіцитною, екологічною, добре піддається вибивці, регенерації, має достатню міцність для формування, при проектуванні виливків малих розмірів, маси та відносно простої конфігурації.

Резюмуючи, можна сказати що виготовлення простих та малих виливків недоцільно в дефіцитних, дорогих та екологічно шкідливих сумішах.

Що стосується вибору типу суміші для виготовлення стрижнів, то тут є декілька варіантів. Піщано-глинисті стрижневі суміші не використовуються.

Лігносульфонати в якості стрижневих сумішей мають багато недоліків – мала міцність стрижня, малі гікроскопічність, газотвірність, та вогнетривкість. Тому цей метод не годиться.

Формовку із застосуванням швидкотвердіючих сумішей на рідкому склі застосовують з метою усунення операції теплової сушки форм середніх та крупних виливків. Але цей метод має основними недоліками те, що ця суміш дуже погано вибивається, неподатлива, схильна до пригару та майже непридатна до наступного використання. Тому цей метод не є оптимальним.

Можна застосовувати метод форм з ХТС на основі синтетичних смол який має основну перевагу – підвищену міцність, добрі технологічні властивості. високу газопроникність та вибиваємість. Для стрижневих сумішей доцільніше всього застосовувати суміші на основі ХТС, хоча є основний недолік – токсичність смол. Вибираємо стрижневу суміш на основі смол ХТС.

Виливок «фланець» являється деталлю відповідального призначення (працює на скручення та здвиг).

Існують два варіанти формовки в опоках: по-сирому та по-сухому.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						54

Перший варіант дає наступні переваги: низька вартість формувальних матеріалів, можливість багатократного застосування відпрацьованої суміші, висока продуктивність формувального процесу.

Другий варіант застосовують у випадку виготовлення складних, або великих виливків, тонкостінних виливків, з великою кількістю механічної обробки складної конфігурації.

Проектуємий виливок має просту форму, невеликі розміри, достатню товщину стінок, що витримують гідростатичний напор заливаємого металу, тому доцільніше застосовувати формовку по-сирому.

7.9 Обґрунтування положення виливка у формі при заливанні

При визначенні положення виливки у формі слід керуватися кількома правилами з багаторічного досвіду.

- Найбільш відповідальні робочі частини, плоскі поверхні великої протяжності, місця, що підлягають механічній обробці, потрібно, по можливості, розташовувати внизу; у крайньому випадку – вертикально чи похило.
- Форми для виливків, що мають конфігурацію тіл обертання (гільзи, барабани, шпинделі та ін), яким і є проектуємий виливок, з зовнішніми і внутрішніми поверхнями, що обробляються, краще заливати у вертикальному положенні.
- Для виливків, що мають внутрішні порожнини, що утворюються стрижнями, обране положення має забезпечувати можливість перевірки розмірів порожнини форми при складанні, а також надійне кріплення стрижнів.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						55

Вертикальний стрижень має добру стійкість та надійну фіксацію завдяки своїй упорній знаковій поверхні (горизонтальний стрижень має гіршу стійкість, так як його поверхня не плоска і можливий перекис у формі).

- Для попередження недоливів тонкі стінки виливки слід розташовувати в нижній частині напівформи, бажано вертикально або похило, причому шлях проходження металу від литникової системи до тонких стінок має бути найкоротшим.

Ескіз положення виливка під час заливання наведено на рис. 8.3.

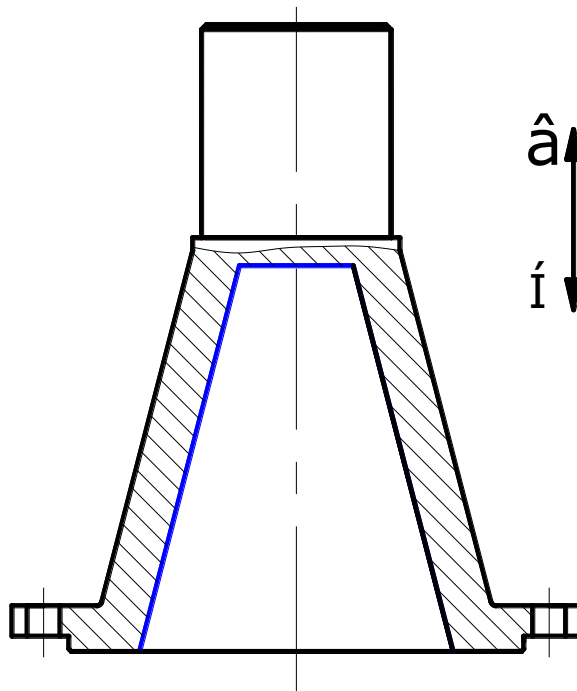


Рисунок 7.3 – Положення виливка під час заливання

7.10 Обґрунтування застосування та конструкція стрижнів

В даній технології можна встановити один центральний стрижень, який має просту одноступінчасту форму. Жеребейкі не передбачено (стрижень фіксується під дією власної ваги опираючись на широку горизонтальну поверхню - знак). Каркас стрижню не потрібен, оскільки суміш ХТС є достатньо міцним матеріалом для стрижня.

В стрижні передбачено виконання газовидвідних каналів, які наколюються шомполом.

Визначаємо розміри кінцевих знаків стрижня.

Стрижньові знаки вибираються згідно ГОСТ 3212-92.

Висота стрижня без знаків – $H = 152$ мм, діаметр стрижня у верхньому та нижньому перерізах відповідно $d_1 = 45$ мм, $d_2 = 124$ мм.

За табл. ГОСТу визначаємо висоту нижнього вертикального знаку $h = 40$ мм.

Верхній знак відсутній, так як отвір глухий.

Ухил знаку $\alpha = 7^\circ$.

Визначаємо зазор для модельного комплекту 1 класу точності виготовленого з металу. Так, зазор для нижнього знаку $S_1 = 0,5$ мм.

З метою запобігання потраплянню рідкого металу у вентиляційні канали стрижня слід виконувати на верхньому знаку поглиблення для отримання у сирій формі обтискного кільця.

Для попередження скупчення частинок суміші у формі при можливому задирці її стрижнем на нижньому вертикальному знаках слід виконувати канавки або фаски.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					56

7.11 Вибір типи та розрахунок опорів опоки

Розраховуємо кількість виливків, які одночасно знаходяться в формі.

Для цього користуємось таблицею, в якій наведено відстані від виливків до краю опоки та відстань між виливками та елементами ливникової системи в залежності від маси виливків.

З метою економії витрат металу, скорочення тривалості виробництва одного виливка та витрат формувальних і допоміжних сумішей, а також більш раціонального використання корисної площі опоки, розміщуємо в опоці одночасно 2 виливка по обидві боки від центрального стояка з урахуванням рекомендованої відстані між моделями та елементами форм (табл. 8.3).

Таблиця 7.3 – Рекомендовані відстані між моделями та елементами форм при масі виливка 18 кг

Від верху моделі до верху опоки, мм	Від низу моделі до низу опоки, мм	Від моделі до стінок опоки, мм	Від кромки стояка до стінки опоки, мм	Між кромками моделей, мм	Від кромки шлаковловлювача до кромки моделі, мм
60	70	40	60	70	30

Визначаємо довжину опоки в свету за формулою (7.1):

$$A_0 = 2(a + k_1 + l_1) + d_{ст} \quad (7.1)$$

де a – габаритний розмір виливка по довжині опоки, мм;

k_1 – зазор між краєм опоки та виливком по довжині, мм;

l_1 – довжина живильника, мм;

$d_{ст}$ – діаметр стояка, мм

Попередньо приймаємо діаметр стояка 40 мм.

$$A_0 = 2(230 + 40 + 30) + 40 = 640 \text{ мм.}$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					58

Довжина опоки повинна бути не менше 650 мм. Стандартна довжина опоки 650 мм є устарівшою згідно ГОСТу і не рекомендується до прийняття.

Ширина опоки в свету розховується за формулою (7.2):

$$B_0 = b + 2k_2, \text{ мм} \quad (7.2)$$

де b – ширина деталі, мм

$$B_0 = 230 + 2 \cdot 40 = 310 \text{ мм}$$

Ширина опоки повинна бути не менше 320 мм.

Висота нижньої опоки розраховується за формулою (7.3):

$$H_{01} = k_3 + h_1 + h_2 \quad (7.3)$$

де k_3 – зазор між днищем опоки та виливком, мм;

h_1 – товщина частини виливка, який знаходиться в нижній напівформі, мм;

h_2 – висота нижнього стрижневого знаку, мм

$$H_{01} = 70 + 40 + 18 = 128 \text{ мм}$$

Враховуючи наявність зумпфа нижня опока повинна мати висоту не менше 200 мм.

Висота верхньої опоки визначається за формулою (7.4):

$$H_{01} = k_4 + h_3, \text{ мм} \quad (7.4)$$

де k_4 – зазор між верхом опоки та виливком, мм;

h_1 – товщина частини виливка, який знаходиться в верхній напівформі, мм;

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

$$H_{01} = 230 + 60 = 290 \text{ мм}$$

Верхня опока повинна мати висоту не менше 300 мм.

Згідно ГОСТу-2133-75 вибираємо цільнолиті сталеві опоки стандартних розмірів (округлюючи розміри в сторону збільшення):

Ескіз для визначення мінімальних розмірів опоки згідно мінімальних відстаней від елементів до краю опок зображено на рис. 8.4

- нижня - 710*360*200 мм,
- верхня - 710*360*300 мм.

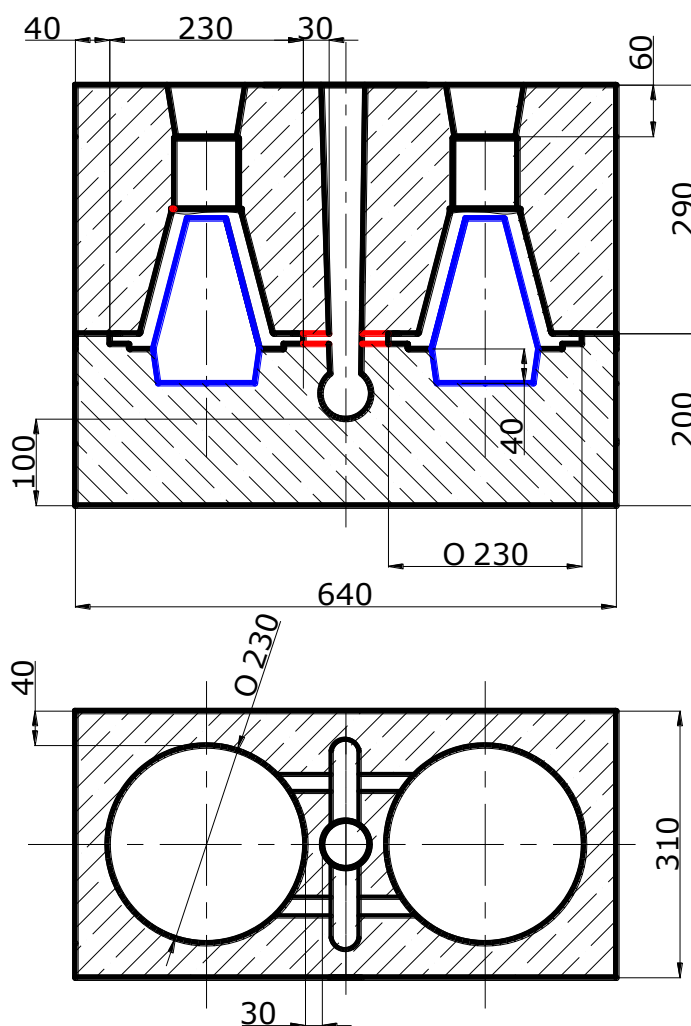


Рисунок 7.4 – Ескіз для визначення мінімальних розмірів опоки згідно мінімальних відстаней від елементів до краю опок.

Маса одного виливка, як було розраховано в п.1, складає 18,5 кг. В опоці розміщується 2 виливка плюс елементи ливникової системи.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

Щонайменша маса металу в опоці буде складати 37 кг (2 вилівка) плюс маса ливникової системи та формувальної суміші.

Маса ливникової системи складає попередньо 20% від маси виливків, тому маса металу в опоці буде приблизно 45 кг. При густині ущільненої піщано-смоляної суміші близько 2 г/см^3 , маса суміші в меншій (нижній) опоці становить $0,71 \cdot 0,36 \cdot 0,20 \cdot 2000 = 102 \text{ кг}$.

Тому опоки обираєм кранові та парні.

Матеріал опок – сталь 25Л. Перед застосуванням опоки повинні бути термічно оброблені.

Середній габаритний розмір опоки складає $(L+B)/2 = (0,71+0,36)/2 = 0,54 \text{ м}$. Відстань між вісями центруючих отворів під штирі при довжині опоки до 750 мм складає $L+100$, мм.

7.12 Вибір та розрахунок ливникової системи

Для заливки сірого чавуну можна вибрати заповнену ливникову систему, так як не виникає ризику виникнення неметалевих включень та плен при заливанні металу. При заповненій системі площа поперечного перерізу елементів системи зменшується від стояка до живильників.

Так як деталь має відносно просту конфігурацію, невелику висоту, відсутні тонкі складні стінки, то вибираємо бічну ливникову систему з підводом металу по площині роз'єму, в нижню частину форми – в цьому випадку система буде найбільш зручна при формуванні, дасть спокійне «розтікання» - заповнення металу без розбризування та руйнування форми енергією струї металу.

При конструюванні ливникової системи необхідно дотримуватись ряду правил, спрямованих на забезпечення вимог до ливникових систем.

1. Протяжність каналів ливникової системи має бути максимально короткою і рідкий метал необхідно підводити до порожнини форми найкоротшим шляхом.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					65

2. Потік металу, що підводиться в порожнину форми, повинен бути спрямований уздовж стінки вилівка або до неї.

3. Підвід металу повинно забезпечувати односторонній рух металу у формі.

4. Небажано розміщувати елементи ливникової системи поблизу знакових частин стрижнів, холодильників.

На основі вищесказаного вибираємо підвід металу як показано на рис. 7.5

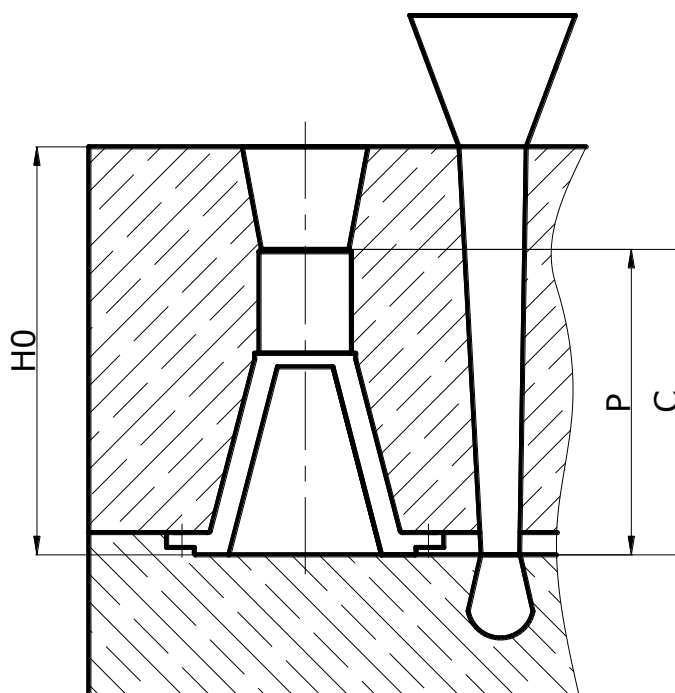


Рисунок 7.5 – Схема ливникової системи для вилівка «Фланець»

Для ливникових систем, що звужуються, площа найменшого перерізу $\sum F_{\text{жив}}$ знаходять за формулою (7.5) (метод Озанна–Діттерта)

$$\sum F_{\text{жив}} = M / [\rho * t * \mu (2 * g * H_p)^{0,5}], \quad (7.5)$$

де M – маса вилівоків з ливниковою системою, кг;

ρ – щільність розплаву, що розплавляється, кг/м³;

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

τ – тривалість заливання форми, с;

μ - коефіцієнт витрати розплаву, що враховує втрати на тертя, повороти в ливниковій системі;

g - прискорення вільного падіння, м/с²;

H_p - розрахунковий статичний натиск, м

Маса ливникової системи складає приблизно 15% від маси всіх виливків в формі. В формі 2 виливка по 18,5 кг (розраховано в п.1).

Отже , $M \approx 1,15 \cdot 37 \approx 43$ кг.

Для рідкого чавуну $\rho = 7000$ кг/м³.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					66

Тривалість заливки для сірого чавуну за формулою (7.6):

$$\tau = S * m^{0,5} \quad (7.6)$$

де S – коефіцієнт, який враховує товщину стінки виливка, $S = 2,2$ при товщині стінки більше 15 мм.

μ – коефіцієнт витрати розплаву; для чавуну при заливці в сиру форму
 $\mu = 0,35 \dots 0,50$

m – маса одного виливка, кг

$$\tau = 2,2 * 18,5^{0,5} = 9,5 \text{ с}$$

Розрахунковий статичний напір за формулою (7.7):

$$H_p = H_0 - P^2 / (2C), \quad (7.7)$$

де H_0 , P та C – величини, показані на рис. 8.11.

H_0 – повний напір, мм; дорівнює висоті верхній опоки плюс товщина нижньої частини виливка в нижній напівформі (або сумарна вертикальна відстань яку проходить струя металу до потрапляння вниз живильника), а саме 319 мм

P – відстань від низу живильника до верхнього краю виливка, мм
 $P = 247$ мм;

C – висота всього виливка, мм, $C = 247$ мм.

Під час заливання знизу $P = C$ та

$$H_p = H_0 - C/2, \text{ см} \quad (7.8)$$

$$H_p = 31,9 - 24,7/2 = 19,55 \text{ см}$$

Сумарна площа живильників:

$$\sum F_{\text{жив}} = 43 / [7000 * 9,5 * 0,40 (2 * g * 0,196)^{0,5}] = 0,00164 \text{ м}^2$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

Площа одного живильника (так як в формі їх 4)

$$F_{\text{жив1}} = 0,00164/4 = 0,00041 \text{ м}^2 = 410 \text{ мм}^2 = 1,41 \text{ см}^2$$

За номограмою, згідно даних маси вилівка 18,5 кг, товщині стінки 15 мм та $H_{\text{р}} \approx 20$ см для литва в сирі форми $F_{\text{жив1}} = 1,5 \text{ см}^2$.

Номограма для визначення площі живильника зображена на рис. 7.6

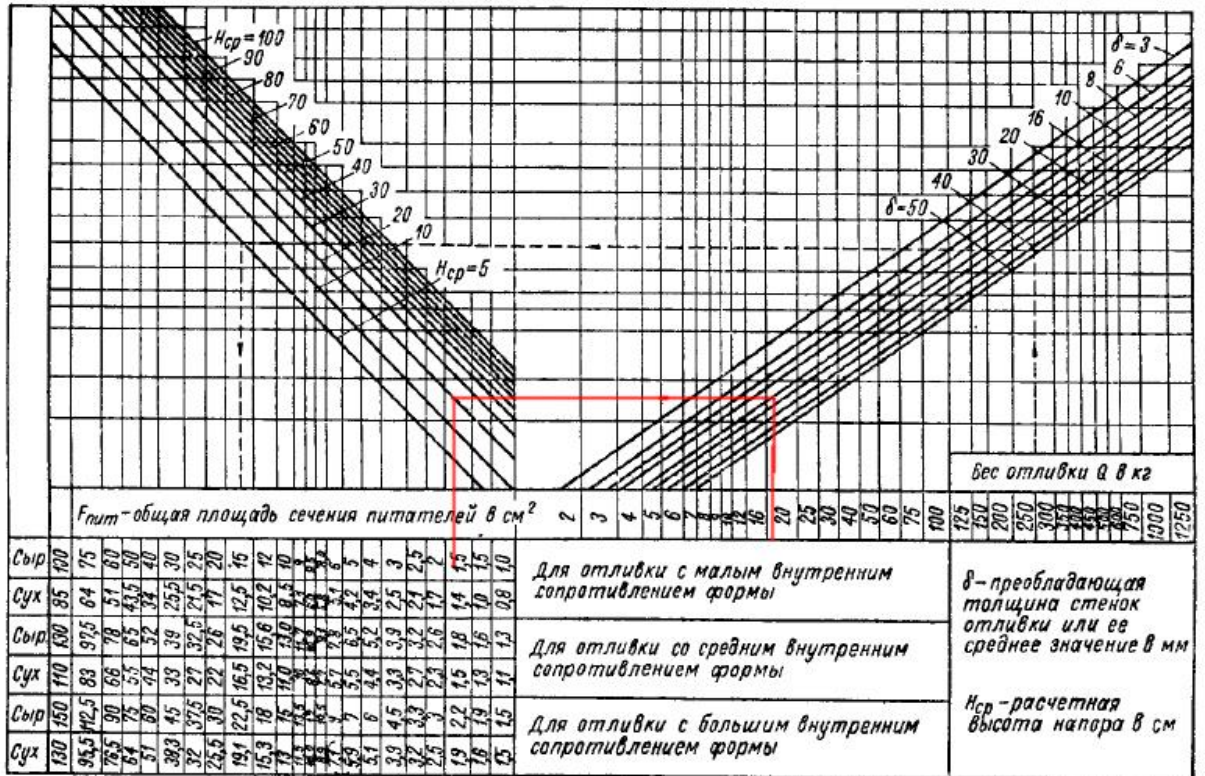


Рисунок 7.6 – Номограма для визначення площі живильника

Довжина живильника згідно рекомендаціям повинна складати 25-30 мм.

Приймаємо 30 мм.

Живильники, як правило, мають переріз трапеції зі сторонами $a_{\text{ж}}$ (нижня основа) та $b_{\text{ж}}$ (верхня основа).

У випадку під'єднання живильника до вилівка, висота його повинна бути на 3-5 мм менше стінки до якої він під'єднан. Так як живильник під'єднано до стінки товщиною 15 мм (з врахуванням припуску), то можна прийняти висоту живильника $h_{\text{ж}} = 7...8$ мм.

Тоді площа поперечного перерізу живильника у формі трапеції (7.9)

$$F_{\text{ЖИВ1}} = 0,5(a_{\text{Ж}}+b_{\text{Ж}})*h_{\text{Ж}}, \quad (7.9)$$

За номограмою [3] вибираємо розміри живильника при $F_{\text{ЖИВ1}} = 1,45 \text{ см}^2$.

Приймаємо живильник з розмірами сторін $a_{\text{Ж}} = 2,0 \text{ см}$ та $b_{\text{Ж}} = 1,6 \text{ см}$ і висотою $h_{\text{Ж}} = 0,8 \text{ см}$

Тоді:

$$F_{\text{ЖИВ1}} = 0,5(2,0+1,6)*0,8 = 1,44 \text{ см}^2$$

Площі перерізу інших елементів ливникової системи для виливків із сірого чавуну можна визначити із співвідношення (7.10)

$$F_{\text{ЖИВ}} : F_{\text{ШЛ}} : F_{\text{СТ}} = 1 : 1,2 : 1,4 \quad (7.10)$$

де $F_{\text{ШЛ}}$ та $F_{\text{СТ}}$ – відповідно площі перерізу шлаковловлювача та стояку, мм^2

Звідки $F_{\text{ШЛ}} = 1,2 * F_{\text{ЖИВ}} = 1,2 * 1,44 = 1,73 \text{ см}^2$

$$F_{\text{СТ}} = 1,4 * F_{\text{ЖИВ}} = 1,4 * 1,44 = 2,02 \text{ см}^2$$

Звідки діаметр стояка $d_{\text{СТ}} = (4F_{\text{СТ}}/\pi)^{0,5} = 32 \text{ мм}$

Поперечний переріз шлаковловлювача також роблять трапецийдальним.

В процесі заповнення форми розплавом з метою кращого затримання шлаку, шлаковловлювач повинен бути обов'язково заповнен розплавом.

Знаючи діаметр стояка та сумарну площу живильників ($F_{\text{ЖИВ}} = 5,76 \text{ см}^2$) за номограмою [3] визначаємо поперечні розміри шлаковловлювача (висота шлаковловлювача повинна бути щонайменше в 2 рази більше висоти живильника) : $a_{\text{ШЛ}} = 2,0 \text{ см}$, $b_{\text{ШЛ}} = 3,0 \text{ см}$, $h_{\text{ШЛ}} = 4,0 \text{ см}$.

Тоді, площа поперечного перерізу шлаковловлювача трапецидальної форми

$$F_{\text{ШЛ}} = 0,5(4,0+3,0)*4,0 = 14,0 \text{ см}^2$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					71

Верхній діаметр стояка розраховується за формулою (7.11):

$$d_{\text{СТВ}} = d_{\text{СТ}} + 2N_{\text{ух}}, \quad (7.11)$$

де $N_{\text{ух}}$ – основа ухилу, яке визначається згідно ГОСТу 3212-92.

При висоті стояку $H_{\text{СТ}} \approx H_0 = 319$ мм, для металевого комплекту $N_{\text{ух}} = 2,3$ мм

$$d_{\text{СТВ}} = 32 + 2 \cdot 0,23 = 32,5 \text{ см}$$

Довжина шлаковловлювача від стояку до живильника визначається за формулою (7.12) із тих міркувань, що метал при проходженні до живильника повинен пройти необхідну відстань, щоби позбутись шлаку, а саме:

$$L_{\text{ШЛ}} = 1,2 \cdot h_{\text{ШЛ}} \cdot (v_{\text{ШЛ}}/v_{\text{В}}), \quad (7.12)$$

де $v_{\text{ШЛ}}$ – швидкість розплаву в шлаковловлювачі розраховується за формулою (7.13), м/с;

$$v_{\text{ШЛ}} = M/(\tau \cdot \rho \cdot F_{\text{ШЛ}}), \quad (7.13)$$

$$v_{\text{ШЛ}} = 43/(9,5 \cdot 7000 \cdot 7,0 \cdot 10^{-4}) = 1,85 \text{ м/с}$$

$v_{\text{В}}$ – швидкість впливання частинок визначається за формулою (7.14), м/с;

$$v_{\text{В}} = 2[g \cdot d_{\text{ШЛ}} \cdot (\rho_{\text{МЕ}} - \rho_{\text{ШЛ}})]/(3\rho_{\text{МЕ}})]^{0,5}, \quad (7.14)$$

де $d_{\text{ШЛ}}$ – діаметр частинки, м, $d_{\text{ШЛ}} \approx 0,002$ м;

$\rho_{\text{МЕ}}$ та $\rho_{\text{ШЛ}}$ – відповідно густини металу рідкого та шлаку, кг/м³

$$\rho_{\text{ШЛ}} = 4500 \text{ кг/м}^3$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					69

$$v_B = 2[g*0,002*(7000 - 4500)]/(3*7000)]^{0,5} = 0,29 \text{ м/с}$$

$$L_{\text{шл}} = 1,2*0,02*(1,85/0,29) = 0,153 \text{ м}$$

$L_{\text{шл}}$ – це довжина шлаковловлювача від стояку до першого по ходу шлаковловлювача живильника.

Розраховуємо розміри ливникової чаші.

Знаючи діаметр стояку можна визначити розміри ливникової воронки/чаші.

Визначаємо масову витрату розплаву за формулою (7.15):

$$m = M/\tau \quad (7.15)$$

де M – маса всіх виливків та ливникової системи, кг;

τ – тривалість заливання форми, с

$$m = 43/9,5 = 4,53 \text{ кг/с}$$

При такій масовій швидкості заливки застосовують формовані ливникові чаші.

Вибираємо формуємо чашу №1 рис. (7.7) з порогом та діаметром стояка 24 мм, масою металу в чаші 4,5 кг, розміри якої наведено в табл. 7.4.

									Лист
									70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

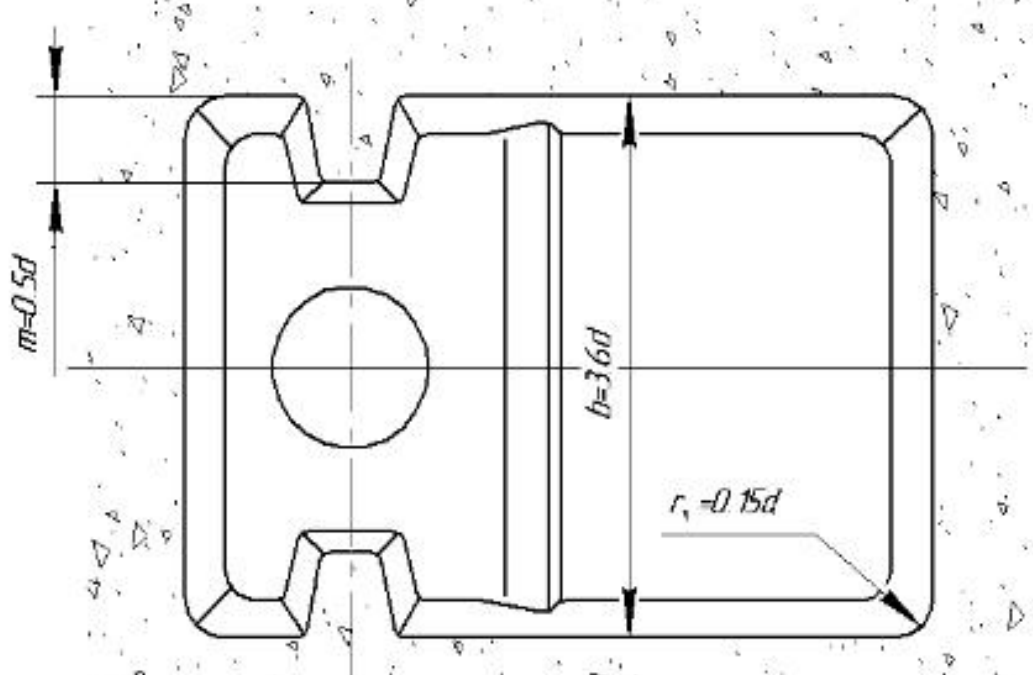
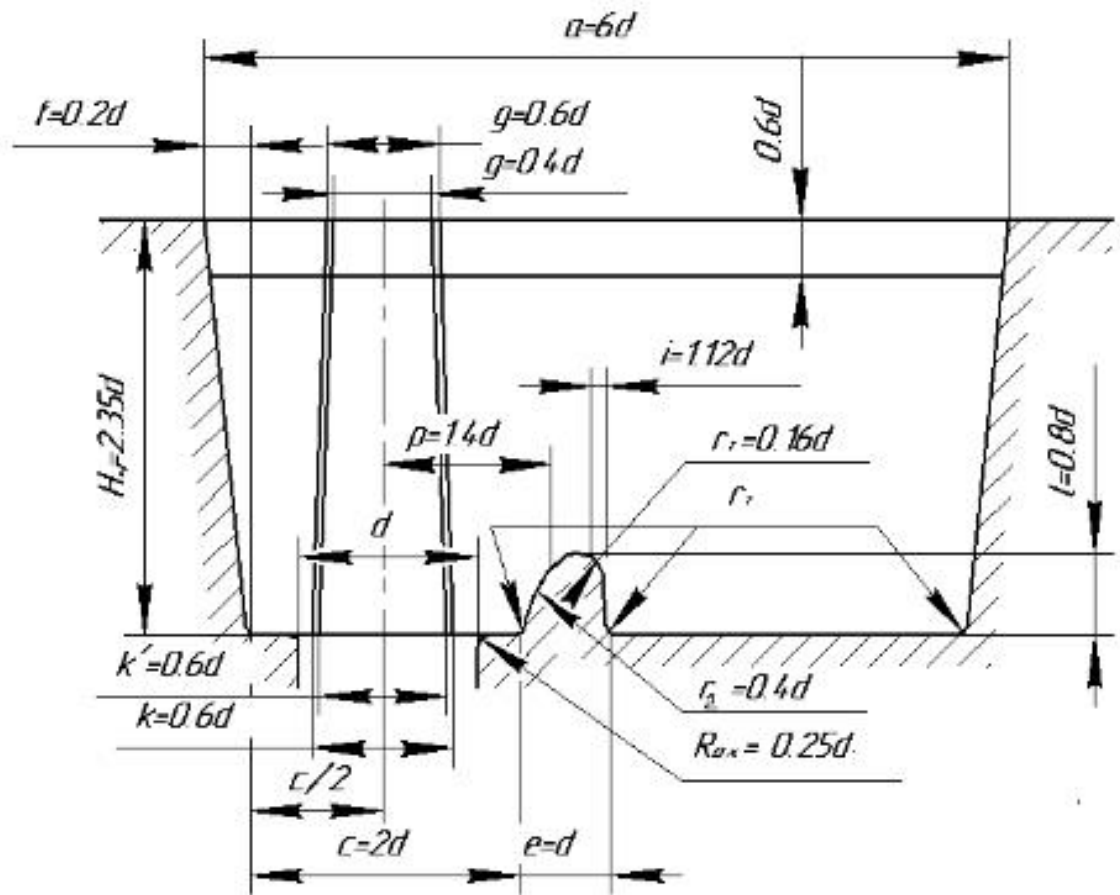


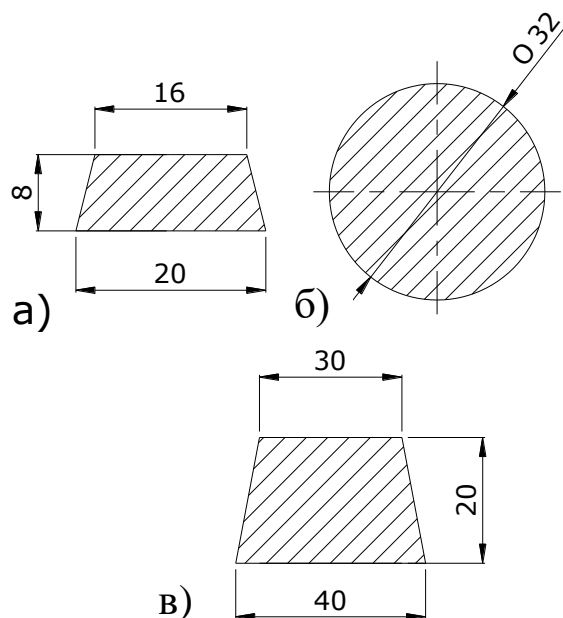
Рисунок 7.7 – Ескіз формуємої чаші з порогом

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Таблиця 7.4 – Розміри формуємої чаші №1, мм

a	b	c	e	f	g	g'	k'
144	84	48	24	5	15	10	15
H' ₄	i	p	k	l	m	R _{BX}	
80	3	34	20	19	12	6	

Ескізи розрахованих перерізів елементів ливникової системи наведено на рис. 7.8.



а – живильник, б – стояк, в- шлаковловлювач

Рисунок 8.8 – Елементи ливникової системи

7.13 Формувальні та стрижневі суміші

7.13.1 Обґрунтування вибору сумішей

Вибираємо формувку по-сирому, так як вилівок має відносно невеликі розміри, масу та нескладну конфігурацію. Застосовуємо єдину формувальну суміш, так як машинна формувка, серійне виробництво вилівоків та відносно

невеликій розмір деталі. Ця суміш використовується після переробки з додаванням 10-20% свіжих матеріалів.

Стрижень згідно класифікації відноситься до 4-ої групи (стрижні нескладної конфігурації, які оформлюють внутрішні порожнини). Такі стрижні повинні мати високу сиру міцність.

7.13.2 Рецептатура та властивості сумішей

У ливарних цехах застосовують переважно формувальні піски на основі кварцу, які самі дешеві, найменш дефіцитні і найбільш поширені у природі. Рекомендовано застосовувати для чавунного литва клас пісків за змістом SiO_2 – К2...К5; за розміром зерна 02...025 для середніх за масою та розмірами виливок і низьким коефіцієнтом однорідності для забезпечення максимальної міцності форми, а саме O_2 .

При формовці по-сирому доцільно застосовувати бентонітові глини, які мають підвищену зв'язуючу властивість.

Склад формувальної, які застосовуються наведено відповідно в табл. 7.5.

Таблиця 7.5 – Склад формувальної суміші, % за масою

Пісок $3\text{K}_2\text{O}_2\text{O}16$	Зворотня суміш	Бентоніт	Формувальна глина П ₂ Т ₂ А	Вугілля молоте
4,5	92-93	0,1-0,2	0,6-0,7	0,8

В якості стрижневої суміші вибрано варіант суміші на основі синтетичних смол (див. розділ 6) як найбільш раціональний.

Властивості формувальної суміші наведено в табл. 7.6.

Таблиця 7.6 – Властивості формувальної суміші

Газопроникність в сирому стані, од	Вологість, %	Міцність на стиснення в сирому стані, кПа
>70	4,0 – 4,5	40-50

7.13.3 Методи запобігання пригару

Щоб запобігти пригару в формувальній суміші застосовується пісок дрібної фракції – 016.

Додатково на поверхню форми додають покриття №6 для дрібних виливків.

Тривалість сушіння залежить від розмірів форми (стрижня) та товщини шару фарби і становить в даному випадку 40 хв. Для покриттів із органічними зв'язуючими компонентами температура сушіння складає 200 - 250 °С.

Покриття наносять занурюванням стрижня у ємність, а саме, опускають у фарбу на 3 - 5 с, виймають і витримують над ванною до повного стікання зайвої фарби. Такій спосіб застосовують у масовому виробництві для невеликих стрижнів складної конфігурації. так як стрижень має відносно просту форму і нанести ретельно і рівномірно покриття пульверізатором важко.

Рівномірний шар протипригарного покриття (табл. 7.7), достатній для попередження утворення пригару на виливках з товщиною стінок до 40 - 50 мм, складає близько 0,4 мм.

Таблиця 7.7 – Склад протипригарного покриття №6,%

Тальк	Поліізобутілен П-200	Деревинний пек	Бензин	Густина покриття, кг/м ³
46	6	5	43	1,10-1,14

7.13.4 Технологія приготування формувальної суміші

Приготування формувальної суміші відбувається у змішувачах моделі 1108 з вертикальними обертовими котками в наступній послідовності: у змішувач з витратних бункерів подаються порції сипких матеріалів визначеної кількості, після чого подається вода необхідного об'єму і починається процес змішування (2 - 3 хв.), по завершенні якого відбирається порція формувальної суміші для проведення експрес-аналізу. Далі суміш розвантажується і транспортується стрічковими конвеєрами до витратних бункерів, установлених над формувальними машинами.

7.13.5 Технологія приготування стрижневої суміші

Процес формування проходить наступним методом: смола змішується з активатором. Суміш, що вийшла, подається у стрижневий ящик. Далі в неї задувається каталізуюча речовина. Зазвичай її змішують із очищеним повітрям чи вуглекислим газом. При контакті смоли та каталізатора відбувається практично миттєве затвердіння робочої суміші.

Таким чином, смола та затверджувач перемішуються та заливаються в ящики, після чого відбувається процес формування. Далі в них нагнітається газ із каталізатором, і поверхня застигає.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						77

7.14 Характеристика модельного комплекту

7.14.1 Обґрунтування матеріалу

Для серійного виробництва машинної формовки застосовуються тільки металеві модельні комплекти, так як дерев'яні мають невисоку міцність, достатню точність, негладку поверхню та швидко зношуються при постійному використанні. Вибираємо алюмінієвий сплав марки АЛ7В ГОСТ 4784-2019, так як алюміній має невелику масу та хорошу антикорозійну стійкість в сирих формах. Модельні плити та опоки вибираємо чавунні, як найбільш міцні, марок СЧ25. Матеріал стрижневого ящика – чавун СЧ20, який застосовується для стрижневих ящиків при піскодувному методі отримання стрижня.

7.14.2 Склад модельного комплекту

Модельний комплект складається з:

- моделі вилівка (2 напіввилівка скріплені між собою штифтами) – 2 шт;
- нижня та верхня модельні плити – по 1 шт;
- нижня та верхня опока – по 1 шт;
- модель ливникової системи: 4 живильника, 1 шлаковловлювач, 1 стояк;
- ливникова чаша є окремим елементом, яка монтується на верхню опоку.

7.14.3 Особливості конструкції модельної плити

Габарити плити визначаються розмірами опоки, для яких вони призначені. За конструкцією підмодельна плита плоска – такі застосовують в серійному виробництві. Плита прикріплюється до столу машини болтами.

Розмір підмодельної плити визначається розміром за формулою (7.16) опоки, а саме довжина плити:

$$A_0 = L + 2b_2, \quad (7.16)$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					78

де L – довжина опоки, м;

b_2 – розмір бурта опоки по площині роз'єму, м,

для даних опок $b_2 = 30$ мм.

$$A_0 = 0,71 + 2 * 0,03 = 0,77 \text{ м}$$

Аналогічно ширина плити:

$$B_0 = 0,36 + 2 * 0,03 = 0,42 \text{ м}$$

Середній габаритний розмір плити:

$$L_0 = (0,77 + 0,42) / 2 = 0,60 \text{ м}$$

Спосіб центрування модельної плити з опокою – центруючий та направляючий штир під втулки в опоках. Відстань між вісями центруючих отворів для опок середнім габаритним розміром до 750 мм розраховуються за формулою (7.17):

$$C = (L + 100) \pm 0,2, \quad (7.17)$$

де L – середній габаритний розмір опоки, мм

$$C = (600 + 100) \pm 0,2 = 700 \pm 0,2 \text{ мм}$$

Кріплення плит до формувальної машини здійснюється посередством кріпінних лап на плиті. В чавунних плитах лапи для кріплення до столу виготовляються з ребрами. Один (центруючий) штир робиться круглим з діаметром робочої частини який дорівнює діаметру центруючої втулки опоки; другий (направляючий) має квадратний переріз зі стороною квадрата, яка дорівнює ширині прорізі направляючої втулки.

Штирі виготовлені зі сталі марки 45. Цапфи в чавунних плитах виконуються залитими.

Розташування лап на плиті визначається розташуванням на столі машини прорізів під кріпінні болти. На кожній стороні плити повинно бути

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					79

не менше 2 лап. Всі розміри конструктивних вузлів та елементів плити регламентовані відповідними ГОСТами. Модель порожниста з метою зменшення її маси. Товщина стінки моделі при середньому габаритному розмірі моделі $(225+225+247)/5 = 32$ мм для алюмінію складає ≈ 7 мм.

Моделі встановлюються та фіксують на плиті контрольними штифтами. Кількість штифтів – 2, які розташовані по краям моделі (рис. 7.9). Вибираємо кріплення моделі до плити болтами з гайкою та шайбою для кращої фіксації з фіксації з обох сторін плити. Габаритні розміри модей в табл. 7.8.

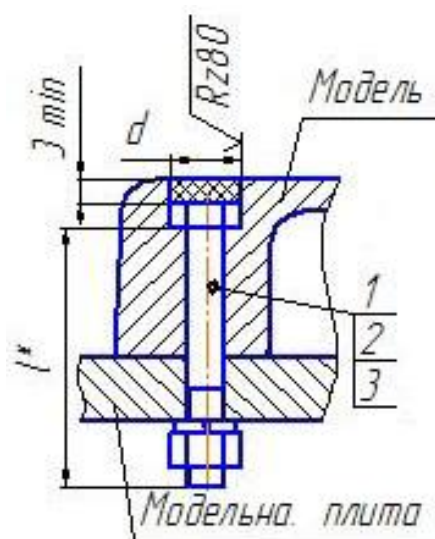


Рисунок 7.9 – Кріплення моделі до нижньої плити за ГОСТ 20341-74

Таблиця 7.8 – Габаритні розміри моделей

Габаритний розмір моделі, мм	1	2	3
247	Гвинт за ГОСТ 17475-80. Кіл.1	Гайка за ГОСТ 5927-70. Кіл.1	Шайба по ГОСТ 6402-70 Кіл.1

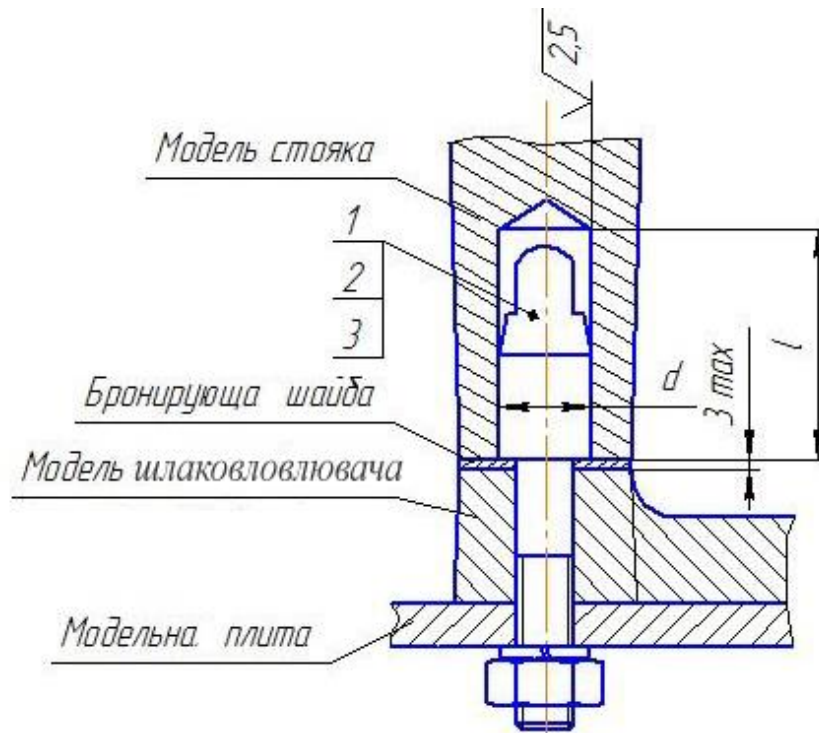


Рисунок 7.10 – Кріплення моделі елементів ливникової системи до верхньої плити за ГОСТом 20345-74

Таблиця 7.9 – Позначення позицій

Діаметр стояка, мм	d, мм	l, не менше, мм	1	2	3
64	20	50	Штир за ГОСТ 20348-74. 0298-1373	Гайка за ГОСТ 5927-70. М12-6Н.5.05	Шайба за ГОСТ 6402-70. 12Л 65Г 05

Клас точності металевих моделей при машинній формовці завжди 1. Ухили моделі за ГОСТ 3212-92 для розмірів при прийнятому положенні при формовці указані в табл. 7.10.

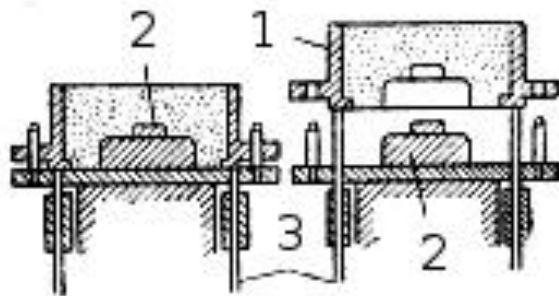
Таблиця 7.10 – Формувальні ухили металевого комплекту

Розмір, мм	38	71	109
Ухил, °	50	25	20
Ухил, мм	0,60	0,75	0,95

Кольори фарбування металевої моделі наступні (для чавуну базовий колір фарбування – червоний):

- поверхні моделей виливків, які не підлягають механічній обробці – для чавунних виливків – червоний;
- поверхні моделей виливків, які підлягають механічній обробці – чорні округлі пляма діаметром до 20 мм по червоному кольору
- поверхні елементів ливникової системи – червоний, по контуру спряжених елементів чорна полоска.
- поверхні плит – червоний.

Вилучення моделі з форми проводять за допомогою штифтового зйому (рис. 7.11), так як модель має відносно невеликі розміри та вагу і крім того, потрібно проводити зйом ливникової системи з верхньої напівформи.



1 – опока, 2 – модель, 3 – штифти

Рисунок 7.11 – Штифтовий зйом моделі

7.14.4 Розрахунок лінійних розмірів моделі виливка

Розраховуємо лінійні розміри моделі виливка за формулою (7.18):

$$L = (L_{\text{дв}} + \delta) \cdot \frac{1 + \sigma}{100} + l_{\text{сі}} + l_{\text{за}}, \quad (7.18)$$

де L – лінійний розмір моделі виливка, мм;

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					82

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

δ – величина припуску на механічне оброблення, мм;

U – усадка сплаву виливка, %; для чавуну лінійна усадка становить 1,2%;

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

$l_{зн}$ – розмір технологічного зазору, мм

Припуски на обробку визначаємо згідно ГОСТу 2009-55 в залежності від найбільшого габаритного розміру виливка, положення поверхні при заливці та номінального розміру.

Результати заносимо в таблицю 7.11.

Таблиця 7.11 – Лінійні розміри моделі

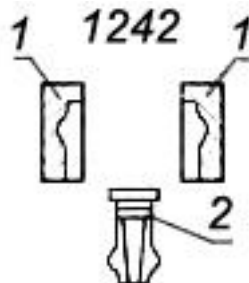
Розмір виливка, мм	Припуск на обробку для поверхонь, які оброблюються, мм	Розмір моделі виливка, мм
6	-	6
12	2,0 (низ)	14
75	2,0 (бік)	80
84	-	86
124	-	127
152	-	156
155	-	158
225	-	184
225	-	229
247	-	287*

* - розмір моделі зі знаковою частиною

7.14.5 Особливості конструкції стрижневого ящика

Стрижневий ящик – роз’ємний (так як стрижень має вертикальну вісь симетрії, що дозволяє запресувати його в двох симетричних напівящиках),

складається з двох напівформ. Стрижень ущільнюється на піскодувній машині, та твердне в оснастці. Габаритні розміри стрижня 192*124 мм. Середній габаритний розмір – $(192+124)/2 = 158$ мм. Схема надуву – перпендикулярно роз'єму.



1 – бічні напівформи ящика, 2 – середня поворотня напівформа

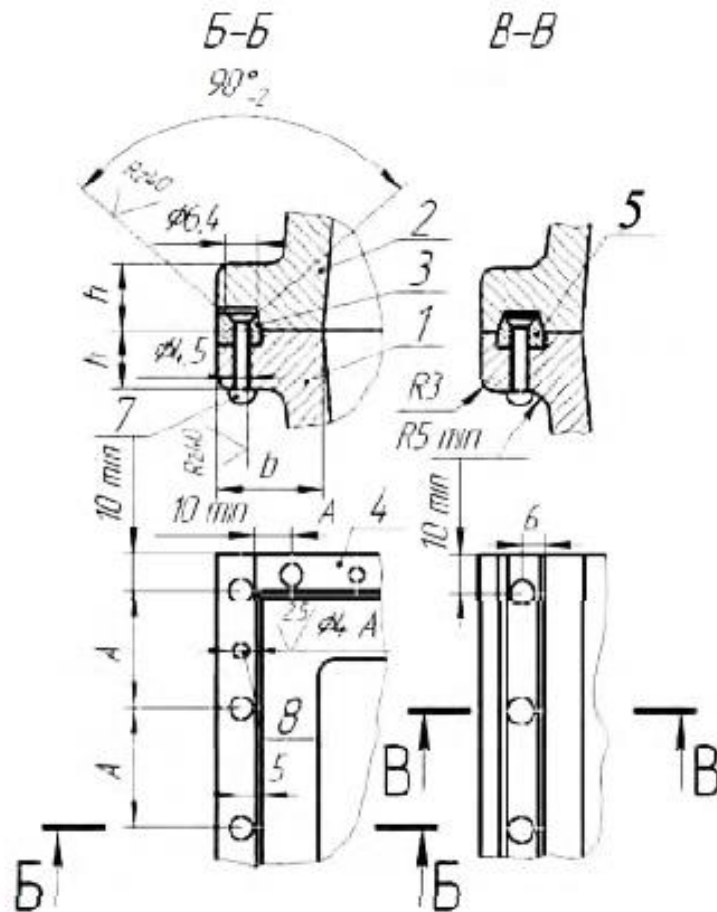
Рисунок 7.12 – Схема з паралельним надувом ящика

Для позначення класифікаційного поділу конструктивних схем стрижневих ящиків прийнято наступний шифр: перша цифра - тип; друга - вид; третя – група; четверта – підгрупа. Так, за типом оснастки – надув перпендикулярний роз'єму – шифр 2, за видом оснастки – із трьох частин форм - шифр 2, за групою оснастки – рух середньої частини – шифр 4, за підгрупою оснастки – з середньої частини оснастки – шифр 2. Отже, конструктивна схема технології виготовлення стрижня – 2242. Таким методом виготовляють стрижні тіл обертання 1,2 та 5 груп складності. Схема 2242 своєю кінематикою забезпечує автоматичний зйом готового стрижня.

Вдувні отвори розташовують так, щоби їх розташування відповідало знаковим частинам форми.

Напівформа ящика виконується у вигляді прямокутної плити. Верхня напівформа має наскрізні вдувні отвори. На нижній площині напівформи верху виконується порожнина, яка оформлює верхню частину стрижня. На торцевих поверхнях передбачено приливи, в котрих виконуються отвори для центруючи втулок. Бокові поверхні мають вушка, які призначені для зйому верхньої напівформи перед вилученням стрижню з ящика.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						84



1,2 – напівформи, 3 – планка торцева, 4 – планка бічна, 5 – планка середня, 7 – заклепка, 8 – штифт

Рисунок 7.13 – Скріплення половинок напівформ стрижневого ящика

7.15 Технологія виготовлення виливка

7.15.1 Порядок операцій при формуванні

Заповнення опок сумішшю здійснюється на формувальних машинах. Модельну плиту з моделлю обдувають повітрям для видалення пилу і обприскують гасом, щоб не прилипала формувальна суміш.

Потім встановлюють нижню опоку та заповнюють її формувальною сумішшю з бункера, розташованого над машиною.

Після ущільнення суміші колодками видаляють її надлишок. На опоку встановлюють щиток, повертають на 180° і виймають модель штифтовими пійдомами. Аналогічно формують верхню напівформу.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					86

При складанні форми в нижню напівформу встановлюють вже пофарбований, з нанесеним на нього антипригарним покриттям (див. п.8.3), готовий стрижень і обдувають стисненим повітрям видалення пилу. Потім направляючими штирями встановлюють верхню напівформу, скріплюють обидві опоки скобами і направляють до місця заливки.

Пресування проводять пресовою колодкою. Застосовується верхнє пресування, так як опока має порівняно невелику висоту і формується 2 вилівка в формі. Також це обумовлено простотою конструкції машини і легким переналадженням технологічного оснащення.

При нижньому пресуванні роль наповнювальної рамки виконує заглиблення в нерухомому столі, тому при переході на інші вилівки доводиться переміщати по висоті рухомий стіл, що є складною операцією. Так як формовка проводиться по-сирому, то форми не сушаться.

7.15.2 Порядок операцій виготовлення стрижня

Для приготування піщано-смоляних сумішей, що холоднотвердіють, застосовують шнекові змішувачі безперервної дії марки С1ШЗ що забезпечуює продуктивність 3,0 тон/год в кількості, як було розраховано вище, 1 шт. Максимальні значення міцності суміші, як правило, досягаються при тривалості перемішування до 0,5 хв у змішувачі.

Заповнення стрижневого ящика сумішшю та її ущільнення виробляють вільним заливанням готової смоляної ХТ суміші з наступним ущільненням на вібраційній машині і подальшою продувкою каталізатором з метою отвердження Під час підготовки стрижневих ящиків очищають робочу поверхню стрижневого ящика від пилу, піску, суміші, що прилипла, перевіряють комплектність стрижневого ящика. Щоб запобігти прилипанню суміші, робочу поверхню стрижневого ящика покривають розділовим покриттям марки TRIGEL LD (спеціально для ХТС – процесів).

Розділове покриття наносять на чисту поверхню стрижневого ящика

						Лист
						87
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

тонким шаром, без потік, напливів і скупчень у поглибленнях, щоб уникнути зволоження поверхні стрижня та зниження його поверхневої міцності.

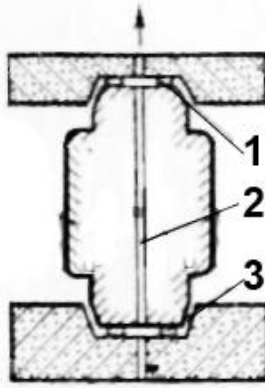
При Cold-Vox-Amin процесі в стрижневих каркасах немає потреби ущільнення проводять на вібростолі моделі 21423 розробленої спеціально для виготовлення стрижнів з ХТС за Cold-Vox процесом. Габарити стрижньового ящика для машини 4509А – 400*300*200 мм. Машина призначена для виготовлення стрижнів масою до 25 кг. Стрижень даної конструкції має об'єм близько 17 дм³ та при відповідній густині суміші 1600 кг/м³ масу близько 27 кг. Для менших стрижнів застосовується машина 4532Б з габаритами стрижневого ящика 200*80*110 мм. Стрижень даної конструкції має об'єм близько 0,6 дм³ та при відповідній густині суміші 1600 кг/м³ масу близько 1,0 кг.

7.15.3 Порядок операцій при складання формі

Так як стрижень відносно дрібний, то його встановлюють вертикально вручну на нижню напівформу - стрижень опирається своєю опорною частиною - вертикальними знаками, слідкуючи за тим, щоби стрижень щільно входив в свої знакові частини. Жеребейки не застосовують, так як центр тяжіння стрижня лежить на його опорній частині і немає здвигу відносно опорної поверхні. Стрижні необхідно встановлювати у форму плавно, без ривків, поштовхів та ударів. Стрижні повинні надійно встановлюватися на знаки, не зрушуватись, не перекошуватись, не спливати під час заливання.

Застосовують обжинні пояски (рис. 7.14) – в зазори знакових частин встановлюють глину.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					88



1,3 – верхній та нижній глиняні пояски відповідно, 2 – вентиляційний канал.

Рисунок 7.14– Прийом установки вертикального стрижня в форму обжимним пояском

Контроль установки стрижню з вертикальними знаками, якій виступає над напівформами здійснюють горизонтальним складальним шаблоном. Так як стрижень в формі один і має відносно просту форму та плоску поверхню знаку, то застосовувати кондуктор недоцільно і тому використовують простий плоский шаблон.

Під час формування та складання передбачають систему штучних вентиляційних каналів, що забезпечують вихід газів із знака кожного стрижня через формувальну суміш. При цьому вентиляційні канали не повинні перетинати літникову систему, щоб запобігти попаданню в них розплаву. Вихід газів зі стрижнів повинен бути спрямований переважно знизу вгору, що забезпечує найлегше та найповніше їх видалення, що і передбачено в даній технології.

Сирі напівформи з'єднують безпосередньо після їх виготовлення та встановлення стрижнів. Перед з'єднанням напівформ необхідно ретельно очистити порожнину нижньої напівформи від частинок піску, що потрапили туди, глини. Так як форми сирі, то для забезпечення щільності стику напівформ та запобігання витоку розплаву за роз'ємом виконують підрізьку за їх контуром. Напівформу складують в один прийом.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						89

При з'єднанні напівформ використовують контрольні штирі, довжина яких повинна бути трохи більше розмірів стрижнів, що виступають над роз'ємом форми.

Далі встановлюють ливникову чашу-нарощальницю зверху прямо на верхню напівформу. Перед установкою литникових чаш отвору стояка і випору закривають клоччям, що оберігає порожнину форми від засмічення. Перед заливкою клоччя зі стояка видаляють, а у випорах – залишають. Встановлювати чаші потрібно так, щоб отвори їх збігалися з відповідними отворами форми. В процесі заливання газу, що виходять із форми, підпалюють (починаючи знизу). Це зменшує вміст оксиду вуглецю в цеху та сприяє більш інтенсивному виділенню газів із форми.

7.15.4 Заливання і вибивання форм

Як правило, слід випускати чавун з печі з найбільшою температурою та витримкою його в ківші доводить температуру до заданої. При цьому на поверхню чавуну впливають шлакові частинки а видаляються газу. Для виливків із сірого чавуну з середньою товщиною стінки близько 40 мм, температура заливки складає 1300...1380°C. Заливка повинна вестись безперервно з повним заповненням ливникової чаші. Висота струї від носу ковша до чаші не повинна перевищувати 150...200мм.

Маса виливків в формі з ливниковою системою складає близько 45 кг. Тривалість заливки однієї форми, як було розраховано вище складає 4,5 с. Вибираємо крановий ківш ємністю 250 кг. Це дозволить залити 4 форми із залишком «болота». Швидкість остивання чавуну в ківші ємністю 0,25 тонн складає 10-15°C/хв. Тривалість транспортування/повороту ковша в проміжці між заливками форм складає щонайменше 5 с. Тому тривалість заливки 4-х форм складає, враховуючи транспортування ковша до першої форми щонайменше 10 с, $\tau = 4 \cdot 4,5 + 3 \cdot 10 + 10 \approx 60 \text{ с} = 1 \text{ хв}$. За цей час чавун в ківші остингне на $1 \cdot 15 = 15^\circ\text{C}$.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						89

Допустима температура вилівка, при якій можна проводити вибивку складає 400-450 °С для вилівка масою 100 кг. Тривалість охолодження вилівка (масою до 50 кг) в формі до вибивки на рольгангу/конвеєрі складає 0,3 год [4].

7.15.5 Інструменти і пристрої для виготовлення форм і стрижнів

Для виготовлення форми машинною формовкою застосовується машина моделі ПФ5 – машина призначена для виготовлення напівформ малої висоти, основні характеристики якої наведено в табл. 7.13. Машина має пресовий циліндр і два пересувні столи, що переміщуються пневматичними циліндрами.

Пресовий механізм – це циліндр, закритий знизу кришкою. у середині циліндра розташований поршень, з'єднаний з пресуючим стаканом. Поршень ущільнений гумовими кільцями, що саморозтискаються. Циліндр укріплений у рамі, в якій встановлені чотири колони. На колонах закріплено траверсу з пресовою колодкою. Траверса може переставлятися по висоті верхніми гайками в залежності від висоти опок, що використовуються. Траверса може переставлятися по висоті верхніми гайками в залежності від висоти опок, що використовуються.

Таблиця 7.13 – Основні технічні характеристики формувальної машини 254М.

Розміри опок в свету, мм	Продуктивність, опок/год	Тиск стисне стисне повітря, мПа	Зусилля пресу, кН	Маса машини, кг
700*600	120	12,2	400	5500

В якості стрижневої машини застосовується машини марки 4532Б, яка призначені для Cold Box процесу.

Засіб виготовлення стрижней – піскодувний з отверженням в ящику продувкою газоподібним каталізатором.

В якості змішувача формувальної суміші застосовується змішувач з вертикальними катками 15102 з ваговими дозаторами, основні характеристики якого наведені у табл. 7.14.

Таблиця 7.14 – Основні технічні характеристики змішувача 15102

Об'єм замісу, м ³	Внутрішній діаметр чаші, мм	Розміри катка, діаметр/ширина , мм	Потужність, кВт	Маса, кг
0,5	1615	510/190	22	6000

В якості змішувача стрижневої суміші застосовується змішувач марки 19641, призначений для приготування холоднотвердіючих сумішей та заповнення ними стрижневих ящиків та форм в умовах одиничного та серійного виробництва, продуктивністю 1,0 тон/год. Для вибивки виливків з форми застосовуються вибивні інерційні ґратки марки 31213 (табл. 7.15).

Таблиця 7.15 – Основні технічні характеристики вибивної інерційної ґратки 31213

Вантажопідійо мінсть, т	Розміри робочого полотна, мм	Розміри комірки ґратки, мм	Кількість секцій робочих полотен	Частота коливань, мин ⁻¹	Амплітуда коливань, мм
2,5	2000-1600	126-62	8	1425	1,6

Для змішування сумішей ХТС застосовується шнековий змішувач марки С1ШЗ, одношнековий, продуктивністю 3 тон/год.

7.15.6 Технологія очищення та обдівка виливка

Виливки вибивають при температурі 450 °С. Відбивку ливникової системи, стрижня та очистку проводять на галтувальному барабані моделі ОБ-800 (табл. 7.16). Барабан моделі ОБ-800 призначений для попереднього очищення поверхонь литих та кованих деталей від формувальної суміші, пригару та окалини, вибивання нескладних стрижнів та відбиття литників для дрібних та середніх виливків. При об'ємі завантаження барабану 0,5 м³ та об'єму 2-х виливків однієї форми разом з ливниковою системою приблизно 0,03 м³ у барабан одночасно поміститься приблизно $0,5/0,03 = 16-17$ форм або 32-33 виливка.

Таблиця 7.16 – Основні технічні характеристики галтувального очисного барабану ОБ-800

Об'єм завантаження, м ³	Частота обертання барабану, хв. ⁻¹	Продуктивність т/год	Діаметр барабана, мм	Встановочна потужність, кВт	Маса, кг
0,8	30	3,0	800	22	15460

Вибивку решти формувальної та стрижневої суміші проводять вібраційною машиною О-15, яка призначена для вибивки стрижнів з виливків розмірами до 0,3м. Стрижні видаляються в результаті удару вібраційного бойка машини на виливок. Продуктивність машини – 100 виливків за годину.

7.15.7 Термічне оброблення виливка

Термічне оброблення виливків із чавуну СЧ-20 наступна: низькотемпературний відпал з температурою нагріву 520°С та швидкістю нагріву 100-150°С/год та витримка протягом 2-4 год – застосовують для зняття внутрішніх напруг.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

7.15.8 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 за такою формулою (7.19) становить:

$$F_{\Sigma} = K \cdot [F_B \cdot n_B - G_{\text{ВПФ}} + F_{\text{ЛС}} + n_B \sum_{i=1}^m (F_{\text{СТ } i} - G_{\text{СТ } i})], \quad (7.19)$$

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

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

$G_{\text{ВПФ}}$ – вага верхньої півформи за формулою (7.21) (опоки з сумішшю), Н;

F_B – сила тиску рідкого металу на верхню півформу в порожнині ливарної форми, Н, розраховується за формулою (7.20);

$F_{\text{ЛС}}$ – сила тиску рідкого металу на верхню півформу в ливниковій системі, Н, розраховується за формулою (7.23);

$F_{\text{СТ } i}$ – Архімедова сила, яка діє на i -й стрижень, Н, за формулою (7.25);

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

Складові формули (8.19) розраховуються за наступною методикою.

$$F_B = \rho \cdot g \cdot h_c \cdot S \quad (7.20)$$

де ρ – густина металу, кг/м^3 ; $\rho = 7600 \text{ кг/м}^3$

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

h_c – середній металостатичний напір у верхній півформі, м. $h_c = 0,1955$ м;

S – площа горизонтальної проекції моделі, м^2 ,

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

Враховуючи що горизонтальна поверхня має переріз кола $S = \pi \cdot 0,225^2 / 4 = 0,04 \text{ м}^2$

$$F_B = 7600 \cdot 9,81 \cdot 0,040 \cdot 0,1955 = 583 \text{ Н}$$

$$G_{ВПФ} = (m_{он} + m_{сум}) \cdot g, \quad (7.21)$$

де $m_{он}$ – маса верхньої опоки, кг; $m_{он} = 55,2 \text{ кг}$ (ГОСТ 17129-71).

$m_{он}$ – маса формувальної суміші у верхній напівформі, кг.

$m_{сум}$ = розрахована за формулою (7.22)

$$m_{сум} = (L \cdot B \cdot H - V_B^1 \cdot n_B) \cdot \rho_{сум}, \quad (7.22)$$

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

$$L = 0,71 \text{ м}, B = 0,36 \text{ м}, H = 0,30 \text{ м}$$

V_B^1 – частина об'єму виливка, яка знаходиться у верхній півформі, м^3 .

Для нижньої циліндричної частини яка знаходиться в нижній опоці $V_H^1 = 0,25 \cdot \pi \cdot 0,225^2 \cdot 0,016 = 0,00064 \text{ м}^3$. Об'єм всього виливка $V^1 = 18,5 / 7820 = 0,00237 \text{ м}^3$.

Тоді, об'єм $V_B^1 = 0,00237 - 0,00064 = 0,0017 \text{ м}^3$

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

$$m_{ної} = (0,71 \cdot 0,36 \cdot 0,30) \cdot 1700 = 130,4 \text{ кг}$$

$$G_{ної} = (55,2 + 130,4) \cdot 9,81 = 10207 \text{ Н}$$

$$F_{ЛС} = \rho \cdot g \cdot H_0 \cdot S_{ГП}, \quad (7.23)$$

де H_0 – металостатичний напір у ливниковій системі, м; $H_0 = 0,1955 \text{ м}$;

$S_{ГП}$ – площа горизонтальної проекції ливникової системи, м^2 . За

формулою (7.24):

					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	93

$$S_{\Gamma\Pi} = 2b_{\text{ж}} \cdot l_{\text{ж}} + F_{\text{см}}, \quad (7.24)$$

$$S_{\Gamma\Pi} = 4 \cdot 0,030 \cdot 0,02 + 0,25 \cdot \pi \cdot 0,0227^2 = 0,0028 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{Е}\tilde{N}} = 7600 \cdot 9,81 \cdot 0,1955 \cdot 0,0028 = 41 \text{ Ї}$$

$$F_{\text{СТ}i} = V_{\text{СТ}}^l \cdot \rho \cdot g, \quad (7.25)$$

де $V_{\text{СТ}}^l$ – частина об'єму стрижня, яка знаходиться під дією Архімедової сили, м³. Для частини стрижня, якій знаходиться в верхній напівформі згідно його розмірів $V_{\text{СТ}}^l = \pi \cdot 0,132 \cdot 0,043^2 = 0,00077 \text{ м}^3$

$$F_{\tilde{N}\text{O}3} = 0,00077 \cdot 7600 \cdot 9,81 = 57 \text{ Ї}$$

$$G_{\tilde{N}\text{O}3} = 0,25 \cdot \pi \cdot 0,192 \cdot 0,09^2 \cdot 9,81 \cdot 1600 = 25 \text{ Ї}$$

$$F_{\Sigma} = 1,4 \cdot [583 \cdot 2 - 10207 + 41 + 2 \sum_{i=1}^m (57 - 25)] = -836 \text{ Ї}$$

Отже, навантажувати форму не потрібно, так як підймальна сила, від'ємна і це, навпаки, завантажує форму силою спрямованою вертикально вниз, а не доверху. Це пояснюється тим, що майже весь вилівок розміщено в верхній напівформі і маса верхньої напівформи відносно велика.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						94

8 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

Для проектування будь-якого підприємства потрібно передбачити основні наступні складові фінансових вкладень:

- глобальні вкладення в будівництво: збір даних, проектування, підготовка місцевості, розробка ґрунту, прилеглих територій, безпосередньо процес будівництва будівлі з урахуванням будівельно-архітектурних аспектів та специфіки ливарного обладнання, транспортування на будівництво та витрату енергетичних, використання машинних та людських ресурсів
- проведення комунікацій (вода, світло, газ, теплопостачання, повітря тощо)
- внутрішнє оздоблення як ливарним устаткуванням так і елементами бідувель та інтер'єра;
- вклади на закупівлю основних та допоміжних матеріалів;
- витрати на власне ливарне обладнання та устаткування;
- вклади у енергетичні ресурси;
- вклади у фонди заробітних плат та соціальні страхування;
- транспортні витрати;
- вклади у поточні амортизації;
- внески в рекламу та ін.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Чорнобривець			Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Гурія І. М.				98	
Реценз.					КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Н. Контр.							
Затверд.							

8.1 Розрахунок кількості працівників

Кількість працівників підприємства обумовлена такими факторами як потужність виробництва, кількість устаткування та обладнання, графік роботи та змін, умови виробництва, рівень механізації та автоматизації виробництва тощо.

При проектуванні складають спеціальні смети для розрахунку мінімальної але достатньої та раціональної необхідної кількості працівників для забезпечення необхідної програми випуску цеху. Кількість робочих днів/годин обумовлена даними з таблиці 8.1

Таблиця 8.1 – 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	1672

Робітників поділяють на групи:

- основні (вузькопрофільні робітники, зайняті безпосередньо виготовленням основної продукції або її складових. Кожний основний працівник задіяний безпосередньо біля обладнання свого

типу, для роботи якого його і назначено і тип роботи як правило, не міняє, працює суцільно на своїй ділянці;

- допоміжні (більш широко профільні робітники, задача яких допомагати основним а також ремонтувати обладнання, інструмент, вантажити, переносити – не задіяні у безпосередньому виробництві продукції. Можуть пересуватись по ділянцям і навіть по відділенням, хоча більш-менш закріплені до свого місця роботи);
- управлінці, інженерний персонал та побутові робітники (робітники, які не пов'язані з виробничою працею, потрібні для керування та організації виробництва, інженерні робітники, а також робітники загальноцехового профілю)

Розраховуємо необхідну кількість працівників, задіяних на нормованих роботах ($Ч_{р.н}^{пл}$), за формулою (8.1):

$$Ч_{р.н}^{пл} = (T_{сер} V_{річ} / E_{сер} \Phi_{д}) \cdot 100, \quad (8.1)$$

де $T_{сер}$ – середня трудомісткість виготовлення 1 т придатного литва, людино-годин; для цеху потужністю 8000 тонн/рік $T_{сер} = 9 \dots 11$ людино/год

$V_{річ}$ – річний випуск придатного литва, т;

$E_{сер}$ – середній відсоток виконання норм виробничими робітниками (100...120 %);

$\Phi_{д}$ – дійсний фонд часу роботи одного робітника протягом року, год

$$Ч_{р.н}^{пл} = [(10 * 8000 / (110 * 1860))] \cdot 100 = 39 \text{ робітників}$$

Відношення кількості допоміжних робітників до кількості основних для ливарних цехів СЧ можна прийняти приблизно 50%, тобто близько 20

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					100

працівників. Враховуючи необхідних слюсарів та монтерів приймаємо 25 допоміжних робітників.

Кількість інженерних працівників також можна взяти на основі досвіду успішно працюючих ливарних підприємств, для яких інженерно-технічні працівники становлять близько 7...9% від загальної кількості, або враховуючи загальну кількість 80 чоловік, то ІТР-вців буде близько 6 чол.

Управлінці та малий обслуговуючий персонал складає 15 чол. (див. табл. 9.2).

Враховуючи неказаних в цеху працює всього 90 чоловік. Розраховуємо обліковий склад робітників, який в свою чергу розраховується за допомогою коефіцієнта облікового складу $K_{обл}$ за формулою (8.2)

$$K_{обл} = \Phi_{реж.} / \Phi_{пл.}, \quad (8.2)$$

$\Phi_{реж}$ – режимний річний фонд роботи підприємства, днів;

$\Phi_{пл}$ – плановий фонд роботи працівника за рік, днів.

$$K_{обл} = 251/210 = 1,18$$

					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	101

Таблиця 8.2 - Кількість основних і допоміжних робітників для двозмінної роботи

Професія, спеціальність, посада	Кваліфікація , розряд	Явочний штат		Разом	Коефіцієнт облікового складу	Обліковий склад
		1-а	2-а			
1	2	3	4	5	6	7
ОСНОВНІ РОБІТНИКИ						
Шихтувальник	4	2	2	4	1,18	4
Плавильник	5	3	3	6	1,18	6
Заливальник	4	2	2	4	1,18	4
Стрижнювальник	4	3	3	6	1,18	6
Фарбувальник	3	-	1	1		
Вибивальник	3	2	2	4	1,18	4
Сумішоприготувач	4	2	2	4	1,18	4
Продувальник	4	2	2	4	1,18	4
Обрубник	3	1	2	3	1,18	3
Терміст	4	-	1	1	1,18	1
Футеровальник	3	1	-	1	1,18	1
Шліфувальник	3	-	1	1	1,18	1
Разом		18	21	39		39
ДОПОМІЖНІ РОБІТНИКИ						
Крановик	4	4	4	8	1,18	8
Вантажник	3	2	2	4	1,18	4
Сортувальник	4	2	2	4	1,18	4
Комірник	4	1	1	2	1,18	2
Різноробочий	3	1	1	2	1,18	2
Слюсар по ремонту тех. уст.	4	1	1	2	1,18	2
ІЗМ.						
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		
						Лист 102

Продовження табл. 8.2

Слюсар по ремонту плав. уст.	5	1	1	2	1,18	2
Електромонтер	4	1	1	2	1,18	2
Разом				26		26
УПРАВЛІНСЬКИЙ ТА ПОБУТОВИЙ ПЕРСОНАЛ						
Начальник цеху	-	1	-	1	-	1
Заст.. начальник цеху	-	1	-	1	-	2
Начальник дільниці	-	1	-	1	-	7
Головний інженер		1	-	1	-	1
Головний технолог	-	1	-	1		1
ІТР-вці		6	-	6		
Старший майстер	-	1	-	1	-	2
Майстер	-	2	2	4	-	6
Комірник	-	1	1	2	-	4
Прибиральниця	-	1	1	2	-	2
Двірник/садівник території		1	-	1		2
Разом	-	17	5	21		28

8.2 Розрахунок фондів заробітної плати

Фонд заробітної плати розраховується по тарифній сітці для робітників і персоналу. Нарахування заробітної плати провадиться на основі схеми посадових окладів або єдиної тарифної сітки.

Тарифна сітка встановлює відповідні співвідношення в оплаті праці працівників різної кваліфікації.

Сітка базується на розрахованих та утверджених коефіцієнтів для всіх рівнів та спеціалізації працівників згідно розряду робітника.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		102

Таблиця 8.3 – Типова тарифна сітка робітників різногалузевих підприємств та організацій в Україні

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		0,088	0,116	0,146	0,181	0,269	0,092	0,108
відносне		8,8	10,7	12,1	13,4	1,7,6	5,1	5,7

Окрім основної заробітної плати для основних та допоміжних робітників нараховується також додаткова заробітна плата у вигляді премії (20%), важких умов праці та відпустки (12%) та інше, наприклад впровадження нових ідей, технологій, економії матеріалів, компенсація за травматизм, на лікування (10%). Надбавка не нараховується управлінським та побутовим працівникам.

На основі наведених розрахунків складаємо таблиці 8.4 та 8.5.

Таблиця 8.5 – Розрахунок фонду заробітної плати обслуговуючого персоналу для всього цеху

Професія, спеціальність	Тарифна ставка, грн.	Облік складу, осіб	Плановий фонд роб., год	Основна заробітна плата, осіб	Премія, 20%	Важкі та шкідливі умови	Відпустка, 12%	Інші, 10%	Повна зарплата
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОСНОВНІ РОБІТНИКИ									
Шихтувальник	54,62	4	184 0	402003	80400,6	48240	48240	40200	619084
Плавильник	61,44	6	184 0	683928	136786	82071	82071	68393	1053249
Заливальник	54,62	4	184 0	402003	804001	48240	48240	40200	1342684
Стрижновальник	54,62	6	184 0	603005	120601	72361	72361	60301	928629
Продувальник	54,62	4	184 0	100501	20100	12060	12060	10050	154771
Фарбувальник	48,71	1	184 0	89626	17925	10755	10755	8963	138024
Вибивальник	48,71	4	184 0	358506	71701	43021	43021	35851	552100
Сумішопріготувач	54,62	4	184 0	402003	80401	48240	48240	40200	619084
Обрубник	48,71	3	184 0	268879	53776	32265	32265	26888	414073
Терміст	54,62	1	184 0	100501	20100	12060	12060	10050	154771
Футеровальник	48,71	1	184 0	89626	17925	10755	10755	8963	138024
Шліфувальник	48,71	1	184 0	89626	17925	10755	10755	8963	138024
Разом		39		<u>3590207</u>	144164 2	43082 5	43082 5	35903 1	<u>6252517</u>
ДОПОМІЖНІ РОБІТНИКИ									
Крановик	54,62	8	1840	804006	16080 1	96481	96481	80401	123870

Вантажник	48,71	4	1840	358506	71701	43021	43021	35851	552100
Сортувальник	54,62	4	1840	402003	80401	48240	48240	40200	619084
Комірник	54,62	2	1840	201002	40200	24120	24120	20100	309542
Різноробочий	48,71	2	1840	179253	35851	21510	21510	17925	276049
Слюсар по ремонту тех. уст.	54,62	2	1840	201002	40200	24120	24120	20100	309542
Слюсар по ремонту плав. уст.	61,44	2	1840	227976	45595	27357	27357	22798	351083
Електромонтер	48,71	2	1840	179253	35851	21510	21510	17925	276049
РАЗОМ		26		2553001	51060 0	30636 0	30636 0	25530 0	3931619

УПРАВЛІНСЬКИЙ ТА ПОБУТОВИЙ ПЕРСОНАЛ

	Зарплата за місяць, тис. грн.								
Начальник цеху	100	1	1840	184000	-	-	-	-	184000
Заст.. начальник цеху	70	1	1840	128800	-	-	-	-	128800
Начальник дільниці	40	1	1840	73600	-	-	-	-	73600
Головний інженер	30	1	1840	55200	-	-	-	-	55200
Головний технолог	30	1	1840	55200	-	-	-	-	55200
Бухгалтер і голю.бухг.	30 40	2	1840	55200 73600					55200 73600
ІТР-вці	15	6	1840	165600	-	-	-	-	165600
Старший майстер	25	1	1840	46500	-	-	-	-	46500
Майстер	15	4	1840	110400	-	-	-	-	110400
Комірник	12	2	1840	44160	-	-	-	-	44160

Прибиральниця	8	2	1840	29400	-	-	-	-	29400
Двірник/садівник території	8	1	1840	14720	-	-	-	-	14720
Облковець	8	1	1840	14720					4720
РАЗОМ				1051100					1036380
ВСЬОГО ПО ЦЕХУ				2686860					11220516

Таким чином визначаємо загальний фонд заробітної плати, який становить 11220516 грн.

8.3 Розрахунок продуктивності праці

Розраховуємо продуктивність праці Π за формулою (8.3) (річний обсяг продукції, виготовленої з розрахунку на одного працівника цеху):

$$\Pi = \frac{G}{\sum Ч}, \quad (8.3)$$

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

$\sum Ч$ – чисельність працівників усіх категорій (робітників, управлінського та обслуговуючого персоналу). $\sum Ч \approx 90$

$$\Pi = \frac{80000}{90} \approx 89 \text{ тон/працівника}$$

8.4 Розрахунок капітальних вкладень

Загальна величина капітальних вкладень у стрижневе відділення розраховується за формулою (9.4):

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					107

$$K = K_{\text{ОБЛ}} + K_{\text{ОСН}} + K_{\text{ИНВ}} + K_{\text{М}} + K_{\text{БУД}} + K_{\text{ЗАД}} \quad (8.4)$$

де $K_{\text{БУД}}$ – вкладення в будівлю та комунікації, грн;

$K_{\text{ОБЛ}}$ – вкладення в обладнання, грн;

$K_{\text{ОСН}}$ – вкладення в оснащення, грн;

$K_{\text{ИНВ}}$ – вкладення в інвентар, грн;

$K_{\text{М}}$ – вкладення у запаси матеріалів, напівфабрикатів, грн.;

$K_{\text{ЗАД}}$ – вкладення у заділи, грн.

Визначаємо капіталовкладення в будівлі на основі таблиці 9.6 знаючи розміри приміщення та розцінки на одиницю елемента, враховуючи що побутові приміщення сягають приблизно 1/5 виробничих приміщень. Зовнішній благоустрій становить частку (для стрижневого відділення) від всього цеху і займає об'єм приблизно половину відділення, близько 4000 м³.

Таблиця 8.6 – Вартість капітальних вкладень в будівництво та комунікації стрижневого відділення

Елементи будівельно-монтажних робіт	Вартість, грн/м ³	Об'єм елемента, м ³	Загальна вартість, тис. грн..
1	2	3	4
1. Стрижневе відділення (будівля)	4000	6406 (складає 4/5 всього відділення)	25624
2. Водопостачання стрижневого відділення	35		224,21
3. Каналізація стрижневого відділення	30		192,18
4. Електропроводка стрижневого відділення	55		352,33
5. Вентиляція стрижневого відділення	75		480,45

6. Побутові приміщення (будівля)	4000	1602 (становить 1/5 всього відділення)	6408
7. Водопостачання побутових приміщень	45		72,09
8. Каналізація побутових приміщень	110		176,22
9. Електропроводка побутових приміщень	60		96,12
10. Вентиляція побутових приміщень	80		128,16
11. Зовнішній благоустрій	80		32,00
12. Невраховані витрати	100		100,00
ВСЬОГО			33885,76 тис. грн

Вкладення в обладнання визначається за формулою (8.5):

$$K_{\text{ОБЛ}} = K_{\text{T}} + K_{\text{ПТ}} + K_{\text{Е}} + K_{\text{УП}}, \quad (8.5)$$

де K_{T} – капіталовкладення у необхідне технологічне устаткування, грн;

$K_{\text{ПТ}}$ – капіталовкладення у піднімально-транспортне устаткування, грн;

$K_{\text{Е}}$ – капіталовкладення в енергоустаткування, грн;

$K_{\text{УП}}$ – капіталовкладення у засоби контролю та управління, грн.

Витрати на придбання, доставку і встановлення одиниць необхідного устаткування розраховують за формулою (8.6):

$$K = \text{Ц}(a_{\text{T}} + a_{\text{Б}} + a_{\text{М}}) \quad (8.6)$$

де Ц – договірна ціна одиниці устаткування, грн.;

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		109

a_T – коефіцієнт транспортно-заготівельних витрат на устаткування, який дорівнює $(0,05 \dots 0,1)$ – 5-10% витрат вартості устаткування зверху вартості самого устаткування витрачається на його транспортування ;

a_B – коефіцієнт, що враховує будівельні роботи, складає $0,02 \dots 0,08$ – 2...8% вартості устаткуванні йде на будівельні операції;

a_M – коефіцієнт, що враховує витрати на монтажні роботи, становить $(0,05 \dots 0,1)$. Вартість обладнання стрижневого відділення заносимо в табл. 8.7

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		109

Вартість інвентарю (ящики, коробки, інструменти, меблі) та господарчих пристроїв (прибори, пристрої, вимірю чачи, насоси тощо) приймаємо рівною 3% від вартості устаткування, тобто

$$K_{\text{ІНВ}} = 0,03 * 1000000 \approx 30000 \text{ грн.}$$

В цілому на обладнання, устаткування, інвентар становлять $1000000 + 30000 = 1030000$ грн.

Розраховуємо капітальні вкладення у запаси матеріалів за формулою (8.8):

$$K_{\text{ЗАП}} = \sum M_i \cdot Ц_i \cdot K_i, \quad (8.8)$$

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

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

K_i – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати на придбання матеріалу i -го типу, $K_i = 1, 1 \dots 1, 15$

Дані беремо з таблиці 8.6. Витрати ХТС суміші як було пораховано вище становлять 515200 кг на річну програму. Величина запасу береться дещо більша за необхідну кількість матеріалу на програму на 20% -25% через обов'язковий брак виготовлення, псування або витік/просипання матеріалу.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					111

Таблиця 8.8 – Витрати та вартість необхідних матеріалів для стрижневого відділення

Компонент	Необхідна кількість на програму, кг	Вартість 1 тонни, грн	Величина запасу, т	Вартість на річну програму, грн
Готова ХТС суміш	4660552	1500	5000	7500000
Протипригарна фарба № 1	2000	4500	2,5	6125
Невраховане	-	-	-	20000
ВСЬОГО				7526125

Вкладення в матеріали становлять

$$K_{\text{ЗАП}} = 7526125 * 1,12 = 8429260 \text{ грн}$$

Величина резервного технологічного запасу беремо 50% від розрахованого, а саме 4214630 грн.

Тоді, запаси в матеріали становлять

$$K_{\text{ЗАП}} = 7526125 + 4214630 = 7947755 \text{ грн.}$$

Отже, капітальні вкладення та стрижневе відділення становлять:

$$K = 33885706 + 1030000 + 7947755 = 42863461 \text{ грн}$$

8.5. Визначення собівартості продукції

Собівартість продукції – це фактично вартість ВСІХ затрачених на її

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата					112

виробництво матеріальних складових, включаючи матеріали, енергетику, обладнання, інвентар, виробничі будівлі заробітні плати, соц..внески тощо. Собівартість обчислюється на основі планових та фактичних смет.

Планова смета – це теоретично розрахована, обчислена калькуляція всіх витрат на основі успішно існуючих аналогічних заводів з врахуванням перспективності, інфляції, планування.

Фактична смета – реальна калькуляція, складена на основі дійсних витрат всіх елементів поточного виробництва.

Об'єктом калькуляції для стрижневого відділення є продукція цього відділення – стрижні. Розраховуємо статті калькуляції окремо для стрижневого відділення.

8.5.1 Сировина та матеріали

Як було розраховано вище вкладення в матеріали становлять
1037260 грн

8.5.2 Енергія технологічна

Вода витрачається в побутових потребах і становить 100 л в день, або за рік (при 270 робочих днях) $270 \cdot 100 = 27000$ л = 27 м³. Приймаємо 30 м³. Решта пораховано вище в п.5.

Таблиця 8.9 – Енергія технологічна

Стаття витрат	Витрата за рік	Вартість однієї одиниці, грн	Сумарна витрата, грн
Електроенергія	90000 кВт	4,8 за кВт	432000
Стиснене повітря	353280 м ³ /рік	0,4 за м ³	141312
Теплопостачання	80 кВт	2,64 за кВт	4118
Вода	30 м ³	28 грн/м ³	840

Всього технологічні витрати становлять 578270 грн.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						113

8.5.3 Основна і додаткова заробітна плата працівників

Враховуючи кількість основних працівників у стрижневому відділені 11 чоловік (в 2 зміни) (тобто приблизно 12% від всіх робітників) стаття складе $3590207 * 0,12 = 430825$ грн. Додаткова зарплата становить $2662323 * 0,12 = 319478$ грн

8.5.4 Відрахування на соціальне страхування

Загальна сума відрахувань за цією статтею калькуляції складає 22 % від суми основної та додаткової заробітної плати технологічних (основних) робітників цеху, або $(430825 + 319478) * 0,22 = 165067$ грн.

8.5.5 Витрати, пов'язані з підготовленням та освоєнням нової продукції

Сюди відносять такі витрати:

- збільшені витрати виробництва нових видів продукції в період їх освоєння;
- на освоєння нового виробництва, діляниць та окремого устаткування;
- на винахідництво та раціоналізацію;

Ці витрати складають близько 20...50 % від основної заробітної плати основних робітників, а саме $430825 * 0,35 = 150789$ грн.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						114

8.5.8 Витрати на підготовку та освоєння виробництва

Ці витрати складають 45% від статті «Основна заробітна плата основних робітників», а саме: $430825 * 0,45 = 193871$ грн.

8.5.9 Позавиробничі витрати

Ця стаття передбачає витрати на дослідження ринку, просування продукції та її збут. Позавиробничі витрати складають 8% від Статті «Основна заробітна плата технологічних робітників», а саме = $430825 * 0,08 = 34466$ грн.

8.5.10 Оборотні кошти

Сума оборотних коштів у незавершеному виробництві розраховується такимчином (8.9)

:

$$\sum \text{об. Ку.п.в.} = V_{\text{пл}} * T_{\text{д}} * K_{\text{нв}} / T_{\text{пл}}, \quad (8.9)$$

де: $V_{\text{пл}}$ – виробництво товарної продукції у плановому періоді повиробничій собівартості, грн.,

$T_{\text{д}}$ – тривалість циклу виготовлення продукції, днів;

$$\sum \text{об. Ку.п.в.} = 7526125 * 2 * 0,8 / 360 = 33449 \text{ грн}$$

Вартість всіх інших елементів оборотних коштів складає близько 25% від вартості планового запасу матеріалів.

$$K_{\text{ост}} = 0,25 * 7947755 = 1906938 \text{ грн.}$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					116

Сумарний розмір оборотних коштів складає: 7947755 + 4214630 + 33449 + 1906938 = 14102772 грн.

Таблиця 8.11 – Планова калькуляція собівартості річного обсягу виробництва продукції для стрижневого відділення

Стаття	Вартість, грн
Будівлі та комунікації	33885760
Обладнання, устаткування, інвентар (в цілому)	7947755
Сировина та матеріали	7947755
Енергетика (вода, електроенергія, стиснене повітря)	578270
Основна заробітна плата	430825
Додаткова заробітна плата	319478
Соціальні фонди (в цілому)	165067
Утримання та експлуатація устаткування	2866056
Загальноцехові витрати	926274
Витрати на підготовлення та освоєння нової продукції або устаткування	193871
Позавиробничі витрати	34466
ВСЬОГО	$C_{р\text{іч}} = 55295577$

Повну собівартість одиниці продукції (C_n) розраховують формулою (8.10) як відношення повної собівартості річної програми випуску продукції ($C_{р\text{іч}}$) до річного обсягу (програми) випуску продукції цехом (дільницею):

$$C = C_{р\text{іч}}/G \quad (8.10)$$

де G – річний обсяг (програма) випуску продукції, т/рік;

$C_{р\text{іч}}$ – повна собівартість річної програми випуску продукції, грн.

$$C = 55295577/8000 = 6912 \text{ грн/т}$$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						117

8.6 Розрахунок показників економічної ефективності проектного рішення

Технологічну трудомісткість (t) у нормо-годинах можна розрахувати за формулою (8.11):

$$t = \frac{Ч_{ос} \cdot \Phi_{еф}^{пл}}{G}, \quad (8.11)$$

де $Ч_{ос}$ – загальна чисельність основних (технологічних) робітників для стрижневого відділення, осіб;

$\Phi_{еф}^{пл}$ – плановий ефективний фонд робочого часу одного працівника за рік, год.;

G – річний обсяг (програма) випуску продукції.

$$t = \frac{11 \cdot 1860}{8000} = 2,56 \text{ нормо-год/т}$$

Капіталомісткість (фондомісткість) продукції – відношення загальних капітальних витрат ($K_{заг}$) у будівництво цеху (дільниці) або на технічне переоснащення виробництва до річного планового обсягу виробництва продукції, іншими словами, показує яка частина грошей вкладених саме у капітальне будівництво вкладено у одиницю виробу (чи маси) :

$$K_G = \frac{K_{заг}}{G} \quad (8.12)$$

$$K_G = \frac{42863,5}{8000} = 5,358 \text{ тис. грн./ т. виливків}$$

Період окупності капітальних витрат ($\Pi_{ок}$), повинен бути менше нормативного прийнятого нормативного для рентабельності підприємства:

$$\Pi_{ок} = \frac{K_{заг}}{\Gamma\Pi_p} < \Pi_{ок}^н, \quad (8.13)$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		118

де $ГП_p$ – річна сума грошового потоку, тис грн;

$П_{ок}^H$ – нормативний період окупності, років.

Грошовий потік за рік розраховується як сума чистого прибутку за формулою (8.14) та амортизаційних відрахувань, визначених за рік експлуатації спроектованого об'єкту:

$$ГП_p = 0,82 \cdot (Ц - C_{п}) \cdot G + \sum A, \quad (8.14)$$

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

$Ц$ – ринкова ціна одиниці продукції, тис грн

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

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

Таблиця 8.12 – Групи основних засобів у стрижневому відділенні та мінімальні терміни їхньої експлуатації

Групи	Мінімально допустимі строки корисного використання, років	Річна норма амортизації, %
група 3 – будівлі	20	5
група 4 – машини та обладнання	5	20
з них		
група 5 – транспортні засоби	5	20
група 6 – інструменти, прилади, інвентар (меблі)	4	25

Група 5 та 6, вже враховані в розділі «Машини та обладнання» (прораховано вартість транспортування машин та устаткування та вартість інвентарю та інструментів), тому:

$$ГП_p = 0,82 \cdot (13 - 6,91) \cdot 8000 + 0,05 \cdot 33885760 + 0,2 \cdot 1030000 = 1936630 \text{ грн.}$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					120

9 ОХОРОНА ПРАЦІ

Головною метою розділу охорони праці є забезпечення безпечних умов праці на робочих місцях та зменшення або усунення впливу небезпечних і шкідливих факторів виробничого середовища на здоров'я людини. Також важливо зменшити кількість травматичних подій та випадків професійних захворювань. На даному етапі розглядаються основні принципи та вказівки щодо охорони праці при роботі в стрижневому відділенні.

9.1 Загальна характеристика умов праці в стрижневому відділенні

Обладнання і оснащення приміщення наведено в табл. 9.1

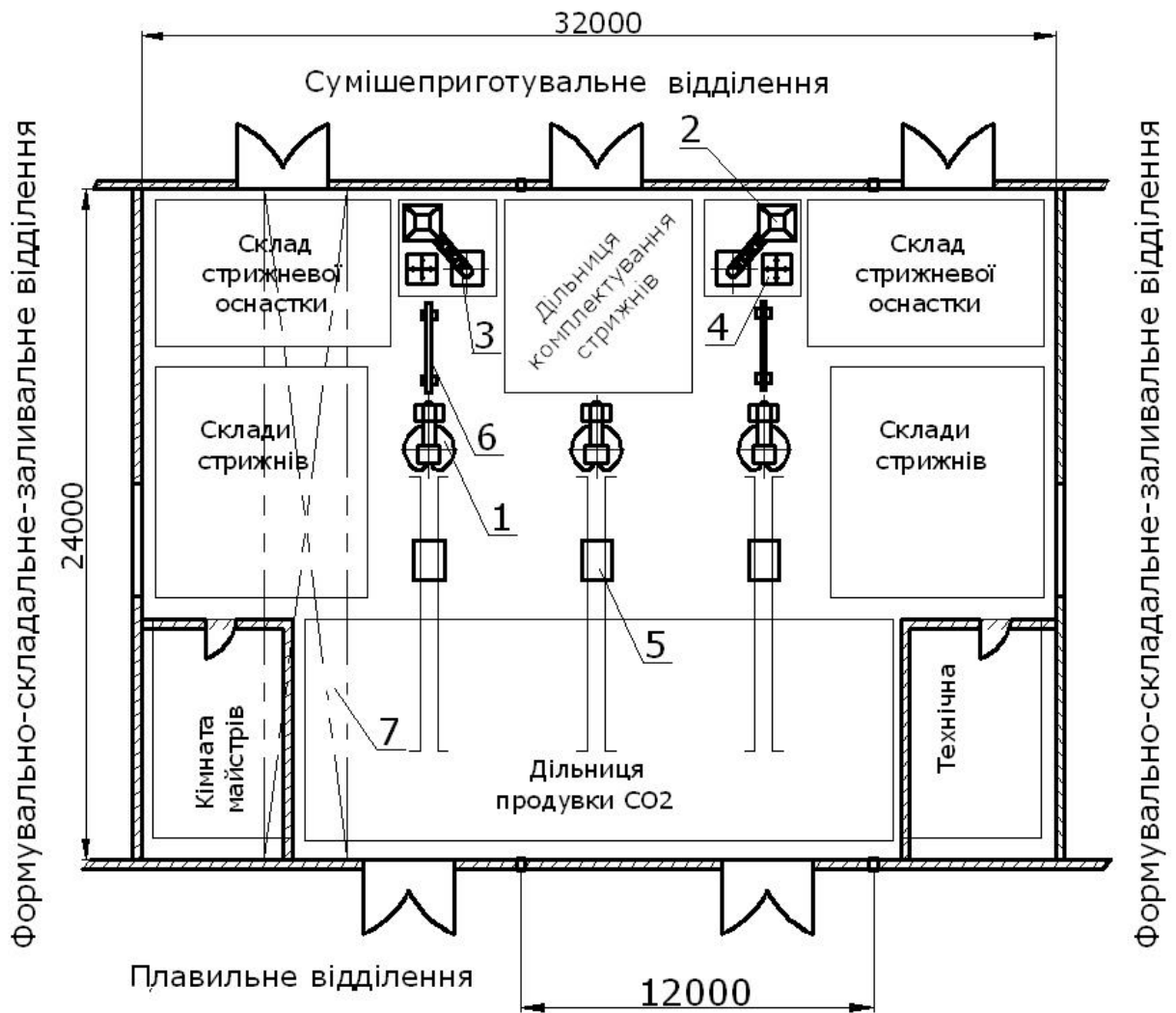
Таблиця 9.1 – Параметри стрижневого відділення

№	Найменування	Основні характеристики	Кількість
1	Параметри приміщення в цілому дільниця продувки CO ₂ склад стрижневої оснастки дільниця комплектування стрижнів склади стрижнів кімната майстрів (окрема внутрішня кімната) Технічна	32x24x10,4 м; S≈770 м ² ; V=8008 м ³ 150 м ² 80 м ² 50 м ² 100 м ² 18 м ² 16 м ²	-
2	Кількість працівників	Стрижнювальник, вантажник продувальник майстер кранівник електромеханік збірник-комплектувальник ВСЬОГО	3 1 2 1 1 1 2 11
3	Штучне освітлення	LED світильник для високих прольотів EVRO-EB-300-03 6400K	20

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОХОРОНА ПРАЦІ						
Розроб.		Чорнобривець							Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Гурія І. М.								122	
Реценз.									КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Н. Контр.											
Затверд.											

Таблиця 9.2 – Обладнання стрижневого відділення

№	Назва	Характеристики	Кількість	Позиція на рис.
1	Шнековий змішувач С2Ш1	Потужність 5 кВт, розміри 2295x510x2530 мм	2	3
2	Бункери-живильники	Ємність 1 тонна	2	2
2	Піскодувна стрижнева машина 4332Б	габаритні розміри 2330*2300*2295 мм, тиск стисненого повітря 6-7 кг/см ² Потужність 25 кВт	3	1
3	Стрічковий конвеєр	тип конвеєра стрічковий довжина 6000 мм ширина 500 мм	3	6
4	Мостовий кран	Вантажопідйомність 0,5 т	1	7
5	Вібраційний стіл ВС21423	габарити 2160x1750x857 потужність електродвигуна 1,1 кВт Тип вібратора електромеханічний	2	4
6	Стелажи для стрижнів	Габариті близько 2,0*1,2 м	4	-
7	Столи для фарбування стрижнів	Габариті близько 1,5*1,5 м	4	-
8	Бункери-дозатори для суміші	Габариті близько 1,5*1,5 м	2	-
9	Візок електромеханічний	Вантажопідйомність 0,25 тонн	3	5



1 – машина 4332Б, 2 - бункер-живильник, 3 – змішувач шнековий С2Ш1, 4 – вібростіл 21423, 5 – візок електромеханічний, 6 – стрічковий конвеєр, 7 – мостовий кран $Q = 0,5$ тон.

Рисунок 9.1 – Схема стрижневого відділення

Таблиця 9.3 – Реальні та нормативні характеристики приміщення і розміщення технологічного обладнання

№	Параметр приміщення	Реальне значення	Нормативні значення
1	Площа на 1 працюючого	7,0 м ²	4,5 м ²
2.	Об'єм на 1 працюючого	728 м ³	15 м ³
3.	Мінімальна ширина проходу для одностворчастої двері	1 м	1 м
	для двустворчастої двері	3 м	3 м

Мікроклімат регламентується [9].

Таблиця 9.4 – Основні небезпеки, які створюються в технологічному процесі

Види процесів	Шкідливі виробничі фактори										Небезпечні виробничі фактори			
	Шкідливі речовини	Випромінювання в оптичному діапазоні			Електромагнітні поля	Магнітні поля	Іонізуючі випромінювання	Шум	Ультразвук	Статичне навантаження на руку	Електричний струм	Іскри, бризки і викиди розплавленого металу	Механізми і вироби, що рухаються	Системи, які знаходяться під
		Ультрафіолетове	Видиме	Інфрачервоне										
виготовлення стрижнів на піскодувній машині	xx	-	-	-	-	-	-	xx	-	-	xx	-	xx	xx
виготовлення стрижнів на вібростолі	xx	-	-	-	-	-	-	xx	-	-	xx	-	xx	-

9.2.1 Механізми і вироби, що рухаються. Вібрація та шум

Механічні небезпеки виникають через наявність рухомих або обертаючихся частин в конструкції, компонентів та вузлів, які можуть створювати шум, вібрацію, ультразвук або інфразвук. Також, небезпеку можуть представляти деталі, що перебувають під високим тиском або у глибокому вакуумі, а також можливість руйнування окремих елементів і деталей обладнання [8]. Регламентовано [10].

Таблиця 9.5 – Джерела небезпеки

№	Найменування обладнання	Джерело небезпеки	Причини небезпеки	Причини небезпеки
1	Піскодувна стрижнева машина 4332Б	механізм дуття	високий тиск	ризик отримання травми
			шум	ризик виникнення професійної хвороби
		стіл машини	рух стола	ризик отримання травми
2	Вібраційний стіл	електромеханічний вібратор	вібрація	ризик виникнення професійної хвороби

Таблиця 9.8 – Джерела небезпеки

№	Джерело небезпеки	Причини небезпеки	Наслідок
1	стрижнева суміш	Вдихання пилу	Ризик виникнення ряду хвороби та алергій

Таблиця 9.9 – Реальні та нормативні фактори небезпеки які створюються у в технологічному процесі

№	Фактор небезпеки	Реальне значення	Нормативне значення
1	Запилення приміщення	20	1 мг/ м ³

Для покращення повітря робочої зони в приміщенні були наведені засоби та заходи в табл. 9.10.

Таблиця 9.10 – Засоби та заходи захисту від пилу

№	Група номенклатурних заходів з охорони праці	Вид заходу	Критерій вибору
1	Технічні заходи	встановлення вентиляції	зменшення концентрації пилу в приміщенні
2	Організаційні заходи	проведення медичних оглядів працівників	своєчасне виявлення ранніх стадій захворювання
5	Засоби індивідуального захисту	використання респіраторів	захист дихальних шляхів від пилу

9.2.3. Електронебезпека

Таблиця 9.11 містить інформацію про джерела електронебезпеки, фактори, що її викликають, а також наслідки, що можуть виникнути в результаті цих факторів.

Таблиця 9.11 – Небезпека ураження електричним струмом

№	Джерело небезпеки	Причини небезпеки	Наслідок
1	блок живлення піскодувної машини	Пошкодження блоку живлення, кабеля живлення	ураження електричним струмом
2	блок живлення вібростола	Пошкодження блоку живлення, кабеля живлення	ураження електричним струмом

Порівняння реальних і нормативних значень (відповідно до ПУЕ) наведено в табл. 9.12

Таблиця 9.12 – Реальні та нормативні фактори небезпеки

№	Фактор небезпеки	Реальне значення	Нормативні значення
1	Максимальний струм	>1 А	0,25 мА
		220 В	4 В

В таблиці 9.13 перераховані заходи захисту, спрямовані на зниження ймовірності електротравм. Електронебезпека регламентована [11]. Пожежна небезпека безпосередньо пов'язана з електронебезпекою та регламентована [12].

ВИСНОВКИ

У даному Дипломному проекті було проведено розробку технології виливка «Флаєнець», а саме: обґрунтовано вибір методів литва, його положення при формовці, при заливці, розраховано необхідні припуски на обробку. Розраховано та підібрано оптимальний метод заливки, обчислено ливникову систему та проведено обґрунтований вибір ливарних опок. Виливок формується у піщано-глинисті разові форми, в кількості 2 шт на опоку, але стрижень виготовлено методом ХТС – суміші. Далі описано технологію отримання сумішей, підготовку форми до заливки, саму заливку та технології фінішних операцій описані можливі дефекти виливків та засоби їх запобігання..

Також запроектовано стрижневе відділення для даного асортименту виливків зі стрижнями. При проектуванні відділу було визначено кількість та тип основного і додаткового устаткування, необхідну кількість та склад стрижневих матеріалів, проведено розрахунок стрижневих машин. Також було визначено капіталовкладення в будівництво, проведення комунікацій, затрати енергетики, розраховано необхідну кількість потрібних матеріалів, робітників, обчислено фонди заробітної плати всім робітникам. Розрахована мінімально собівартість продукції, після чого можна прорахувати відпускну вартість продукції. Визначено період окупності відділення, при чому він склав менше допустимого, що вказує на рентабельність виробництва.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Чорнобривець			ВИСНОВКИ	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Гурія І. М.					130	
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.								

КПІ ім. Ігоря Сікорського

Велику увагу також приділено забезпеченню добрих умов праці робітникам, нейтралізації або зменшенні впливу шкідливих факторів виробництва, охорону працездатності та здоров'я робітників в важких та шкідливих мовах виробництва.

Даний Дипломний проект в поєднанні зі іншими запроєктованими відділеннями (наприклад плавильним, формувальним) може бути рекомендований для проектування всього ливарного комплексу виробництва.

						Лист
						131
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Проектування ливарних цехів. Ч.1: підручник / Г. Є. Федоров, М. М. Ямшинський, В. Г. Могилатенко [та ін.]. – К. : НТУУ «КПІ», 2011. – 588 с
2. Проектирование литейных цехов и заводов / Под ред. В. М. Шестопада –Т.2. – М.: Машиностроение, 1974. – 294 с.
3. Методичні вказівки до виконання практичних занять і самостійної роботи з дисципліни «Проектування ливарних цехів» /Уклад.: Г.Є. Федоров. – Київ НТУУ «КПІ», 2013. – 83с.;
4. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту за освітньокваліфікаційним рівнем підготовки «бакалавр». Напрямок підготовки 6.050402 – Ливарне виробництво / Уклад.: Г.Є. Федоров, В.М. Дробязко, Л.М. Сиропоршнєв, М.М. Ямшинський. – К.: ВПК «Політехніка», 2011. – 67с.
5. 5. Литейные машины / А.И. Волкомич, А.П. Лакшин, Д.Л. Хазин – М: Машгиз, 1959. – 464 с.
6. 6. Технологическое оборудование литейных цехов / Ю. И. Категоренко, М. В. Ведерников, В. В. Сапронов. – Екатеринбург, РГППУ, 2018. – 454с.
7. Методичні вказівки до розрахунку дипломного проекту / Нараєвський С.В. – НТУУ «КПІ», 2017. – 12 с.

<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Чорнобривець			ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		Гурія І. М.					132	
<i>Реценз.</i>						КПІ ім. Ігоря Сікорського		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

8. Розділ з охорони праці в дипломних проектах: Навчальний посібник / Левченко О. Г., Демчук Г.В. – Київ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 17с.
9. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень
- 10.ДБН В.1.2-10:2021.
- 11.ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом
- 12.ДСТУ Б В.1.1-36:2016

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		131

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			Ф/Л91.9103.1110.0003 СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1	Ф/Л91.9103.1110.0003.01	Модель виливка	2	
		2	Ф/Л91.9103.1110.0003.02	Модель зумпфа	1	
		3	Ф/Л91.9103.1110.0003.03	Модель живильника	2	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		4		Гайка М12-7Н.66.05 ГОСТ 5927-70	2	
		5		Гвинт А.М5-6дх20 ГОСТ 17475-80	4	
		6		Гвинт А.М5-6дх30 ГОСТ 17475-80	1	
		7		Гвинт А.М6-6дх25 ГОСТ 17475-80	8	
		8		Шайба 12.65.Г.05 ГОСТ 6402-70	2	
		9		Штифт 6т6х38 ГОСТ 3128-70	4	
		10		Плита модельна ГОСТ 20090-74	1	
		11		Штир напрямівний 0290-2552 ГОСТ 20123-74	1	
		12		Штир центрувальний 0290-2502 ГОСТ 20122-74	1	

					Ф/Л91.9103.1110.0003			
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Чорнодривець				Модельна плита з моделями виливка «Фланець»	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Гурія					Н		1
Н.контр						НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Затвердив								

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			ФЛ91.9103.1110.0004 СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1		Станина	1	
		2		Фіксатор	1	
		3		Блок пускателів	8	
		4		Обшивка	1	
		5		Огородження	1	
		6		Ящик стрижневий	8	
		7		Стіл карусельний	1	
		8		Система вентиляції	1	
		9		Система токопроводу	1	
		10		Траверса	1	
		11		Пневмоциліндр	1	
		12		Клапан дуття	1	
		13		Відралотак	1	
		14		Затвор шибєрний	1	
		15		Головка піскострільна	1	
		16		Стіл прижиму	1	
		17		Стійка траверси	2	
		18		Механізм зачищення	1	
		19		Циліндр штовхачів	1	
		20		Механізм вилучення стрижня	1	
		21		Пульт керування	1	

					ФЛ91.9103.1110.0004			
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Чорнодривець				Стрижнева машина Мод.4532Б	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірів	Гурія					Н		1
Н.контр					НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського			
Затвердив								

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1				Складена форма		
				<u>Стандартні вироби</u>		
		1		Втулка напрямна 0290-1254		
				ГОСТ 15019-69	2	
		2		Втулка центрувальна 0290-1054		
				ГОСТ 15019-69	2	
		3		Опока 710x360x200 ГОСТ2133-75	1	
		4		Опока 710x360x300 ГОСТ2133-75	1	
		5		Штир напрямний 0290-014		
				ГОСТ 22965-78	1	
		6		Штир центрувальний 0290-0113		
				ГОСТ 22965-78	1	
				<u>Інші вироби</u>		
		7		Стрижень	2	
		8		Чаша	1	
				<u>Матеріали</u>		
		9		Суміш формувальна		188 кг

Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Чорнодривець			Форма у складеному вигляді Виливка «Фланець»	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Гурія				н		1
Н.контр						НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського		
Затвердив								

Ім'я користувача:
Ямшинський Михайло Михайлович

ID перевірки:
1015678057

Дата перевірки:
22.06.2023 17:17:12 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
22.06.2023 17:19:53 EEST

ID користувача:
76785

Назва документа: **Чорнобривець**

Кількість сторінок: 148 Кількість слів: 22576 Кількість символів: 155971 Розмір файлу: 3.67 MB ID файлу: 1015322457

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

21.5% Схожість

Найбільша схожість: 8.55% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1015309181)

14.7% Джерела з Інтернету 471 Сторінка 150

17.4% Джерела з Бібліотеки 409 Сторінка 159

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 676

Підозріле форматування 1 сторінка