

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

Інженерно-фізичний факультет

Кафедра ливарного виробництва чорних і кольорових металів

«На правах рукопису»
УДК 669.018.9

До захисту допущено
Завідувач кафедри
М.М.Ямшинський
(ініціали, прізвище)

_____ (підпис)

“07 ” _____ грудня _____ 2018 р.

Магістерська дисертація

за спеціальністю 136 Металургія

на тему: «Ливарний комплекс машинобудівного підприємства з розробкою технології виготовлення виливків»

Виконав: студент 6 курсу, групи ФЛ-71мп

Багі Йозеф

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Науковий керівник

Д.Т.Н., доц. Самарай В. П.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Консультант з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях

К.Т.Н., доц. Зацарний В.В.

(науковий ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Консультант з економічно-організаційної частини

К.Е.Н., доц. Глущенко Я.І.

(науковий ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Консультант з нормоконтролю

К.Т.Н., доц. Федоров Г.Є.

(науковий ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент

К.Т.Н., доц. Доній О. М.

(науковий ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____ (підпис)

Київ – 2018 р.

Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

Факультет інженерно-фізичний
 Кафедра ливарного виробництва чорних і кольорових металів
 Рівень вищої освіти – другий (магістерський)
 Спеціальність – 136 Металургія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри
М.М.Ямшинський
(ініціали, прізвище)

(підпис)

“07 ” _____ грудня _____ 2018р.

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ ДИСЕРТАЦІЮ СТУДЕНТУ

Багі Йожефу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації: «Ливарний комплекс машинобудівного підприємства з розробкою технології виготовлення виливків».
 науковий керівник д.т.н., доцент Самарай Валерій Петрович
 затверджені наказом по університету від « 09 » листопада 2018 року №4127-с
2. Строк подання студентом дисертації: 07 грудня 2018 року
3. Вихідні дані до дисертації: 3.1 Потужність ливарного цеху 960 т придатних виливків. 3.2 Лиття в разові піщано-глинясті і холоднотвердні форми. 3.3 Деталі «Корпус редуктора» та «Колосник». 3.4 Маса деталей 2,5кг та 22 кг відповідно. 3.5 Матеріал ВЧ 400-15 та СЧ 25. 3.6 Номенклатура виливків.
4. Зміст пояснювальної записки: Реферат. Зміст. Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів. Вступ. Аналіз виробничої програми. Характеристика виробництва. Вибір типу і структури цеху. Режим роботи устаткування та робітників. Розрахування виробничих відділень цеху. Допоміжні відділення, дільниці та служби цеху. Складське господарство. Внутрішньоцеховий транспорт. Енергетична частина проекту. Будівельна частина. Технологічна частина. Проектування ливарного устаткування. Охорона праці. Організаційно-економічна частина. Висновки. Перелік посилань. Додатки
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): 5.1 Креслення плану ливарного цеху. 5.2 Креслення литої деталі «Корпус редуктора» з елементами ливникової системи. 5.3 Креслення литої деталі «Колосник» з елементами ливникової системи. 5.4 Креслення стрижневого ящика. 5.5 Креслення модельної оснастки. 5.6 Креслення

форми в складеному вигляді. 5.7 Креслення загального виду індукційної тигельної печі. 5.7 Організаційно-економічна частина.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Зацарний В.В., доцент		
Економічно-організаційна частина	Глущенко Я.І., доцент		
Нормоконтроль	Федоров Г.Є., доцент		

7. Дата видачі завдання 3 вересня 2018 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз виробничої програми. режим роботи цеху. Фонди часу	03.09...28.10.2018р.	
2	Розрахування виробничих відділень цеху	03.09...10.10.2018р.	
3	Розроблення технологічного процесу виготовлення виливка	04.09...10.09.2018р.	
4	Проектування ливарного устаткування	14.09...04.10.2018р.	
5	Організаційно-економічна частина	16.09...12.11.2018р.	
6	Охорона праці	21.11...27.11.2018р.	
7	Графічна частина проекту	25.11...30.11.2018р.	
8	Нормоконтроль	01.12...03.12.2018р.	
9	Анотація, тема проекту, ПБ студента трьома мовами для сайту кафедри	02.12...05.12.2018р.	
10	Оформлений проект з рецензією та відгуком на підпис завідуючу	07.12.2018р.	
11	Захист проекту	07.12...09.12.2018р.	
12	Захист дипломної роботи	19.12.2018р.	

Студент

Науковий керівник

(підпис)

(підпис)

Багі Йозеф

(прізвище та ініціали)

Самарай В. П.

(прізвище та ініціали)

**Пояснювальна записка
до дипломної дисертації**

на тему: «Ливарний комплекс машинобудівного підприємства з розробкою технології виготовлення виливків»

Київ – 2018 року

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

Завданням даної дипломної дисертації є проектування та організація роботи ливарного цеху Дунаєвецького ливарно-механічного заводу, розроблення технологічного процесу виготовлення виливків «Корпус редуктора» масою 2,5 кг із чавуну марки ВЧ400-15 та «Колосник» масою 22 кг із сірого чавуну марки СЧ25, проектування ливарного устаткування, розроблення розділів з організації та економіки виробництва, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, стартапу, яке має виконувати наступні завдання та задовольняти вимогам:

- для проектування ливарного цеху використовувати номенклатуру виливків, яка наведена в табл. 1.1;
- потужність відділення що проектується складає 960 т придатних виливків на рік;
- максимально автоматизація і механізація технологічних процесів та окремих операцій;
- місце розташування цеху м. Дунаївці;

Основні джерела забезпечення роботи ливарного цеху:

- металічні матеріали – металобазис;
- вода – міське постачання;
- електроенергія – ТЕС, ГЕС, ТЕЦ;
- тепло і газ – місцева мережа газу;
- для очищення та скидання стічних вод – замкнена система водопостачання і загальна міська каналізація.

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Багі Йозеф			<i>Техніко-економічне обґрунтування та завдання на виконання</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Самарай В. П.					6	158
Н. Контр.					<i>ІФФ, ФЛ-71мп</i>			
Затверд.		Самарай В. П.						

РЕФЕРАТ

Дипломний проект: 158 стор., 48 табл., 15 рис., 19 додатки.

Об'єкт проектування – розробляється технологічний процес виготовлення деталей із залізо-вуглецевих сплавів «Корпус редуктора» та «Колосник» масою 2,5 кг та 22 кг відповідно, литтям у разові піщані форми.

Предмет проектування – технологія ливарної форми, організація ливарного цеху; розроблення і обґрунтування.

Результати проектування – розроблена технологія ливарної форми, виконано технічне планування ливарного цеху та устаткування.

Результати проектування можуть бути рекомендовані для впровадження при виробництві дрібних (до 100 кг) виливків із залізо-вуглецевих сплавів в умовах серійного виробництва.

Галузь використання – машинобудування.

У дипломному проекті також проведено основні розрахунки організаційно-економічних чинників.

ВИЛИВОК, ЧАВУН, СТАЛЬ, ІНДУКЦІЙНА ПІЧ, КОРПУС, РЕДУКТОР, КОЛОСНИК, ФОРМУВАЛЬНА ЛІНІЯ, СОБІВАРТІСТЬ.

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Реферат</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Багі Йожеф						
Перевір.		Самарай В. П.					7	158
Н. Контр.								
Затверд.		Самарай В. П.				<i>ІФФ, ФЛ-71мп</i>		

ZUSAMMENFASSUNG

Diplomarbeit: 158 Seiten, 48 Tabellen, 15 Abbildungen, 19 Anwendungen.

Das Konstruktionsobjekt - der technologische Prozess der Herstellung von Teilen aus den Eisen-Kohlenstoff-Legierungen "Getriebegehäuse" und "Kolosnyk" mit einem Gewicht von 2,5 kg bzw. 22 kg, die in einzelnen Sandformen gegossen werden.

Entwurfsthema – Technologie der Gießerei, Organisation der Gießerei; Entwicklung und Rechtfertigung.

Die Ergebnisse des Entwurfs – die Technologie der Gießerei wurde entwickelt, die technische Planung der Gießerei und der Ausrüstung wurde abgeschlossen.

Die Konstruktionsergebnisse können für die Einführung von kleinen (bis zu 100 kg) Eisen-Kohlenstoff-Legierungen unter Serienbedingungen empfohlen werden.

Der Anwendungsbereich – Maschinenbau.

Das Diplomprojekt führte auch grundlegende Berechnungen organisatorischer und wirtschaftlicher Faktoren durch.

DISTRIBUTION, CHAVOUN, STAHL, PIC INNENRAUM, CORPUS, REDUCTOR, KOLOSNIK, FORMULAR LINE, SOBIVAST.

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Багі Йожеф			<i>Zusammenfassung</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Самарай В. П.				8	158	
Н. Контр.					<i>ІФФ, ФЛ-71мн</i>			
Затверд.		Самарай В. П.						

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	14
ВСТУП.....	15
1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЦТВА. ВИБІР ТИПУ І СТРУКТУРИ ЦЕХУ	17
1.1 Виробнича програма.....	17
1.2 Характеристика виробництва.....	17
2 РЕЖИМ РОБОТИ УСТАТКУВАННЯ ТА РОБІТНИКІВ.....	24
3 РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧИХ ВІДДІЛЕНЬ ЦЕХУ	26
3.1 Плавильне відділення.....	27
3.1.1 Складання балансу металу, що виплавляються.....	29
3.1.2 Технологія плавлення сплавів, які виплавляються в цеху	36
3.1.3 Розрахунок парку ковшів.....	38
3.1.4 Матеріали для виготовлення футеровки печей і вимоги до них.....	39
3.1.5 Компоновка відділення.....	40
3.2 Розрахування формувальньо-складально-заливально-вибивального відділення	40
3.3 Розрахування стрижневого відділення	46
3.4. Розрахунок сумішоприготувального відділення.....	55
3.5 Розрахування відділення фінішних операцій.....	59
3.6 Дільниця спеціального литва.....	62
3.7 Регенерація холоднотвердної суміші.....	63
3.8 Газоочисна установка.....	66

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Багі Йожеф			<i>Зміст</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Самарай В. П.					9	158
Н. Контр.					<i>ІФФ, ФЛ-71мп</i>			
Затверд.		Самарай В. П.						

4 ДОПОМІЖНІ ВІДДІЛЕННЯ, ДІЛЬНИЦІ ТА СЛУЖБИ ЦЕХУ.....	69
4.1 Цехові комори для зберігання допоміжних матеріалів, інструменту і спецодягу.....	69
5 СКЛАДСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО.....	70
6 ВНУТРІШНЬОЦЕХОВИЙ ТРАНСПОРТ.....	72
7 ЕНЕРГЕТИЧНА ЧАСТИНА.....	73
8 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	77
8.1 Елементи конструкції будівлі.....	77
8.2 Побутові і адміністративно – службові приміщення.....	78
8.3 Опалення і вентиляція.....	78
9 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	80
9.1 Технологія виготовлення виливка «Корпус редуктора».....	80
9.1.1 Загальна характеристика виливка.....	80
9.1.2 Вибір і характеристика технологічного процесу виготовлення виливка.....	81
9.1.3 Аналіз можливих способів одержання виливка.....	81
9.1.4 Вибір площини роз'єму форми.....	84
9.1.5 Припуски на механічне оброблення.....	85
9.1.6 Вибір меж стрижнів та розмірів знаків.....	85
9.1.7 Розрахунок розмірів опок.....	86
9.1.8 Розрахунок ливникової системи.....	89
9.1.9 Розрахунок площ поперечних перерізів елементів ливникової системи.....	89
9.1.10 Формувальні і стрижневі суміші.....	94
9.1.11 Методи запобігання утворення пригару.....	94
9.1.12 Технологія приготування сумішей та фарб.....	94
9.1.13 Технологічне оснащення для виготовлення виливка.....	95
9.1.14 Технологія заливання форми.....	97
9.1.15 Технологія вибивання форм та фінішні операції.....	97

					ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

9.1.16	Можливий брак виливків і способи його попередження.....	98
9.1.17	Техніко-економічні показники.....	99
9.2	Технологія виготовлення виливка «Колосник».....	100
9.2.1	Загальна характеристика виливка.....	100
9.2.2	Вибір і характеристика технологічного процесу виготовлення виливка.....	100
9.2.3	Аналіз можливих способів одержання виливка.....	100
9.2.4	Розрахунок площ поперечних перерізів елементів ливникової системи.....	102
10	РОЗРАХУНОК ІНДУКЦІЙНОЇ ТИГЕЛЬНОЇ ПЕЧІ.....	106
10.1	Загальний опис конструкції печі.....	106
10.2	Розрахунок тигля.....	108
10.3	Правила експлуатації.....	111
11	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	113
11.1	Заходи щодо запобігання непередбачених викидів.....	114
11.2	Аналіз мікроклімату	115
11.3	Розрахунок освітлення.....	117
11.3.1	Розрахунок природного освітлення.....	117
11.4	Випромінювання.....	122
11.5	Джерела шуму.....	123
11.6	Загазованість та запилення.....	124
11.7	Елетробезпека.....	127
11.8	Протипожежна безпека.....	130
11.9	Захист навколишнього середовища	131
11.10	Безпека виготовлення виливка «Корпус редуктора».....	132
11.11	Забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях.....	133
12	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ.....	135
12.1	Організаційний розділ.....	135

12.1.1. Розрахунок чисельності основних та допоміжних робітників.....	135
12.1.1.1 Основні робітники.....	135
12.1.1.2 Допоміжні робітники.....	136
12.1.2 Загальна чисельність працівників.....	136
12.1.3 Розрахунок фондів заробітної плати.....	137
12.2 Визначення обсягів капітальних вкладень в цех, що проектується.....	139
12.2.1 Визначення планової собівартості одиниці продукції.....	145
13 БІЗНЕС-ПРОЕКТ.....	148
13.1 Команда.....	148
13.2 Назва проекту.....	148
13.3 Короткий опис проекту.....	148
13.4 Бізнес-модель.....	149
13.4.1 Цінний продукт.....	149
13.4.2 Сегмент споживачів.....	149
13.4.3 Канали збуту.....	149
13.4.4 Взаємодія з споживачами.....	150
13.4.5 Дохід (монетизація).....	150
13.4.6 Ключові види діяльності.....	150
13.4.7 Ключові ресурси.....	151
13.4.8 Ключові партнери.....	151
13.4.9 Витрати.....	151
13.5 Споживчі властивості товару.....	151
13.6 Дослідження ринку.....	151
13.7 Дослідження конкурентного оточення.....	152
13.8 Маркетингова стратегія просування.....	152
13.9 Елементи фінансового плану.....	152
13.9.1 Опис бізнес-проекту.....	152

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

13.9.2	Опис товару/послуги/технології.....	153
13.9.3	Маркетинг та продаж.....	153
13.9.4	Фінансовий план.....	153
13.9.5	Резюме.....	154
ВИСНОВКИ.....		155
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....		156
Додатки.....		158

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		13

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ІСТ – індукційна сталеплавильна тигельна піч;

ХТС – холоднотвердна суміш;

ПГС – піщано-глиняста суміш;

шт. – штука;

мм – міліметр;

см – сантиметр;

м – метр;

т – тонна;

кг – кілограм;

τ – час;

с – секунда;

год – година;

хв. – хвилинка;

грн. - гривні

табл.. – таблиця;

ДСТУ – Державний стандарт України

ГОСТ – Міждержавний стандарт.

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Багі Йозеф			<i>Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Самарай В. П.					14	158
						<i>ІФФ, ФЛ-71мп</i>		
Н. Контр.								
Затверд.		Самарай В. П.						

ВСТУП

Сутність ливарного виробництва полягає в отриманні виливків, литих металевих заготовок, шляхом заливання розплавленого металу або сплаву в ливарну форму. Ця заготовка буде мати таку саму конфігурацію, як і остаточна деталь, але у деяких місцях на ній будуть потовщення або інші технологічні виступи, які відлиті з урахуванням подальшої механічної обробки.

У машинобудуванні в середньому частина деталей виконується литвом – це 50-70 % маси (у верстатобудуванні – до 90 %) і 20 % вартості машин. Тільки методами лиття можна отримати складні за конфігурацією і геометрією заготовки із чорних та кольорових сплавів з високим (75-98 %) коефіцієнтом використання металу. Як правило, саме литі деталі несуть основне навантаження в машинах та механізмах і визначають їх експлуатаційну надійність, точність і довговічність. Статистика розвитку оброблювальної промисловості в Україні свідчить про необхідність розширення металозаготівельної бази на інноваційно-інвестиційній основі [1].

Завдання даного проекту полягає в проектуванні ливарного цеху на базі існуючого Дунаєвецького ливарно-механічного заводу та розробки технології виготовлення виливків «Корпус редуктора» та «Колосник» із залізовуглецевих сплавів.

Виконання даного дипломного проекту складається з таких питань як, проектування ливарного цеху, розроблення технологічного процесу

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Вступ</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Багі Йожеф						
Перевір.		Самарай В. П.					15	158
Н. Контр.								
Затверд.		Самарай В. П.			<i>ІФФ, ФЛ-71мп</i>			

виготовлення виливків відповідно до конструкторських вимог деталі та її експлуатаційних характеристик, вибір оптимального та продуктивного устаткування [2].

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
						16
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЦТВА. ВИБІР ТИПУ І СТРУКТУРИ ЦЕХУ

1.1 Виробнича програма

Задачею даного проекту є проектування ливарного комплексу Дунаєвецького ливарно-механічного заводу потужністю 960 тонн придатних виливків за рік.

Цех, заданий для проектування, відноситься до ливарних цехів дрібносерійного виробництва. Маса виливків – від 0,9 кг до 85 ,0кг.

Номенклатуру виливків ливарного цеху наведено в табл.. 1.1.

Точну виробничу програму ливарного цеху наведено в табл.. 1.2.

1.2 Характеристика виробництва

Цех призначений для виробництва виливків із чавунів та сталей марок СЧ20, СЧ25, ВЧ400-15, 40ХЛ. В цеху виливки виготовлятимуться за двома технологіями. Виливки зі сплавів СЧ20 та СЧ25 виготовлятимуться за методом лиття у піщано-глинясті форми. Виливки зі сплавів ВЧ400-15 та 40ХЛ виготовлятимуться за методом лиття у холоднотвердні форми. Потужність цеху 960 тон придатного литва за рік. За характером виробництва цех відноситься до цехів дрібносерійного виробництва, який має номенклатуру в 30 найменувань. Цех виготовляє виливки низької та середньої складності.

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Виробнича програма</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Багі Йозеф						
Перевір.		Самарай В. П.					17	158
Н. Контр.								
Затверд.		Самарай В. П.				<i>ІФФ, ФЛ-71мп</i>		

Зм.	
Арк.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	
ФДГГм. 71м01.1110.000.ПЗ	
Арк.	18

Таблиця 1. 1 – Номенклатура виливків ливарного цеху

Індекс деталі	Код деталі	Найменування деталі	Матеріал виливка	Маса виливка, кг	Кількість деталей на один виріб, шт.	Маса виливків на 1 виріб	Габаритні розміри			Режим термічного оброблення
							довжина	ширина	висота	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	32.04.00.01-024	Повзун	40ХЛ	1,4	2	2,8	150	40	20	НОРМАЛІЗАЦІЯ (860...880°C) + ВІДПУСК (580...650°C)
2	33.04.00.01-027	Заглушка	40ХЛ	1,2	1	1,2	Ø100	Ø100	25	
3	213.01.02.01-00	Стакан	40ХЛ	2,6	2	5,2	Ø150	Ø150	60	
4	33.01.00.01-013	Підкладка	40ХЛ	2,5	4	10	Ø250	Ø250	10	
5	213..01.00.16-00	Шків	40ХЛ	7,8	1	7,8	Ø220	Ø220	35	
6	26.03.04.01-019	Ролик	40ХЛ	1,5	1	1,5	158	118	30	
7	08.02.00.01-021	Кронштейн	40ХЛ	8,0	2	16	310	75	35	
8	34.10.01.01-000	Патрубок	40ХЛ	6,5	2	13	Ø150	Ø150	200	
9	22.01.00.05-000	Фланець 1	40ХЛ	1,3	4	5,2	Ø250	Ø250	3	
10	32.00.00.02-023	Фланець 2	40ХЛ	1,5	4	6	Ø250	Ø250	5	
11	34.11.00.02-014	Вінт	40ХЛ	3,8	4	15,2	Ø95	Ø95	135	ВІДПАЛ (900...950°C) + ВІДПУСК (700°C)
12	32.19.01.06-005	Ричаг	ВЧ400-15	1,7	1	1,7	280	180	25	
13	34.10.00.02-004	Кришка редуктора	ВЧ400-15	1,2	1	1,2	Ø100	Ø100	25	
14	34.10.00.04-008	Втулка	ВЧ400-15	0,9	2	1,8	Ø60	Ø60	40	
15	33.00.00.02-026	Поршень	ВЧ400-15	5,5	4	22	Ø140	Ø140	175	
16	34.00.00.07-008	Перехідник	ВЧ400-15	3,5	1	3,5	150	Ø220	Ø180	
17	34.01.00.01-016	Корпус підшипника	ВЧ400-15	7,0	4	28	Ø200	Ø200	40	
18	32.00.00.01-039	Корпус редуктора	ВЧ400-15	2,8	1	2,8	158	118	30	
19	32.01.00.02-004	Груз	СЧ20	25,0	1	25	600	120	100	ВІДПАЛ (520...570°C)
20	213.01.04.01-01	Форсунка	СЧ20	11,5	2	23	900	Ø400	200	
21	32.01.00.01-010	Станина	СЧ20	78,0	1	78	550	430	400	
22	34.10.00.03-001	Опора	СЧ20	32,0	2	64	850	560	50	

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
23	25.03.04.08-005	Основа	СЧ25	28,0	1	28	620	480	150	ВІДПАЛ (520...570°C)
24	34.06.00.01.-014	Колосник 1	СЧ25	24,4	10	244	550	300	30	
25	34.09.00.02-006	Колосник 2	СЧ25	33,0	4	132	500	450	30	
26	31.01.00.02-043	Плита	СЧ25	85,0	1	85	840	520	15	
27	213.01.00.02-00	Барабан	СЧ20	25,0	2	50	Ø400	Ø400	70	
28	34.06.00.02-006	Коліно	СЧ20	22,0	1	22	380	350	180	
29	34.09.00.06-007	Диск	СЧ20	23,0	2	46	Ø400	Ø400	60	
30	37.01.06.01-106	Маховик	СЧ20	37,0	1	37	Ø360	Ø360	50	

ФДЛГІм. 7Імн01.1110.000.ПЗ

Арк.

19

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Таблиця 1.2 – Точна виробнича програма ливарного цеху

Індекс позицій.	Код деталі	Найменування деталі	Матеріал і марка	Маса, кг		Кількість на виріб		Річна програма випуску виливків						
				готової деталі	виливка	шт	т	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	15
1-а група Лиття у піщано-глинясті форми														
Виливки марки сплаву СЧ20														
19	32.01.00.02-004	Груз	СЧ20	22,5	25,0	1	0,025	259	6,480	10	29	0,720	288	7,200
20	213.01.04.01-01	Форсунка	СЧ20	10,35	11,5	2	0,023	518	5,962	11	58	0,662	576	6,624
21	32.01.00.01-010	Станина	СЧ20	70,2	78,0	1	0,078	259	20,218	12	29	2,246	288	22,464
22	34.10.00.03-001	Опора	СЧ20	28,8	32,0	2	0,064	518	16,589	13	58	1,843	576	18,432
27	213.01.00.02-00	Барабан	СЧ20	22,5	25,0	2	0,050	518	12,960	14	58	1,440	576	14,400
28	34.06.00.02-006	Коліно	СЧ20	19,8	22,0	1	0,022	259	5,702	15	29	0,634	288	6,336
29	34.09.00.06-007	Диск	СЧ20	20,7	23,0	2	0,046	518	11,923	16	58	1,325	576	13,248
30	37.01.06.01-106	Маховик	СЧ20	33,3	37,0	1	0,037	259	9,590	17	29	1,066	288	10,656
Всього							0,345	3110			346		3456	99,360
Виливки марки сплаву СЧ25														
23	25.03.04.08-005	Основа	СЧ25	25,2	28,0	1	0,028	259	7,258	10	29	0,806	288	8,064
24	34.06.00.01.-014	Колосник 1	СЧ25	22,00	24,4	10	0,244	2592	63,361	11	288	7,040	2880	70,402
25	34.09.00.02-006	Колосник 2	СЧ25	29,7	33,0	4	0,132	1037	34,214	12	115	3,802	1152	38,016
26	31.01.00.02-043	Плита	СЧ25	76,5	85,0	1	0,085	259	22,032	13	29	2,448	288	24,480
Всього:							0,489	4147,2			461		4608	140,962
Всього 1-а група							0,834	7258			806		8064	240,322
2-а група Лиття у піщані холоднотвердіючі форми														
Виливки марки сплаву 40ХЛ														
1	32.04.00.01-024	Повзун	40ХЛ	1,26	1,4	2	0,003	7448	10,428	10	828	1,159	8276	11,586
2	33.04.00.01-027	Заглушка	40ХЛ	1,08	1,2	1	0,001	5524	6,629	10	614	0,737	6138	7,366

ФДЛГм. 7Гм01.1110.000.ПЗ

Зм.

Арк.

№ докум.

Літис

Дата

20

Арк.

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3	213.01.02.01-00	Стакан	40ХЛ	2,34	2,6	2	0,005	11048	28,726	10	1228	3,192	12276	31,918
4	33.01.00.01-013	Підкладка	40ХЛ	2,25	2,5	4	0,010	14897	37,242	10	1655	4,138	16552	41,380
5	213..01.00.16-00	Шків	40ХЛ	7,02	7,8	1	0,008	5524	43,089	10	614	4,788	6138	47,876
6	26.03.04.01-019	Ролик	40ХЛ	1,35	1,5	1	0,002	5524	8,286	10	614	0,921	6138	9,207
7	08.02.00.01-021	Кронштейн	40ХЛ	7,2	8,0	2	0,016	14648	117,187	10	1628	13,021	16276	130,208
8	34.10.01.01-000	Патрубок	40ХЛ	5,85	6,5	2	0,013	9248	60,115	10	1028	6,679	10276	66,794
9	22.01.00.05-000	Фланець 1	40ХЛ	1,17	1,3	4	0,005	14897	19,366	10	1655	2,152	16552	21,518
10	32.00.00.02-023	Фланець 2	40ХЛ	1,35	1,5	4	0,006	14897	22,345	10	1655	2,483	16552	24,828
11	34.11.00.02-014	Вінт	40ХЛ	3,42	3,8	4	0,015	14897	56,608	10	1655	6,290	16552	62,898
Всього:							8,084	118562			13185		131740	470,578
Виливки марки сплаву ВЧ400-15														
12	32.19.01.06-005	Ричаг	ВЧ400-15	1,53	1,7	1	0,002	4624	7,861	10	514	0,873	5138	8,735
13	34.10.00.02-004	Кришка редуктора	ВЧ400-15	1,08	1,2	1	0,001	4624	5,549	10	514	0,617	5138	6,166
14	34.10.00.04-008	Втулка	ВЧ400-15	0,81	0,9	2	0,002	10793	9,714	10	1199	1,079	11992	10,793
15	33.00.00.02-026	Поршень	ВЧ400-15	4,95	5,5	4	0,022	14796	81,378	10	1644	9,042	16440	90,420
16	34.00.00.07-008	Перехідник	ВЧ400-15	3,15	3,5	1	0,004	3724	13,035	10	414	1,448	4138	14,483
17	34.01.00.01-016	Корпус підшипника	ВЧ400-15	6,3	7,0	4	0,028	15005	105,034	10	1667	11,670	16672	116,704
18	32.00.00.01-039	Корпус редуктора	ВЧ400-15	2,5	2,8	1	0,003	5524	15,345	10	614	1,705	6138	17,050
Всього:							0,061	59090			6566		65656	264,350
Всього 2-а група:							8,145	177653			19750		197396	734,928
Разом:							8,979	184910			20557		205460	975,250

ФДЛГм. 7Гм01.1110.000.ПЗ

Зм.

Арк.

№ докум.

Літис

Дата

21

Арк.

Основними параметрами вибору технологічного процесу та устаткування для виготовлення виливків є: характер виробництва, маса й габаритні розміри виливків, їх клас точності, рід металу, вид виробничої програми і потужність цеху. Виходячи з цього маємо таку класифікацію виробництва.

За родом сплаву – чавуноливарний та сталеливарний цех, який відноситься до цехів дрібносерійного виробництва, за масою одного виливка – цех малого литва.

Виходячи з вищенаведеного, приймаємо, що в проектуваному цеху виливки вироблятимуть у разових піщано-глинястих формах по-сирому та холоднотвердних формах. Приймаємо єдину формувальну суміш для методу ПГС. Автоматизовані такі операції: дозування компонентів суміші, формування, складання форм.

За структурою цех складається з таких основних і допоміжних відділень і дільниць:

– виробничі відділення:

- 1) плавильне відділення (плавильний комплекс GW-1-750/1JJ);
- 2) формувально-складально-заливально-вибивальне відділення;
- 3) стрижневе;
- 4) сумішоприготувальне;
- 5) фінішних операцій;

-допоміжні:

- 1) ремонтне;
- 2) дільниця ремонту та сушіння ковшів;

-склади:

- 1) шихтових матеріалів з дільницею сушіння шихти;
- 2) формувальних матеріалів;
- 3) модельного оснащення;
- 4) опок;
- 5) готових виливків.

					ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Схему технологічного компонування ливарного цеху наведено на рис.1.1.

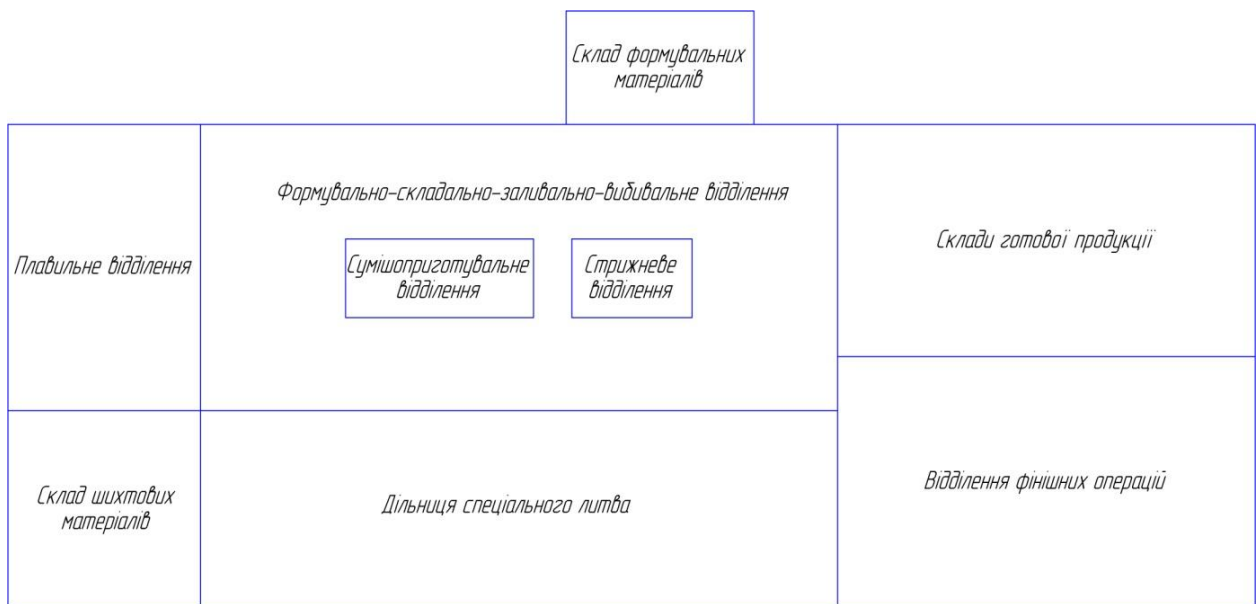


Рисунок 1.1 – Схема технологічного компонування ливарного цеху

2 РЕЖИМ РОБОТИ УСТАТКУВАННЯ ТА РОБІТНИКІВ

Для роботи Дунаєвецького ливарно-механічного заводу потужністю 960 тонн придатних виливків найоптимальнішим на початок запуску підприємства є однозмінний паралельний режим.

Далі встановлюємо фонди часу роботи устаткування та робітників.

– Φ_k – календарний: $\Phi_k = 365 \cdot 24 = 8760$ год;

– Φ_n – номінальний, Φ_n , час, протягом якого може виконуватися робота за прийнятим режимом, без урахування планових і непередбачуваних утрат часу.

З урахуванням святкових і вихідних днів рік має 250 робочих днів. За однозмінного режиму роботи робочого номінальний фонд становить:

$$\Phi_n = 250 \cdot 8 = 2000 \text{ годин.}$$

– дійсний, Φ_d , визначається відніманням від номінального фонду утрат часу на налагодження та освоєння виробництва й непередбачуваних утрат.

Розрахунок проводимо виходячи з інформації із літературних джерел [1].

За умови 40-годинного робочого тижня та 4-х тижневій відпустці дійсний фонд часу робітника становить:

$$\Phi_d = 2000 - (4 \cdot 40) = 1840 \text{ годин.}$$

Усі дані щодо режиму роботи цеху та фондів часу наведено в табл. 2.1.

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Багі Йозеф			<i>Режим роботи устаткування та робітників</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Самарай В. П.					24	158
Н. Контр.						<i>ІФФ, ФЛ-71мп</i>		
Затверд.		Самарай В. П.						

Таблиця 2.1-Режим роботи ливарного цеху та річні фонди часу

Інд. поз.	Найменування відділень дільниць, тип устаткування	Кількість робочих змін на добу	Дійсний річний фонд часу, год	
			устаткування	робітників
1	Плавильне відділення з дільницею підготовки шихти, GW-1-750/1JJ	1	1900	1840
2	Формувальне відділення з дільницею підготовки формувальної суміші, ливарний конвеєр на базі формувальних машин FOROMAT 40	1	1840	1840
3	Стрижневе відділення із складами зберігання стрижнів і стрижневих ящиків, стрижнева машина Mono 25, інерційно-ударна вибивна гратка IP -120	1	1880	1840
4	Сумішоприготувальне відділення з бункерами відстійниками, котковий змішувач з вертикальнообертливими катками 1A11	1	1840	1840
5	Відділення фінішних операцій, дробоструминний двокамерний апарат 334М, стаціонарний шліфувальний круг	1	1860	1840
6	Дільниця термічного оброблення, камерна термічна піч з висувним подом СДО 10.20.8/12	2	3760	1840
7	Допоміжні служби	1	1900	1840

					ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

3 РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧИХ ВІДДІЛЕНЬ ЦЕХУ

Розрахунок виробничих відділень ливарного цеху складається із:

- визначення вихідних даних;
- вибору технологічних процесів;
- вибору технологічного устаткування, яке забезпечує технологічні процеси;
- розрахунок кількості технологічного устаткування;
- визначення типу і кількості допоміжного устаткування, оснастки і транспортних засобів;
- виконання компоновки (технологічної паніровки) відділення;
- визначення площі відділення.

Вихідними даними для розрахунку є: виробнича програма, вид технологічного процесу, прийнятий режим роботи цеху, результати раніше виконаних розрахунків і нормативні дані.

Тип технологічного устаткування вибирають виходячи з особливостей прийнятого технологічного процесу і умов забезпечення заданої якості продукції. За можливістю, потрібно застосовувати однотипне устаткування, оскільки це значно полегшує його експлуатацію і знижує об'єм витрат на ремонтні роботи.

Допоміжне устаткування і необхідна кількість оснастки повинні забезпечити безперебійну роботу основного технологічного устаткування, а транспортні засоби – об'єднати технологічне устаткування у потокові лінії та забезпечити безперебійну передачу матеріалів і виробів між допоміжними дільницями і основними відділеннями.

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Розрахунок виробничих відділень цеху</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Багі Йозеф						
Перевір.		Самарай В. П.					26	158
Н. Контр.						<i>ІФФ, ФЛ-71мп</i>		
Затверд.		Самарай В. П.						

3.1 Плавильне відділення

Вихідними даними для розрахування плавильного відділення є кількість рідкого металу кожної марки ливарних сплавів, необхідна для забезпечення виробничої програми.

Індукційні тигельні печі (ІТП) широко застосовуються в промисловості для плавки чорних і кольорових металів як на повітрі, так і в вакуумі і в захисних атмосферах. В даний час використовуються печі ємністю від десятків грам до десятків тонн.

Переваги тигельних плавильних печей:

- виділення енергії безпосередньо в завантаженні, без проміжних нагрівальних елементів;
- інтенсивна електродинамічна циркуляція розплаву в тиглі, що забезпечує швидке плавлення дрібної шихти і відходів, швидке вирівнювання температури по всьому об'єму ванни і відсутність місцевих перегрівів, що гарантує отримання багатокomпонентних сплавів, однорідних за хімічним складом.
- висока продуктивність, що досягається завдяки високим значенням питомої потужності (особливо на середніх частотах).
- можливість повного зливу металу з тигля і відносно мала маса футерування печі, що створює умови для зниження теплової інерції печі завдяки зменшенню тепла, акумульованого футеровкою. Печі цього типу зручні для періодичної роботи і забезпечують можливість для швидкого переходу з однієї марки сплаву на іншу;
- простота і зручність обслуговування печі, управління і регулювання процесу плавки, широкі можливості для механізації та автоматизації процесу;
- висока гігієнічність процесу плавки і мале забруднення повітряного басейну.

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Необхідно відзначити такі недоліки тигельних печей:

– відносно низька температура шлаків, що наводяться на дзеркало розплаву з метою його технологічної обробки. Холодні шлаки ускладнюють перебіг реакцій між металом і шлаком і, отже, ускладнюють процеси рафінування. Шлаки в ІТП, індиферентні до електричного струму, тому нагріваються тільки від розплавленого металу, тому його температура завжди нижче.

– порівняно низька стійкість футеровки при високих робочих температурах розплаву і при наявності теплосмін (різких коливань температури футерування при повному зливі металу).

– висока вартість електрообладнання, особливо при частотах вище 50 Гц.

– більш низький ККД всієї установки внаслідок необхідності мати в установці джерело отримання високої або підвищеної частоти, а також конденсаторів.

У порівнянні з паливними печами продуктивність тигельних індукційних печей вище, крім того, отримують метал більш високої якості, однорідності і точності хімічного складу, що недосяжно при плавці в полум'яних і дугових печах.

До сказаного необхідно додати, що тигельні індукційні печі широко застосовують для плавки і витримки чавуну[1].

Для виплавлення чавуну використовуємо плавильний комплекс GW-1-750/1JJ, який містить дві тигельні індукційні печі промислової частоти.

Обираємо кислу футеровку для плавки чавуна. Футеровочну масу готують в змішувачі в сухому стані.

Розраховування плавильного відділення полягає у складанні балансу металу за марками чавунів, що виплавляються, у виборі технологічного процесу та типу і визначенні кількості плавильних агрегатів та у

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

розраховуванні витрат шихтових матеріалів на річний випуск виливків, парку ковшів і ковшової дільниці, розроблення паніровки відділення.

Хімічний склад чавунів та сталі 40ХЛ наведено в табл. 3.1 і табл.3.2 відповідно.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад чавунів (ГОСТ 1412-85, ДСТУ 3925-99)

Марка	Вміст хімічних елементів, %					
	C	Si	Mn	Cr	P	S
СЧ20	3,3 ... 3,5	1,4 ... 2,4	0,7 ... 1,0	-	до 0,2	до,15
СЧ25	3,2 ... 3,4	1,4 ... 2,2	0,7 ... 1,0	-	до 0,2	до,15
ВЧ400-15	3,3 ... 3,8	1,9 ... 2,6	0,2 ... 0,6	0,05	до 0,1	до 0,02

Таблиця 3.2 – Хімічний склад сталі 40ХЛ (ГОСТ 977-88)

Марка сталі	Вміст хімічних елементів, %					
	C	Si	Mn	Cr	P	S
40ХЛ	0,35...0,45	0,2...0,4	0,4...0,9	0,8...1,1	до 0,04	до 0,04

3.1.1 Складання балансу металу, що виплавляються

Виробництво виливків у цеху, що проектується, здійснюється з чавуну марок СЧ20, СЧ25, ВЧ40 та сталі 40ХЛ.

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

Для визначення необхідної кількості рідкого металу складаємо баланс див. табл. 3.3.

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використовуючи дані балансу металу, проводимо розрахунок годинної потреби рідкого металу за формулою:

$$Q = (B_p + B_{вп}) / \Phi_d, \text{т/год} \quad (3.1)$$

де B_p – річна кількість металу по цеху, т;

$B_{вп}$ – річна кількість металу на власні потреби, т;

Φ_d – ефективний фонд часу плавильного агрегату, год.

Підставивши значення в формулу (3.1), отримуємо:

$$Q = (1520,4 + 152,04) / 1900 = 0,88 \text{ т/год.}$$

Користуючись отриманим значенням годинної потреби рідкого металу, розраховуємо місткість тигля плавильного агрегату, який забезпечить необхідну кількість рідкого металу за одну годину за формулою:

$$V = Q \cdot 2,5, \quad (3.2)$$

де Q – годинна потреба рідкого металу, т.

Підставивши значення в формулу (3.2), отримуємо:

$$V = 0,88 \cdot 2,5 = 2,2 \text{ т.}$$

Враховуючи, що в ливарному цеху вже змонтований плавильний комплекс GW-1-750/1JJ, який містить в собі дві печі типу ІСТ-1,0 з продуктивністю 0,9 т/год, робимо висновки, що даний комплекс задовольняє потребу у рідкому металі 0,88 т/год.

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зм.	
Арк.	
№ док.м.	
Підпис	
Дата	

Таблиця 3.3 – Баланс металу

Індекс позиції	Дільниця	Придатне литво		Ливники, брак		Рідкий метал		Угар		Металозавалка		Клас шихти	Спосіб плавлення	Тип плав. Агрегату
		%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік			
1	СЧ20	70	99,36	25	57,96	95	157,32	5	8,28	100	165,60	2	Індукційна піч	GW-1-750/1JJ
2	СЧ25	70	140,96	25	82,23	95	223,19	5	11,75	100	234,93	2		
3	ВЧ40	60	264,35	35	154,20	95	418,55	5	22,03	100	440,58	2		
4	40ХЛ	60	455,58	35	265,76	95	721,34	5	37,97	100	759,30	2		
Разом			960,25		560,15		1520,40		80,02		1600,42			

ФЛ771м. 71м01.1110.000.ПЗ

Розраховуємо кількість плавильних агрегатів за формулою:

$$n = ((B_p + B_{вп}) \cdot K_n) / (\Phi_e \cdot q) , \quad (3.3)$$

де B_p – річна кількість металу по дільниці, т;

$B_{вп}$ – річна кількість металу на власні потреби, т;

K_n – коефіцієнт нерівномірності виготовлення і використання проміжної продукції. При серійному характері виробництва $K_n = 1,2 \dots 1,3$;

Φ_e – ефективний фонд часу плавильного агрегату, год;

q – продуктивність плавильного агрегату, т/год.

Підставивши значення в формулу (3.3), отримуємо:

$$n = ((1520,4 + 152,04) \cdot 1,3) / (1900 \cdot 0,9) = 1,27$$

Приймаємо дві печі з коефіцієнтом завантаження:

$$K_3 = n / N , \quad (3.4)$$

де N – кількість прийнятого устаткування, шт;

n – кількість устаткування за розрахунком, шт.

Підставивши значення в формулу (3.4), отримуємо:

$$K_3 = 1,27 / 2 = 0,63$$

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Таблиця 3.4 – Розрахунок плавильних агрегатів

Дільниці, поточні лінії цеху	Марка сплаву	Потрібна кількість рідкого металу, т	Тип печі	Місткість печі, т	Тривалість циклу плавлення, год	Середньогодинна продуктивність, т/год	Кількість печей		Коефіцієнт завантаження, К _з
							за розрахунком	прийнято	
1	СЧ 20	157,32	ІСТ	1	1,64	0,88	1,27	2	0,63
1	СЧ 25	223,19							
1	ВЧ 40	418,55							
1	40ХЛ	720,34							

Технічна характеристика печі ІСТ-1,0 наведені в табл.3.5

Таблиця 3.5 – Технічна характеристика печі ІСТ-1,0

Параметри	ІСТ-1,0
Місткість тигля, т	1
Продуктивність, т/год	0,9
Потужність печі, кВт	750
Частота струму тиристорного генератора, Гц	50
Питома витрата електроенергії на розплавлення і перегрів, кВт·год/т	630
Витрата води на охолодження куб.·м/год	5
Маса металоконструкцій електропечі, т	12,1
Маса плавильного комплексу, т	18,3
Число фаз мережі	1
Номінальна напруга, В:	
живильної мережі	6000
на індукторі	495

При розробці проекту із застосуванням індукційних печей необхідно передбачати спеціальні засоби для видалення вологи, масла, емульсії та інших жиромісних речовин в стружці і інших відходах, які направляються на плавку.

					ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Плавка необробленої шихти забруднює цех, при завантаженні можливі загоряння і хлопки, лужні компоненти емульсії прискорюють руйнування футеровки, а сірковмісні складові масла насичують метал сіркою. В результаті якість виливків погіршується і знижуються техніко-економічні показники.

Підготовку шихти можна виробляти тепловим методом в печі при 500...700 °С, де видаляються практично всі летючі і горючі речовини []

Необхідну кількість шихтових матеріалів розраховуємо та наводяться у табл. 3.6 відповідно до даної марки сплаву з повним використання відходів та браку.

До складу шихти для виплавлення сірого чавуну входять такі компоненти: чавунний брухт, чавун ливарний, сталевий брухт, зворот власного виробництва, феросиліцій ФС-45; для виплавлення високоміцного чавуну: чавунний брухт, чавун ливарний, сталевий брухт, зворот власного виробництва, феросилікомагній марки ФСМг-75; для виплавлення сталі марки 40ХЛ: сталевий лом, зворот власного виробництва, переробний чавун, феромарганець ФМн-78, феросиліцій ФС-45, ферохром ФХ050А.

Річна потреба шихтових матеріалів для виплавлення сірого чавуну (табл. 3.6) розрахована за методичними вказівками для розрахунку сталеві та чавунної шихти й рекомендаціями відповідної літератури [2].

Витрати шихтових матеріалів на річну програму наведені в таблиці 3.6 та табл.3.7 для чавунів і сталей відповідно.

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Таблиця 3.6 – Витрати шихтових матеріалів на річну програму для чавуну

№	Найменування матеріалів шихти	Марка сплаву							
		СЧ20		СЧ25		ВЧ40		Всього	
		%	т	%	т	%	т	%	т
1	Зворот власного виробництва	25,00	41,40	25,00	73,73	35,00	154,20	29,89	269,34
2	Сталевий брухт	40,00	66,24	40,00	117,97	40,00	176,23	40,00	360,44
3	Феросиліцій ФС – 45	3,00	4,97	1,20	3,54	0,70	3,08	1,29	11,59
4	Феромарганець ФМн 1,5	4,00	6,62	2,80	8,26	2,10	9,25	2,68	24,13
5	Чавунний брухт	22,00	36,43	26,00	76,68	15,00	66,09	19,89	179,20
6	Чавун ливарний	6,00	9,94	5,00	14,75	6,00	26,43	5,67	51,12
7	Феросилікомагній ФСМг-75	–	–	–	–	1,20	5,29	0,59	5,29
Разом								100,00	901,11

Таблиця 3.7 – Витрати шихтових матеріалів на річну програму для сталі

№	Найменування матеріалів шихти	Марка сплаву	
		40ХЛ	
		%	т
1	Зворот власного виробництва	35	265,76
2	Сталевий брухт	60,3	457,86
3	Чавун переробний	2	15,2
4	Феросиліцій ФС – 45	0,5	3,8
5	Феромарганець ФМн-78	0,8	6,1
6	Ферохром ФХ015А	1,2	9,11
7	Алюміній А88 для розкислення	0,2	1,51
Всього		100	759,34

Витрати флюсу на річний випуск для сталевих литва наведено в таблиці 3.8.

					ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.8 – Витрати флюсу на річний випуск для сталевих литва

Найменування матеріалу	Витрата на 1 т рідкого металу, кг	Усього за рік, т
Руда залізна	35...40	26,58
Вапно	90...160	94,91
Плавикий шпат	4...6	3,80
Руда марганцева	4...6	3,80

3.1.2 Технологія плавлення сплавів, які виплавляються в цеху

Для отримання сірого та високоміцного чавуну з кулястим графітом, які мають цілий ряд переваг перед іншими сплавами, необхідно точно управляти хімічним складом по багатьом елементам і, перш за все, по вуглецю, сірці, марганцю, хрому, фосфору та інші. Оскільки в індукційних тигельних печах плавка ведеться з так званим «холодним» шлаком, який практично не бере участі в хімічних реакціях, управління хімічним складом сплаву по ходу плавки проводиться з додаванням легуючих матеріалів і точним управлінням температурою розплаву. Поєднання цих можливостей дозволяє реалізувати технологію отримання виливків, в яких значно знижені внутрішні напруги і суттєво підвищені характеристики. За цією методикою на стадії легування розплаву, отриманого з шихти з вмістом 40...80% сталевих брухту, при підвищенні температури до 1450 °С додається вуглець, що дозволяє досягти його змісту в розплаві 3,8...3,9%. Потім розплав догрівається до температури 1530...1550 °С і витримується при цій температурі 10...30 хвилин. На стадії витримки відбувається процес науглецювання розплаву, швидкість якого залежить від інтенсивності електромагнітного перемішування і способу організації циркуляційних потоків всередині ванни розплаву. Крім цього, на стадії витримки відбувається очищення від неметалічних включень і дегазація розплаву, а також протікає процес «дозрівання» металу.

					ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

При використанні цієї методики у виробництві виливків не тільки підвищується міцність, але і зменшується їх стиснення, що не перевищує 0,3%, що в кінцевому підсумку призводить до зниження напруги у виливку, а це дозволяє уникнути енерговитрат для операції їх відпалу. Подібне виробництво виливків зі зниженою напругою неможливо організувати без використання індукційних печей.

Міцність і всі інші властивості сплавів, в кінцевому рахунку, визначаються їх чистотою від домішок, формою, розміром і розподілом зерен, тобто структурою. При цьому в поняття структури включається як мікроструктура, так і макроструктура – наявність в металі газових і усадкових раковин, пористості, тріщин, неметалевих включень тощо. Таким чином, завдання підвищення якості металу зводиться до отримання відповідної структури, вільної від будь-яких дефектів. Подрібнення зерна кристалічної структури досягається підвищенням швидкості зародження центрів кристалізації, яка регулюється введенням модифікаторів. Ефективність дії модифікаторів зростає при максимально рівномірному розподілі в обсязі металу, і чим більше енергія ззовні буде внесена в розплав для перемішування, тим вище ефект модифікування. В індукційних печах є можливість управління процесами електромагнітного перемішування, зміною частоти збудження струму в обмотках індуктора, організацією пульсуючого електромагнітного поля в ванні розплаву металу і управління питомим силовим тиском, а також перерозподілом потужності по висоті індуктора [3].

Плавлення сталі проходить наступним чином: на дно тигля кладуть половину розрахункової кількості феромарганцю і феросиліцію. Потім завантажують зворот власного виробництва сталі. Своєчасно зіштовхують шматки шихти, які звисають, не допускаючи виникнення «мостів».

Протягом всієї плавки поверхня металу повинна бути покрита шлаком. Після повного розплавлення і підігрівання металу до 1560...1580 °С знімають шлак. Наводять новий шлак і підігрівають метал до температури 1600 °С.

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Знімають шлак та присаджують феросплави, які залишилися, у наступному порядку: феромарганець; феросиліцій; ферохром; присадку кожного феросплаву виконують після засвоєння попереднього. Наводять шлак і відливають пробу на розкисленість у підігрійтий чавунний стаканчик ошлакованою ложкою. Проба при охолодженні повинна давати усадку без виділення іскри.

Випуск металу виконують у ківш, очищений від шлаку та металу, нагрітий до 700...800 °С. Перед випуском очищують дзеркало металу від шлаку. Потім метал заливають у заливальні ковші. Заливання форм виконують безперервним струменем при 1550...1570 °С.

Відстань між воронкою і носиком ковша повинна бути не більше 100 мм.

3.1.3 Розрахунок парку ковшів

У плавильному відділенні розміщено дільницю для ремонту ковшів та стенд для їх сушіння.

Спочатку вибираємо тип та величину ковшів. Обираємо чайників ківш місткістю 250 кг. Розраховуємо їх необхідну кількість за формулою (3.5):

$$n = \frac{B_p \cdot T_{ц}}{\Phi_d \cdot 60 \cdot V_k} \quad (3.5)$$

де n – кількість ковшів, шт;

B_p – річна потреба в рідкому металу по цеху, т;

$T_{ц}$ – цикл обертання ковшів, хв;

Φ_d – дійсний фонд часу плавильного агрегату;

V_k – місткість ковша, т.

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для чавуну обираємо чайниковий ківш місткістю 100 кг. Кількість ковшів для чавунного литва, за формулою (3.5), становить:

:

$$n = \frac{799,06 \cdot 5}{1900 \cdot 60 \cdot 0,1} = 0,35$$

Обираємо два ковші – один працює, другий у ремонті.

Для сталі обираємо стопорний ківш місткістю 250кг з основною футеровкою. Кількість ковшів для сталевого литва:

$$n = \frac{721,34 \cdot 10}{1900 \cdot 60 \cdot 0,25} = 0,25$$

Обираємо два ковша – один у роботі і один у ремонті.

3.1.4 Матеріали для виготовлення футеровки печей і вимоги до них.

Для виплавлення чавунів використовують кислу футерівку, яка складається із кварцового піску 97% та борної кислоти 3%. Стійкість такої футерівки до 100 плавок.

Для виплавлення сталі використовують основну футеровочну масу, яка складається з павленого магнезиту 83,5%, електрокорунда 15% та плавикового шпату 1,5%. Стійкість такої футерівки становить до 40 плавок [3].

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

3.1.5 Компоновка відділення

Відділення розташоване у поперечному прогоні (креслення 1) довжиною 102 м і шириною 24 м. Склад шихтових матеріалів розташований поруч з плавильним відділенням.

3.2 Розрахування формувальньо-складально-заливально-вибивального відділення

Відділення складається з одної ділянки, на якій формовка проходить на ливарному конвеєрі на базі формувальних пресово-струшувальних машин FOROMAT 40 та ручного формування. Технічна характеристика пресово-струшувальної формувальної машини FOROMAT 40 наведено в таблиці 3.9.

У цьому відділенні здійснюються операції формування, складання і заливання форм та охолодження й вибивання виливків із форм. Виливки виготовляють методом лиття в разові піщано-глинясті форми.

Заливання форм та охолодження виливків відбувається на конвеєрі. Вибивання виливків із форм виконується на вибивній гратці.

Кількість форм на річну програму наведено в таблиці 3.10.

Потреба у формувальних машинах для формувального відділення визначається за формулою:

$$P = N_{\phi} / K_{\phi} \cdot q \cdot \Phi_{д}, \quad (3.6)$$

де N_{ϕ} – річна кількість форм у потоці, шт.;

K_{ϕ} – коефіцієнт браку форм і виливків, $K_{\phi} = 0,94...0,96$;

q – циклова продуктивність формувальної машини, форм/год.;

P – потрібна кількість формувальних машин, шт.

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Таблиця 3.9 – Технічні характеристики пресово-струшувальної формувальної машини FOROMAT 40.

Параметр	Найменування
	FOROMAT 40
Робочі розміри опок, мм	
довжина × ширина	1000 × 800
Висота	250
Циклова продуктивність форм/год	30

					ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Зм.	
Арк.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	

ФДЛІмн. 71мод.1110.000.ПЗ

Таблиця 3.10 – Визначення річної кількості форм

Індекс позиції	Код деталі	Найменування	Матеріал	Маса виливків		Внутрішній розмір опок, мм	Виливків у формі шт	Маса виливків у формі, кг	Форм за рік, шт	Об'єм форм, м3	
				одного, кг	на річну програму, т					однієї	на річну програму
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1-а група Лиття у піщано-глинясті форми											
Виливки марки сплаву СЧ20											
19	32.01.00.02-004	Груз	СЧ20	25,0	7,200	800x600x100/150	8	200	36	0,12	4,32
20	213.01.04.01-01	Форсунка	СЧ20	11,5	6,624		2	23	288		34,56
21	32.01.00.01-010	Станина	СЧ20	78,0	22,464		2	156	144		17,28
22	34.10.00.03-001	Опора	СЧ20	32,0	18,432		4	128	144		17,28
27	213.01.00.02-00	Барабан	СЧ20	25,0	14,400		4	100	144		17,28
28	34.06.00.02-006	Коліно	СЧ20	22,0	6,336		4	88	72		8,64
29	34.09.00.06-007	Диск	СЧ20	23,0	13,248		4	92	144		17,28
30	37.01.06.01-106	Маховик	СЧ20	37,0	10,656		4	148	72		8,64
Всього					99,360						1044
Виливки марки сплаву СЧ25											
23	25.03.04.08-005	Основа	СЧ25	28,0	8,064	800x600x100/150	2	56	144	0,12	17,28
24	34.06.00.01.-014	Колосник 1	СЧ25	24,4	70,402		1	24,4	2880		345,6
25	34.09.00.02-006	Колосник 2	СЧ25	33,0	38,016		2	66	576		69,12
26	31.01.00.02-043	Плита	СЧ25	85,0	24,480		2	170	144		17,28
Всього					140,962				3744		449,28
Разом 1-а група					240,322				4788		574,56

Продовження таблиці 3.10

2-а група Лиття у холоднотвердні форми											
Виливки марки сплаву 40ХЛ											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	32.04.00.01-024	Повзун	40ХЛ	1,4	11,586		4	5,6	46	0,12	5,56
2	33.04.00.01-027	Заглушка	40ХЛ	1,2	7,366		4	4,8	29		3,54
3	213.01.02.01-00	Стакан	40ХЛ	2,6	31,918		4	10,4	128		15,32
4	33.01.00.01-013	Підкладка	40ХЛ	2,5	41,380		4	10	166		19,86
5	213..01.00.16-00	Шків	40ХЛ	7,8	47,876		2	15,6	96		11,49
6	26.03.04.01-019	Ролик	40ХЛ	1,5	9,207		4	6	37		4,42
7	08.02.00.01-021	Кронштейн	40ХЛ	8,0	130,208		1	8	130		15,62
8	34.10.01.01-000	Патрубок	40ХЛ	6,5	66,794		1	6,5	67		8,02
9	22.01.00.05-000	Фланець 1	40ХЛ	1,3	21,518		2	2,6	43		5,16
10	32.00.00.02-023	Фланець 2	40ХЛ	1,5	24,828		2	3	50		5,96
11	34.11.00.02-014	Вінт	40ХЛ	3,8	62,898		1	3,8	63		7,55
Всього					455,579				854		102,50
Виливки марки сплаву ВЧ 400-15											
12	32.19.01.06-005	Ричаг	ВЧ400-15	1,7	8,735		4	6,8	59	0,14	7,13
13	34.10.00.02-004	Кришка редуктора	ВЧ400-15	1,2	6,166		4	4,8	30		3,55
14	34.10.00.04-008	Втулка	ВЧ400-15	0,9	10,793		4	3,6	39		4,66
15	33.00.00.02-026	Поршень	ВЧ400-15	5,5	90,420		1	5,5	497		59,68
16	34.00.00.07-008	Перехідник	ВЧ400-15	3,5	14,483		2	7	101		12,17
17	34.01.00.01-016	Корпус підшипника	ВЧ400-15	7,0	116,704		1	7	817		98,03
18	32.00.00.01-039	Корпус редуктора	ВЧ400-15	2,8	17,050		1	3	47		5,68
Всього					264,350				1591		
Разом 2-а група					528,701				2445		293,40

ФДЛІмн. 7Імт01.1110.000.ПЗ

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

43

Арк.

Зменшуємо розміри форм для економії суміші, щоб встановити опоки на робочий стіл машини.

Таблиця 3.11 – Зведена відомість кількості форм

Поточна лінія (дільниця)	Група виливків за масою, кг	Розмір опок, мм	Річний випуск		Середньогодинна кількість форм
			виливків, т	форм, шт	
1	до 100	800x600x100/150	240,32	4788	4

Для першої групи виливків розраховуємо кількість ліній за формулою (3.6):

$$P_1 = 4788 / 0,95 \cdot 30 \cdot 1840 = 0,09 \text{ шт}$$

Приймаємо 2 формувальних машини на перспективи розвитку підприємства та подальшого його розширення. Розраховуємо коефіцієнт завантаження:

$$K_3 = P_1 / n \quad (3.7)$$

де P_1 – кількість розрахованих формувальних машин, шт;

n – кількість прийнятих формувальних машин, шт;

За формулою (3.7) коефіцієнт завантаження дорівнює:

$$K_3 = 0,09 / 2 = 0,045$$

Кількість необхідних формувальних машин FOROMAT 40 для виконання виробничої програми наведено у табл. 3.14.

Вибивання форм та стрижнів відбувається на інерційній вибивній гратці IP-120.

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Зм.	
Арк.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	

Таблиця 3.12 – Кількість формувальних машин FOROMAT 40

Поточна дільниця	Група виливків за масою, кг	Розмір опок, мм	Середньогодинна кількість форм, шт	Модель формувальної машини	Продуктивність формувальної машини форм/год	Кількість формувальних машин		Коефіцієнт завантаження, K_z
						розрахована	прийнята	
1	до 100	800x600x100/150	4	FOROMAT 40	30	0,09	2	0,045

ФДТГІ.мт.7І.мт01.1110.000.ПЗ

Для формування другої групи виливків (форми виготовляються із ХТС) застосовується автоматична лінія Omega 2. Технічна характеристика формувальної лінії Omega 2 наведено в таблиці 3.13

Таблиця 3.13 – Технічна характеристика формувальної лінії Omega 2

Параметр	Найменування
	Omega 2
Робочі розміри опок, мм	
довжина × ширина	1000 × 800
Висота	500
Циклова продуктивність форм/год	15

Кількість форм на річну програму наведено в таблиці 3.10.

Кількість ліній розраховуємо за формулою (3.6):

$$P_1 = 2445 / 0,95 \cdot 15 \cdot 1840 = 0,09 \text{ шт.}$$

Приймаємо 1 формувальну лінію на перспективи розвитку підприємства та подальшого його розширення. Розраховуємо коефіцієнт завантаження за формулою (3.7):

$$K_3 = 0,09 / 1 = 0,09$$

Зведена відомість кількості необхідних формувальних ліній Omega 2 для виконання виробничої програми наведено у табл. 3.14.

3.3 Розрахування стрижневого відділення

Стрижні будемо виготовляти з використанням ХТС. Приймаємо, що у стрижневому ящику будемо виготовляти один стрижень. Враховуючи максимальну масу стрижня, вибираємо стрижневу машину.

					ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
ФЛГГ Імт. 7 Імт01.1110.000.ПЗ				
Арк.	47			

Таблиця 3.14 – Кількість формувальних ліній Omega 2

Поточна дільниця	Група виливків за масою, кг	Розмір опок, мм	Середньогодинна кількість форм, шт	Модель формувальної лінії	Продуктивність формувальної машини форм/год	Кількість формувальних машин		Коефіцієнт завантаження, Кз
						розрахована	прийнята	
1	до 100	800x600x100/150	15	Omega 2	15	0,09	1	0,09

Для даного цеху вибираємо однопозиційну стрижневу машину Mono 25 призначену для виготовлення стрижнів невеликих та середніх розмірів.

Технічні характеристики стрижневої машини Mono 25, маршрутна технологія та завантаження стрижневого відділення, обсяг виробництва стрижневого відділення та завантаження устаткування для виготовлення стрижнів наведено в табл. 3.15 –3.18.

Таблиця 3.15 – Технічні характеристики стрижневої машини Mono 25 [4]

Параметр	Числове значення
Робочі розміри ящика, мм	
довжина x ширина	700 x 600
Висота	500
Циклова продуктивність, зйомів/год	30
Об'єм піскострільної головки, літрів	25
Габаритні розміри, мм	
довжина x ширина	3750x3620
Висота	3000
Маса машини, кг	10000

Необхідну кількість стрижневих машин розраховуємо за наступною формулою:

$$C = \frac{V_p \cdot K_H}{\Phi_d \cdot q} \quad (3.8)$$

де V_p – кількість зйомів стрижнів на річну програму за масовими групами шт/рік;

K_H – коефіцієнт нерівномірності виготовлення і використання проміжної продукції. При серійному характері виробництва $K_H = 1,2 \dots 1,3$;

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Таблиця 3.16 – Маршрутна технологія та завантаження стрижневого відділення

Індекс позиції	Код деталі	Найменування деталі	Маса виливка, кг	Кількість деталей на рік, шт	Загальні								Програма та устаткування		
					№ стрижня	Кількість стрижнів		маса стрижня		габаритні розміри стрижня, мм			стрижнів в ящику	зйомів на річну програму	тип та модель устаткування
						на деталь	на річну програму	одного, кг	на річну програму, т	довжина	ширина	висота			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
8	34.10.01.01-000	Патрубок	6,5	10276	1	1	10276	3,3	33,9108	380	344	213	1	10276	Моно 25
11	34.11.00.02-014	Вінт	3,8	16552	1	1	16552	3,5	57,932	420	338	282	1	16552	
15	33.00.00.02-026	Поршень	5,5	16440	1	1	16440	4,8	78,912	212	212	350	1	16440	
16	34.00.00.07-008	Перехідник	3,5	4138	2	2	8276	2,1	17,3796	145	123	64	1	8276	
17	34.01.00.01-016	Корпус підшипника	7,0	16672	1	1	16672	2,7	45,0144	140	140	230	1	16672	
18	32.00.00.01-039	Корпус редуктора	2,8	6138	1	1	6138	3,4	20,8692	158	188	160	1	6138	
20	213.01.04.01-01	Форсунка	11,5	576	1	1	576	5,1	2,9376	650	300	200	1	576	
21	32.01.00.01-010	Станина	78,0	288	1	1	288	5,8	1,6704	400	300	250	1	288	
22	34.10.00.03-001	Опора	32,0	576	1	1	576	3,3	1,9008	300	260	180	1	576	
23	25.03.04.08-005	Основа	28,0	228	1	1	228	2,8	0,6384	280	130	220	1	228	
27	213.01.00.02-00	Барабан	25,0	576	1	1	576	6,2	3,5712	350	70	150	1	576	
28	34.06.00.02-006	Коліно	22,0	288	1	1	288	4,7	1,3536	280	40	55	1	288	
29	34.09.00.06-007	Диск	23,0	576	1	1	576	2,6	1,4976	230	120	75	1	576	
30	37.01.06.01-106	Маховик	37,0	288	1	1	288	3,4	0,9792	200	150	100	1	288	
Всього				73612			77750		268,5668					77750	

ФЛГТм. 7Гмп01.1110.000.ПЗ

Зм.

Арк.

№ док.м.

Підпис

Дата

49

Арк.

Продовження таблиці 3.16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Лиття у піщано-глинясті форми															
20	213.01.04.01-01	Форсунка	11,5	576	1	1	576	5,1	2,94	400	300	200	1	576	Мого 25
21	32.01.00.01-010	Станина	78,0	288	1	1	288	5,8	1,67	400	300	250	1	288	
22	34.10.00.03-001	Опора	32,0	576	1	1	576	3,3	1,90	300	260	180	1	576	
23	25.03.04.08-005	Основа	28,0	288	1	1	288	2,8	0,81	280	130	220	1	288	
27	213.01.00.02-00	Барабан	25,0	576	1	1	576	6,2	3,57	350	70	150	1	576	
28	34.06.00.02-006	Коліно	22,0	288	1	1	288	4,7	1,35	280	40	55	1	288	
30	37.01.06.01-106	Маховик	37,0	288	1	1	288	3,4	0,98	200	150	100	1	288	
Всього				2880			2880							2880	
Разом														80630	

ФЛ71м. 71м01.1110.000.ПЗ

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Арк.

49

Таблиця 3.17 – Обсяг виробництва стрижневого відділення

Індекс позиції	Код деталі	Найменування деталі	Маса вилівка, кг	Кількість деталей на рік, кг	Стрижні					Потреба в стрижнях шт			маса стрижнів на річну програму, т
					№ стрижня	маса стрижня, кг	габаритні розміри стрижня, мм			на вилівок	на річну програму	річна з урахуванням браку виливків і стрижнів	
							довжина	ширина	висота				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Лиття у холоднотвердні форми													
8	34.10.01.01-000	Патрубок	6,5	10276	1	3,3	380	344	213	1	10276	11304	37,30
11	34.11.00.02-014	Вінт	3,8	16552	1	3,5	420	338	282	1	16552	18207	63,73
15	33.00.00.02-026	Поршень	5,5	16440	1	4,8	212	212	350	1	16440	18084	86,80
16	34.00.00.07-008	Перехідник	3,5	4138	2	2,1	145	123	64	2	8276	9104	19,12
17	34.01.00.01-016	Корпус підшипника	7,0	16672	1	2,7	140	140	230	1	16672	18339	49,52
18	32.00.00.01-039	Корпус редуктора	2,8	6138	1	3,4	158	188	160	1	6138	6752	22,96
20	213.01.04.01-01	Форсунка	11,5	576	1	5,1	650	300	200	1	576	634	3,23
21	32.01.00.01-010	Станина	78,0	288	1	5,8	400	300	250	1	288	317	1,84
22	34.10.00.03-001	Опора	32,0	576	1	3,3	300	260	180	1	576	634	2,09
23	25.03.04.08-005	Основа	28,0	228	1	2,8	280	130	220	1	228	251	0,70
27	213.01.00.02-00	Барабан	25,0	576	1	6,2	350	70	150	1	576	634	3,93
28	34.06.00.02-006	Коліно	22,0	288	1	4,7	280	40	55	1	288	317	1,49
29	34.09.00.06-007	Диск	23,0	576	1	2,6	230	120	75	1	576	634	1,65
30	37.01.06.01-106	Маховик	37,0	288	1	3,4	200	150	100	1	288	317	1,08
Всього											77750	85525	295,42

ФЛГЛм. 7лмп01.1110.000.ПЗ

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

50

Арк.

Продовження таблиці 3.17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Лиття у піщано-глинясті форми													
20	213.01.04.01-01	Форсунка	11,5	576	1	5,1	400	300	200	1	576	634	3,231
21	32.01.00.01-010	Станина	78,0	288	1	5,8	400	300	250	1	288	317	1,837
22	34.10.00.03-001	Опора	32,0	576	1	3,3	300	260	180	1	576	634	2,091
23	25.03.04.08-005	Основа	28,0	288	1	2,8	280	130	220	1	288	317	0,887
27	213.01.00.02-00	Барабан	25,0	576	1	6,2	350	70	150	1	576	634	3,928
28	34.06.00.02-006	Коліно	22,0	288	1	4,7	280	40	55	1	288	317	1,489
30	37.01.06.01-106	Маховик	37,0	288	1	3,4	200	150	100	1	288	317	1,077
Всього											2880	3168	14,541

ФЛГЛм. 7Лм01.1110.000.ПЗ

Таблиця 3.18 – Завантаження устаткування для виготовлення стрижнів

Індекс	Код деталі	Найменування деталі	№ стрижня	Зйомів на річну програму, шт	Тип стрижневої машини	Продуктивність машини, лінії, зйомів/год	Необхідна кількість стрижневого устаткування, шт	Маса стрижнів на річну програму, т
1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	34.10.01.01-000	Патрубок	1	11304	Моно 25	30	2	37,30
11	34.11.00.02-014	Вінт	1	18207				63,73
15	33.00.00.02-026	Поршень	1	18084				86,80
16	34.00.00.07-008	Перехідник	2	9104				19,12
17	34.01.00.01-016	Корпус підшипника	1	18339				49,52
18	32.00.00.01-039	Корпус редуктора	1	6752				22,96
20	213.01.04.01-01	Форсунка	1	634				3,23
21	32.01.00.01-010	Станина	1	317				1,84
22	34.10.00.03-001	Опора	1	634				2,09
23	25.03.04.08-005	Основа	1	251				0,70
27	213.01.00.02-00	Барабан	1	634				3,93
28	34.06.00.02-006	Коліно	1	317				1,49
29	34.09.00.06-007	Диск	1	634				1,65
30	37.01.06.01-106	Маховик	1	317				1,08
Всього				85525				295,42

ФЛ77Імп.7Імп01.1110.000.ПЗ

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

52

Арк.

Продовження таблиці 3.18

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Лиття у піщано-глинясті форми								
20	213.01.04.01-01	Форсунка	1	634	Моно 25	30	2	3,231
21	32.01.00.01-010	Станина	1	317				1,837
22	34.10.00.03-001	Опора	1	634				2,091
23	25.03.04.08-005	Основа	1	317				0,887
27	213.01.00.02-00	Барабан	1	634				3,928
28	34.06.00.02-006	Коліно	1	317				1,489
30	37.01.06.01-106	Маховик	1	317				1,077
Всього				3168				14,5

ФЛГЛмн. 7Гмн01.1110.000.ПЗ

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

53

Арк.

Φ_d – дійсний фонд часу стрижневого відділення;

q – продуктивність машини, зйомів/год.

Визначасмо необхідну кількість стрижневих машин Mono 25 за формулою (3.8):

$$C = \frac{80630 \times 1,2}{1880 \times 30} = 1,65 \text{ шт}$$

Приймаємо 2 стрижневі машини марки Mono 25.

Визначаємо середньогодинну кількість стрижнів за наступною формулою:

$$N_{\text{год}} = \frac{B_p}{\Phi_d} \quad (3.9)$$

де B_p – кількість зйомів стрижнів на річну програму за масовими групами шт/рік;

Φ_d – дійсний фонд часу стрижневого відділення, год.

Отже, за формулою (3.9), середньо годинна кількість стрижнів становить:

$$N_{\text{год}} = \frac{77750}{1880} = 41 \text{ шт/год.}$$

Визначимо коефіцієнт завантаження за формулою (3.7):

$$K_3 = 1,65/2 = 0,825$$

Зведена відомість кількості стрижневих машин наведено в табл. 3.19

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Таблиця 3.19 – Кількість стрижневих машин

Потокова лінія або дільниця	Група стрижнів за масою, кг	Кількість стрижнів на річку програму, шт	Середньогодинна кількість стрижнів, шт./год	Модель машини, лінії	Продуктивність, зйомів/год	Кількість ліній, машин		Коефіцієнт завантаження, К _з
						розрахована	прийнята	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	до 10	85525	41	Mono 25	30	1,65	2	0,825

3.4. Розрахунок сумішопріготувального відділення

При виготовленні виливків методом лиття в разові піщано-глинясті форми, якість і склад формувальних сумішей є одним з основних факторів одержання виливків із заданими властивостями.

У чавуноливарному цеху застосовуємо єдину формувальну суміш такого складу [1]:

- оборотна суміш 90 %;
- кварцовий пісок 6 %;
- бентоніт 1,5 %;
- мелене вугілля 1 %;
- мазут 0,5 %;

Загальні витрати формувальної та стрижневої суміші визначають під час розрахування формувального і стрижневого відділень, виходячи з об'єму і кількості форм, що виготовляються протягом року, для всієї номенклатури виливків, з відрахуванням об'єму, зайнятого виливками з ливниковими системами і стрижнями. Розраховуємо потрібну кількість формувальної суміші. Результати розрахунку наведено в табл.3.21

Вибираємо змішувачі неперервної дії моделі 1A11M, технічна характеристика якого представлена в таблиці 3.20 [1].

									Арк.
									55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ				

Кількість змішувачів визначаємо за формулою:

$$Z = \frac{P_{ny} \cdot K_n}{\Phi \cdot q} \quad (3.10)$$

де: P_{ny} – кількість не ущільненої суміші на річну програму, м³/рік,
 $P_{ny} = P_y / 0,757 = 574,56 / 0,757 = 759 \text{ м}^3$;

K_n – коефіцієнт нерівномірності, для сумішоприготувального відділення на відміну від інших відділень приймаємо $K_n = 2$.

q – продуктивність змішувача, м³/год.

Φ – фонд часу сумішоприготувального відділення, год/рік

Так, як в формах ущільнена суміш, а змішувач готує не ущільнену, то кількість формувальної суміші треба помножити на коефіцієнт 2, який враховує нерівномірність видавання суміші .

$$Z = 759 \cdot 2 / (1840 \cdot 3) = 0,275$$

Для виробництва вибираємо змішувачі моделі 1A11M на перспективі розвитку підприємства, технічна характеристика якого представлена в таблиці 3.21.

					ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зм.	
Арк.	
№ докум.	
Гідлис	
Дата	

ФЛТТІмт.7Імт01.1110.000.ПЗ

57

Арк.

Таблиця 3.20 – Розрахунок витрат формувальної суміші

Внутрішні розміри опок,мм	Випуск виливків, т/рік	Середня маса виливків у формі, кг	Розрахункова кількість форм на рік	Об`єм однієї форми, м3	Розрахований об`єм, м ³ /рік				Розраховані витрати суміші, т/рік
					усіх форм	у тому числі			Усього або єдиної
						металу	стрижнів	суміші	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-а група Лиття у піщано-глинясті форми									
800×600×100/150	240,32	104,3	4788	0,12	574,6	33,38	12,2	574,56	852,64
2-а група Лиття у холоднотвердні форми									
800×600×100/150	734,92	6,3	2445	0,12	190,9		246	252,2	302,64

Таблиця 3.21 – Технічна характеристика змішувача періодичної дії моделі 1A11M [1]

Індекс позиції	Найменування параметра	Значення
1	Продуктивність, м ³ /год.	3
2	Частота обертання, об/хв.	48
3	Діаметр чаші, мм	1500
4	Висота чаші, мм	600
5	Діаметр котка	550
6	Витрати стиснутого повітря, м ³ /год	54
7	Зусилля тиску котка, кН	0,6...1,5
8	Габаритні розміри, мм	
9	Довжина x ширина	Ø 1680
10	Висота	2140
11	Маса, кг	2500

Коефіцієнт завантаження змішувачів моделі 1A11M: $K_3=0,23/1=0,275$.

Результати розрахунку кількості змішувачів заносимо до таблиці 3.22

Таблиця 3.22 – Розрахунок кількості змішувачів

Формувальні матеріали на машина	Змішувачі				
	тип	продуктивність, м ³ /год.	кількість		коефіцієнт завантаження, K_3
			розрахована	прийнята	
FOROMAT 40	1A11M	3	0,23	1	0,275

Сухі формувальні матеріали доставляють в сумішоприготувальне відділення з складу формувальних матеріалів за допомогою кран-балок та конвеєром.

Приготування ХТС здійснюється на лопатевих змішувачах безперервної дії моделі 19611 [1].

Таблиця 3.23 – Технічна характеристика лопатевого змішувача безперервної дії моделі 19611 [1].

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Продуктивність, т/год	1
2	Радіус дії, мм	1200
3	Кут повороту плеча, ...°	190
4	Встановлена потужність, кВт	3,55
5	Габаритні розміри, мм	
6	довжина x ширина x висота	2675×700×2727
7	Маса, кг	1287

3.5 Розрахування відділення фінішних операцій

У відділенні фінішних операцій виконуються операції видалення стрижнів із виливків, відокремлення литникових систем і надливів, очищення, обрубкування, зачищення, термічного оброблення, ґрунтування.

Вибивання стрижнів для виливків відбувається на лінії формовки.

Кількість устаткування розраховуємо за формулою:

$$n = Q \cdot K_n / \Phi_d \cdot q, \quad (3.11)$$

де n – розрахункова кількість устаткування, шт.;

Q – потужність технологічного потоку, т;

K_n – коефіцієнт нерівномірності виробництва та використання проміжної продукції;

Φ_d - дійсний річний фонд часу роботи устаткування, год;

q – продуктивність устаткування, т/год.

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо кількість галтувальних барабанів для очистки виливків:

$$n = 975,25 \cdot 1,5/1860 \cdot 5 = 0,15 .$$

Тоді коефіцієнт завантаження дорівнює:

$$K_3 = 0,15/1 = 0,15$$

Приймаємо 1 галтувальний очисний барабан безперервної дії моделі 4133 з розрахунком на перспективи розвитку підприємства. Технічна характеристика галтувального барабану наведена в табл. 3.24.

Таблиця 3.24 – Технічна характеристика галтувального очисного барабану безперервної дії 4133 [1].

Індекс позиції	Параметр	Числове значення
1	Продуктивність, т/год	5
2	Розміри порожнини барабана, мм:	
	діаметр	800
	довжина	4200
3	Кількість обертів барабана за хвилини	30
4	Встановлена потужність, кВт	24,2
5	Габаритні розміри, мм	
6	довжина x ширина x висота	6560×2550×2850
7	Маса, кг	17870

Зачистка відбувається за допомогою стаціонарного шліфувального круга, який є в наявності на підприємстві.

Для виливків із сплавів СЧ20, СЧ25, ВЧ400-15, 40ХЛ передбачена термічна обробка виливків. Для нормалізації виливків приймаємо термічні

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

камерні печі з висувним подом з одночасним навантаженням 8 т .

Розрахунок однотипних термічних печей ведеться за формулою:

$$n = Q \cdot K_n / \Phi_d \cdot P , \quad (3.12)$$

де n – кількість однотипних печей;

Q – маса виливків на річну програму, т;

K_n – коефіцієнт нерівномірності для термічних печей $K_n = 1,1$

P – продуктивність печі, т/год.

Продуктивність печей періодичної дії розраховуємо за формулою:

$$P = m / t , \quad (3.13)$$

де m – садка печі, т;

t – тривалість циклу термооброблення виливків, год.

$$P = 8 / 15 = 2,6$$

Кількість термічних печей дорівнює:

$$n = 975,25 \cdot 1,1 / 3680 \cdot 0,5 = 0,58$$

Тоді коефіцієнт завантаження дорівнює:

$$K_z = 0,58/3=0,58$$

Приймаємо одну камерну печі з виїзним подом моделі СДО 10.20.8/12.

Таблиця 3.16 – Технічна характеристика камерної печі з виїзним подом моделі СДО 10.20.8/12 [5].

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.25 – Технічна характеристика камерної печі з виїзним подом моделі СДО 10.20.8/12

Маса садки, кг	8000
Розміри робочого простору, м	1,0×2,0×,8
Габаритні розміри, м	1,7×5,7×2,8
Маса, т	2,6
Потужність, кВт	115

3.6 Дільниця спеціального литва

Мінімальний склад обладнання для виробництва литва в хімічно тверднуть суміші (ХТС) включає: змішувач безперервної дії, вибростіл, шестипозиційну карусель і кантувач.

На позиції зміни оснащення відбувається установка на формувальну карусель підмодельної плити, із закріпленою на ній дерев'яною модельної оснащенням. Карусель робить поворот на 60° і штовхач переміщує плиту з модельної оснащенням на вибростіл, де відбувається заповнення форми сумішшю із змішувача, включається віброущільнення, оператор зрізає надлишки суміші, заповнена форма повертається на карусельну установку і карусель робить новий поворот на 60°.

Через чотири повороти заповнена форма потрапляє на позицію переміщення в автоматичний кантувач. Протягом цього часу в формі відбувається процес полімеризації і вона набирає «маніпуляторну міцність», що дозволяє проводити подальші операції з формою. У кантувачі відбувається кантування модельного оснащення, витяг кома суміші з оснащення, передача кома на стрічковий конвеєр для подальшої роботи з ним. Плита з модельної оснащенням повертається на карусельну установку. На позиції зміни оснащення вона або замінюється на іншу оснастку, або продовжує повторно використовуватися.

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Карусельна установка є компактним і економічним рішенням для виготовлення форм з розмірами до 1600x1200x475 мм. Карусель можна використовувати як окремо стоїть установку, так і вбудувати в повністю автоматизовану формувальну лінію.

На шестипозиційній каруселі можна організувати виготовлення трьох комплектів різних або однакових форм, використовуючи шість модельних оснасток. Розміщення модельної оснастки на каруселі попарно (форма низу і форма верху) [6].

Для виготовлення форм і стрижнів в проекті закладені суміші холодного твердіння на поліфурілових (поліфуранових) смолах (ПФС) є продуктами автоконденсації фурфурілового спирту в кислому середовищі. Промислове назва - фурановіє смоли. Пропонується використовувати смолу ASKURAN 381 фірми ASKCHEMICALS (див. Додаток).

Затверджувачем для смол при виготовленні форм і стержнів є водний розчин з ТСК (паро-толуолсульфо кислоти), з концентрацією більше 70...75%. Пропонується застосовувати затверджувач марки HARTER RAPID 03 фірми ASKCHEMICALS.

3.7 Регенерація холоднотвердної суміші

Завдяки своїм технологічним достоїнств процес ХТС набув широкого застосування, однак одним з істотних стримуючих факторів є висока вартість суміші. У чистому вигляді (без урахування енергетичних витрат на сумішопріготування) вона складається з вартості кварцового піску, зв'язуючого компонента і каталізатора. При цьому найбільш дорогими є хімічні складові суміші: сполучна і каталізатор. На їх частку припадає 60-65% вартості тонни формувальної суміші при використанні свіжого кварцового піску. Зменшення собівартості суміші досягається за рахунок зниження процентного вмісту зв'язуючого до мінімуму, необхідного для досягнення

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

сумішшю необхідних характеристик міцності. У свою чергу кількість зв'язуючого прямо пов'язане з якістю застосовуваного піску. Найбільш оптимальним є використання митого і класифікованого піску, з вмістом глинистої складової не більше 0,5%, і основною фракцією піску 0,2...0,315. Використання піску з великим відсотком глинистої складової і більш дрібнозернистого тягне збільшення необхідної кількості сполучного, отже суміш дорожчає і збільшуються шкідливі викиди в атмосферу цеху. Збагачений пісок значно дорожче кар'єрних пісків і викидати його після вибивання у відвали є економічно та екологічно не вигідно. Найбільш раціональним вирішенням цієї проблеми є регенерація холодно-твердіючих сумішей. Найбільшого поширення набули механічний і термомеханічний способи регенерації.

Основною метою регенерації є відновлення зернового складу піску і видалення плівок сполучного з зерен кварцового піску.

При механічній регенерації відбувається видалення плівок сполучного від кварцових піщинок за рахунок механічного перетирання суміші. Плівки сполучного руйнуються з утворенням пилу, що видаляється системами пиловідсмоктування. Великий відсоток повторного використання регенерату, компактність установок і висока продуктивність зробило процес найбільш затребуваним.

Технологічна схема механічної регенерації включає в себе процеси вибивання форми, дроблення грудок суміші, механічного перетирання суміші, охолодження регенерату, пиловидалення. Сучасні установки регенерації вельми різноманітні і дозволяють враховувати індивідуальну специфіку ливарних виробництв.

Для вибивання невеликих форм (масою до 500 кг) і невеликої продуктивності (до 3 тонн формувальної суміші в годину) доцільно застосовувати установки серії "Gammaator" з поєднаною вибивною градкою. Установка "Gammaator 3" включає в себе вбудовану вибивну ґратку, віброелеватор для підйому піску, охолоджувач/класифікатор.

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

На рис.3.1 показаний розріз регенераційної установки "Gammavator". Залита форма подається на полотно вибивної решітки, де відбувається її руйнування за рахунок вібраційних ударів. Вибита суміш, крізь вибивну градку надходить в систему камер: сталевий гуркіт для великих грудок, сито з клинчастими отворами і дрібне сито-класифікатор. Вбудована система сит подрібнює пісок до необхідного розміру і відсіває металеві частинки і інші великі включення. Конструкцією установки передбачені очисні шибери і виходи для вивантаження великих включень і захоплених частинок металу на бічній і задній стінках установки. Для гасіння вібраційних навантажень вибивні решітка встановлюється на пружинах. Наступний за вибивною гратакою вібраційний елеватор, який забезпечує транспортування гарячого піску в охолоджувач-класифікатор. Конструкція віброелеватора забезпечує максимально ефективно подальше тертя, часточок суміші, піднімається за рахунок вібрацій піску, гранули якого продовжують перемішуватися і тертися один об одного.

У разі, коли на регенерацію подається вже охолоджений пісок можна обійтися і без охолоджувача/класифікатора. Замість цього встановлюється пристрій для створення псевдозрідженим шаром і проміжний бункер над пневмонасоси [7].

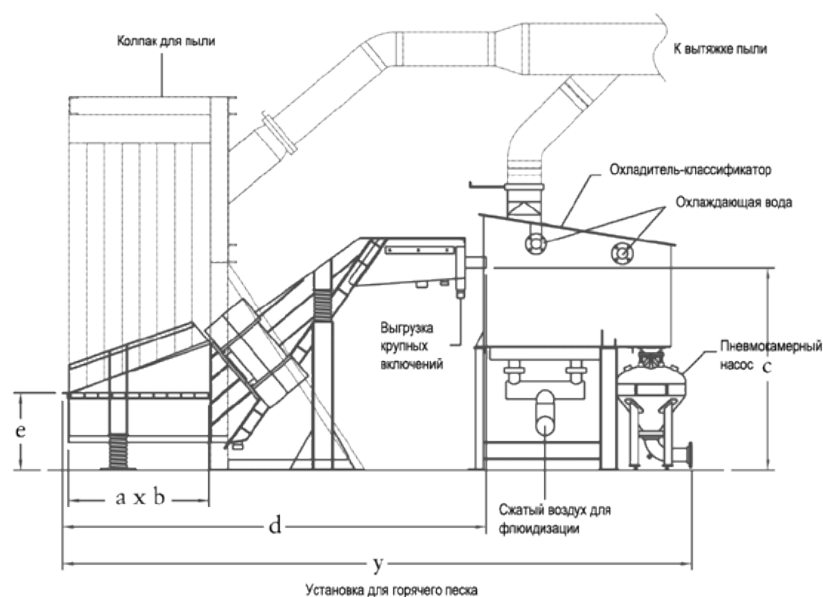


Рисунок 3.1 – Схема установки "Gammavator"

					ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

В охолоджувачі-класифікаторі пісок проходить за спеціально підбраною складній траєкторії, інтенсивно перемішуючись в струменях псевдозрідженим шаром. Знизу подається потік повітря, що також сприяє видаленню пилу і дрібних фракцій піску. Тиск повітря і контроль процесу видалення пилу здійснює повітряний шибер. Для зниження температури гарячого піску всередині охолоджувача-класифікатора по ребристим мідних трубках циркулює холодна вода. Завдяки якості перемішування і ефективної конструкції мідних трубок пісок охолоджується до температур, що не перевищує більш ніж на 5°C температуру води на вході. Після камери охолодження пісок потрапляє в камеру вивантаження піску і вивантажується в пневмокамерний насос для транспортування в бункер регенерату[7]

3.8 Газоочисна установка

Принцип роботи газоочисної установки АБХУ КВФ-05/15 наступний. Забруднене вентиляційне повітря подається в скруббер (Рис.1). Очищення відбувається за рахунок тепло- і масообмінних процесів, що протікають на решітках, що мають шар рухомий кульовий насадки, яка постійно зрошується абсорбційним розчином на основі технічної води. В результаті масообмінних процесів формальдегід поглинається абсорбентом. У разі наявності в повітрі зважених або конденсаційних речовин вони також уловлюються водним розчином. Очищений вентиляційне повітря надходить в каплеуловитель, де відділяється від крапель і плівок рідини.

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

для подальшого його використання при очищенні вентиляційного повітря в абсорбері.

Регенерація розчину забезпечується діяльністю спеціально селекціоновані штаму мікроорганізмів-деструкторів, іммобілізованих на інертному волокнистому носії (насадки).

Для забезпечення життєдіяльності мікроорганізмів в розчин періодично вводяться біодобавки у вигляді солей, що містять фосфор, азот і калій, а також подається стиснене повітря через аератори для підтримки кисневого режиму розчину. Стисле повітря подається з цехової мережі.

Для заповнення природних втрат розчину при випаровуванні і каплеуноса в біореактор періодично доливається технічна вода з цехової системи.

Вимоги до розміщення АБХУ КВФ-05/15

Температура навколишнього середовища від +50 до + 400С;

Вологість навколишнього середовища не більше 95% при робочій температурі;

Кратність повітрообміну 3 ... 4.

Вимоги до технічної води

Вміст механічних домішок не більше 0,1% за обсягом або не більше 2000 мг / дм;

Розмір частинок не більше 0,2 мм;

Тиск 0,1 ... 0,7 Мпа.

Опис системи управління і наявних блокувань

Дані по вентилятору

Маса вентилятора радіального високого тиску ВР 132-30 №5 (1 виконання, Пр 00, 3000 хв-1, 7,5 кВт) в комплекті з рамою становить 125кг. Вентилятор поставляється в комплекті з віброізоляторами до 40 (4 шт.).

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

4 ДОПОМІЖНІ ВІДДІЛЕННЯ, ДІЛЬНИЦІ ТА СЛУЖБИ ЦЕХУ

4.1 Цехові комори для зберігання допоміжних матеріалів, інструменту і спецодягу

Зберігання допоміжних матеріалів, інструменту, запасних частин устаткування, спец одягу здійснюється в цехових коморах. Цехові комори розташовані на площах основних відділень цеху в місцях зручних для приміщень, між колонами будівлі. Площа комор прийнята 2,5 м² на 1000 т випуску литва за рік. Їх площа складає 2 м².

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Багі Йозеф				Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Самарай В. П.					69	158
Н. Контр.					<i>ІФФ, ФЛ-71мп</i>		
Затверд.	Самарай В. П.						
<i>Допоміжні відділення, дільниці та служби цеху</i>							

5 СКЛАДСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО

Склад шихтових матеріалів знаходиться поряд з плавильним відділенням.

Склади шихтових матеріалів мають ділянки приймання і зберігання шихтових матеріалів, дозування шихти, очищення звороту власного виробництва.

Загальна площа складу визначається за формулою:

$$F_{\text{скл}} = F_{\text{тех}} + F_{\text{зас}} + F_{\text{пу}}, \quad (5.1)$$

$F_{\text{тех}}$ – площа технологічних ділянок, м^2 ;

$F_{\text{зас}}$ – площа засіків, м^2 ;

$F_{\text{пу}}$ – площа, занята пристроями для подачі матеріалів, м^2 .

Площа засіків для шихти:

$$F_{\text{зас}} = 1,1 (f_1 + f_2 + \dots + f_n), \quad (5.2)$$

f – розрахункова площа для окремих компонентів шихти, м^2 . Її розраховуємо за формулою:

$$f_{\text{зш}} = M a \cdot b / k \Phi_d H \gamma, \quad (5.3)$$

M – потужність цеху, т/год;

a – норма витрат компоненту шихти від металозавалки, %;

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Багі Йозеф			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Самарай В. П.			70	158	
Н. Контр.					<i>Складське господарство</i>		
Затверд.		Самарай В. П.			<i>ІФФ, ФЛ-71мп</i>		

b – норма зберігання компоненту шихти, днів;

k – вихід придатного, %;

Φ_d – річний фонд роботи обладнання, днів ;

H – висота зберігання компонентів шихти, м;

γ – насипна маса компонентів шихти, т/м³.

Таблиця 5.1 – Розраховані площі зберігання шихтових матеріалів

Найменування матеріалу	Потреба, т/рік	Термін зберігання, дн.	Запас, т	Насипна маса, т/м ³	Висота зберігання, м	Розрахункова площа, м ²	Прийнята площа, м ²
Брухт сталевий	639,9	20	96	0,6	3	5,1	6
Чавунний брухт	232,1	20	35	0,23	3	1,8	2
Феросиліцій	18,9	10	3	0,02	2	0,3	1
Феромарганець	16,4	10	3	0,02	2	0,2	1
ЗВВ	435,7	20	65	0,4	3	3,5	4
Формувальний пісок	818,5	30	125	1,2	5	6,6	7
Бентоніт	12,8	30	1,5	0,02	5	0,1	1
Молоте вугілля	8,5	20	1,0	0,01	3	0,1	1

6 ВНУТРІШНЬОЦЕХОВИЙ ТРАНСПОРТ

У ливарному цеху, що проектується, склад шихтових матеріалів обслуговується кран-балками, за допомогою яких проводиться завантаження металічної шихти у добові бункери.

Склад шихти і формувальних матеріалів обслуговують по 1кран-балці вантажопідйомністю 3 тони.

Плавильне відділення обслуговує однакран-балка вантажопідйомністю 3 тони.

Формувально-складально-заливально-вибивальне відділення обслуговує дві кран-балки вантажопідйомністю 3 тони. Відділення фінішних операцій – 2 кран-балки вантажопідйомністю 3 тони кожна.

Для транспортування піску і порошкових матеріалів, для подачі стрижневих і формувальних сумішей до місць виготовлення форм і стрижнів – кран-балки та ливарний конвеєр;

Виливки після вибивання подаються за допомогою наземного рейкового транспорту; для транспортування і складання стрижнів кран-балки.

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Внутрішньоцеховий транспорт</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Багі Йозеф						
Перевір.		Самарай В. П.					72	158
						<i>ІФФ, ФЛ-71мп</i>		
Н. Контр.								
Затверд.		Самарай В. П.						

7 ЕНЕРГЕТИЧНА ЧАСТИНА

У сталеливарному цеху використовують електроенергію, стиснуте повітря, газ, воду, теплоносії.

Електроенергію в ливарному цеху використовують на технологічні потреби, силові установки, освітлення та слабкострумове господарство.

Загальні витрати електроенергії цехом визначають за формулою:

$$W = (W_T + W_c + W_o) \cdot K, \quad (7.1)$$

де W – загальна кількість витрат електроенергії, кВт · год.

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

W_c – річні витрати електроенергії на електроприводи силових установок, кВт · год;

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

K – коефіцієнт втрат електроенергії у мережі.

Розраховування річних витрат електроенергії на технологічні потреби здійснюємо за питомими нормами витрат електроенергії на 1 тону придатного литва за формулою:

$$W_T = \sum P_T \cdot G_p, \quad (7.2)$$

де W_T – витрати електроенергії на технологічні потреби (плавлення металу, термічне оброблення виливків тощо), кВт · год.

P_T – питомі витрати електроенергії на технологічні потреби при виробництві 1 т. придатного литва, кВт · год.

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Багі Йозеф			<i>Енергетична частина</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Самарай В. П.					73	158
Н. Контр.						<i>ІФФ, ФЛ-71мп</i>		
Затверд.		Самарай В. П.						

G_T – річний випуск придатного литва, т / рік.

$$W_T = 750 \cdot 840 + 450 \cdot 840 = 1,0 \cdot 10^6 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Витрати електроенергії на силові установки дорівнюють

$$W_c = 1100 \cdot 840 = 0,9 \cdot 10^6 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Розрахування витрат електроенергії на освітлення проводимо за формулою:

$$W_o = 0,001 \cdot g \cdot F \cdot \Phi_o, \quad (7.3)$$

де W_o - річні витрати електроенергії на освітлення, кВт · год;

g – питомі витрати електроенергії за 1 год. На 1 м² площі цеху (для виробничих відділень $g = 15 \dots 18$ Вт) для складських приміщень – $g = 8 \dots 10$ Вт і для побутових приміщень – $g = 8$ Вт);

F – освітлювальна площа, м²;

Φ_o – річна кількість годин освітлювального навантаження (при однозмінній роботі - $\Phi_o = 700$ год.), тоді:

$$W_o = 0,001 \cdot (2072 \cdot 17 \cdot 700 + 285 \cdot 8 \cdot 700 + 126 \cdot 8 \cdot 700) = 100,6 \cdot 10^7 \text{ Вт} \cdot \text{год} = 26,9 \cdot 10^6 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Отже загальна потреба в електроенергії на рік дорівнює:

$$W = (26,9 \cdot 10^6 + 0,9 \cdot 10^6 + 1,0 \cdot 10^6) \cdot 1,05 = 30,24 \cdot 10^6 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Розраховування витрат стисненого повітря проводимо на річну програму за формулою:

$$Q_B = 1,5 \cdot d \cdot G_p, \quad (7.4)$$

де Q_B – річні витрати стисненого повітря на річну програму, m^3 .

d – витрати стиснутого повітря на 1 т литва, m^3 .

G_p – випуск виливків за рік, т;

1,5 – коефіцієнт, що враховує втрати повітря в мережі

$$Q_B = 1,5 \cdot 800 \cdot 840 = 1 \cdot 10^6, m^3$$

Витрати води, для приготування формувальної і стрижневої суміші визначаємо за формулою:

$$V_B = y \cdot P_{ny} / 100 \quad (7.5)$$

де V_B – витрати води на рік, m^3 ;

y – процент вологи у суміші, %;

P_{ny} – річні витрати неуцільненої суміші, т/рік.

$$V_B = 5 \cdot 1276,5 / 100 = 63,8 m^3$$

Витрати води на технологічні потреби визначаємо за формулою:

$$V_{B.T.} = P_{H.B.} \cdot G_p,$$

де $P_{H.B.}$ – норми витрат води на технологічні потреби на 1 т литва, m^3 ;

G_p – річний випуск виливків, т;

$$V_{B.T.} = 13 \cdot 840 = 10920 m^3/\text{рік}$$

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Норми витрат води на побутові потреби такі:

- на господарчо – питні потреби – 45 літрів на 1 сітку за годину;
- душові - 500 літрів на сітку за годину (при роботі душевих – 45 хв.)
- умивальники – 200 літрів на 1 кран за годину;
- миття підлоги цеху – 3 літри на 1 м² за добу.

Втрати теплоти розраховуємо за формулою:

$$G = V_6 \cdot q, \quad (7.6)$$

де: V_6 – площа будівлі ($V_6 = 2385 \text{ м}^3$);

q – кількість теплоти для опалення будівель ($q = 60 \dots 130 \text{ Вт/м}^3$).

Приймаємо $q = 95 \text{ Вт/м}^3$;

$$G = 2385 \cdot 95 = 226575 \text{ Вт}$$

Тепло подається у цех у вигляді перегрітої до 150 °С пари, трубами та через калорифери.

Витрати природного газу на рік визначаємо за формулою: (при цьому приймаємо, що 1 м³ природного газу дорівнює 1,17 кг умовного палива)

$$M = 1,17 \cdot q_{\Gamma} \cdot G_p, \quad (7.7)$$

де: q_{Γ} – кількість умовного палива (газу) на тонну литва ($q_{\Gamma} = 140 \dots 170 \text{ м}^3$)
приймаємо 160 м³;

G_p – маса придатного литва на рік, кг.

$$M = 1,17 \cdot 160 \cdot 840000 = 157,2 \cdot 10^6 \text{ кг/рік умовного палива за рік.}$$

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

8 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

8.1 Елементи конструкції будівлі

Ширина поперечних прогонів, в яких розміщуються склад формувальних, шихтових матеріалів і плавильне відділення відповідно розміщуються в поперечних прогонах шириною 18 метрів.

Носійними конструкціями будівлі ливарного цеху є фундамент, колони, стіни, перекриття. Ливарний цех, що проектується, відноситься до велико - прогонів будівель, виконується з носійним каркасом із залізобетонних колон. Крок колон по периметру будівлі 6 метрів, а в середині – 12 метрів. Колони в прогонах, якими рухаються мостові крани, мають консолі для опору підкранових балок, які виготовляються у вигляді двотаврових конструкцій.

Фундамент під колони виконують із залізобетонної ступінчастої конструкції і підколонника.

Для покрівлі цеху в прогонах шириною 18 метрів приймають трапецієподібні ферми. Зверху на них укладають плити – покриття, довжиною 6 метрів. Покрівлю виконують багатошаровою з водостійкого матеріалу, який укладають з використанням бітумної мастики на шар утеплювача, із скловати.

Як стіновий матеріал використовують керамзитобетонні панелі. Торцеві стіни, крім власної маси, сприймають значне вітрове навантаження, тому з метою забезпечення необхідної стійкості і надійності, такі стіни встановлюють з додатковими залізобетонними колонами.

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Будівельна частина</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Багі Йозеф						
Перевір.		Самарай В. П.					77	158
Н. Контр.								
Затверд.		Самарай В. П.				<i>ІФФ, ФЛ-71мп</i>		

Ворота в ливарному цеху, встановлюють для транспортування матеріалів і виливків, а також для евакуації людей. Їх виготовляють розсувними з механічним відкриванням і закриванням. Розмір воріт 4,0х4,2 метри. Пройоми обладнують повітря - тепловими завісами.

8.2 Побутові і адміністративно – службові приміщення

У цеху передбачені приміщення санітарно – побутового призначення, громадського харчування, охорони здоров'я, культурного обслуговування, управління, технологічне бюро.

Розміщені адміністративно – побутові приміщення в будівлі з спеціальним дахом. Залізобетонний каркас виконаний колонами з розмірами в перерізі 400х400 мм. Стіни муровані легкобетонними блоками. Перегородки мурують з шлакогібсобетонних блоків.

У душових кімнатах, умивальних і інших приміщеннях з вологим режимом, стіни облицьовані на висоту до 3 метрів від підлоги глазурованими плитками. Підлогу роблять бетонною. В адміністративних приміщеннях підлога покрита утеплювальним лінолеумом

8.3 Опалення і вентиляція

У цеху передбачена система повітряного опалення, яка сполучена з приточною вентиляцією, з підігрівом приточного повітря в калориферах. Температура підігрітого повітря не більше 60 °С, при подачі його на висоті менше 3,5 метрів від підлоги і на відстані більше 2 метрів, від працівників.

У цеху використовують загальнообмінну і місцеву вентиляції.

Загальнообмінна вентиляція підтримує повітряне середовище в усьому об'ємі приміщення, забезпечує відповідну кратність обміну повітря.

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

Місцева вентиляція передбачає подачу повітря в деякі обмежені місця робочої зони або видалення забрудненого повітря від місць видалення шкідливих речовин.

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

9 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

У даному розділі розробляємо технологію виготовлення виливків «Корпус редуктора» та «Колосник».

9.1 Технологія виготовлення виливка «Корпус редуктора»

9.1.1 Загальна характеристика виливка

Конструкція литої деталі повинна забезпечувати високий рівень її службових характеристик при заданій масі та точності конфігурації, а також враховувати технологію її виготовлення, тобто зручною для виготовлення та оброблення.

Корпусні деталі призначені для розміщення в них складальних одиниць і деталей. Вони повинні забезпечувати постійну точність відносного положення деталей і механізмів, як в статичному стані, так і при експлуатації машини, тому мають достатню твердість. Корпусні деталі мають основні базують поверхні, як правило, у вигляді площин, якими вони приєднуються до станини і іншим корпусам [8].

Деталь «Корпус редуктора» виготовляється з чавуну марки ВЧ40, з габаритними розмірами: максимальною довжиною 158 мм, максимальною шириною 118 мм та висотою 40 мм. Маса виливка становить 3,0 кг. Середня товщина стінок становить 20 мм (див. креслення 2). Застосування у машинобудуванні.

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Багі Йозеф			<i>Технологічна частина</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Самарай В. П.					80	158
Н. Контр.						<i>ІФФ, ФЛ-71мп</i>		
Затверд.		Самарай В. П.						

Таблиця 9.1 – Хімічний склад високоміцного чавуна марки ВЧ400-15 (ДСТУ 3925-99), %

Марка	Вміст хімічного елемента, %					
	C	Si	Mn	S	P	Cr
ВЧ400-15	2,7...3,8	0,5...2,9	0,2...0,6	до 0,02	до 0,1	до 0,1

9.1.2 Вибір і характеристика технологічного процесу виготовлення виливка

Виливок, який ми розглядаємо, має дванадцять отворів, які виконуються механічною обробкою. Для виконання зовнішньої конфігурації виливка й наскрізного отвору використовується стрижень.

У ливарній формі розташовуємо чотири виливки.

Даний виливок за складністю конфігурації відноситься до 3 групи – виливки середньої складності відповідального призначення. В залежності від маси виливка, відносимо його до 1 групи – дрібні виливки (до 100 кг).

Характер виробництва – серійне.

9.1.3 Аналіз можливих способів одержання виливка.

При виборі способу виготовлення виливка приймаємо до уваги тип виробництва, технічні вимоги, пропоновані до виробу, розмір виливка та тип сплаву, що впливає на вартість форми та модельного оснащення.

Для виробництва виливків доцільно застосовувати механізовані формувальні лінії, що у порівнянні з ручним формуванням мають ряд переваг:

Велика продуктивність, висока точність виливків і, отже, менше припуски на механічну обробку.

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

Дану литу деталь доцільно виготовляти в опоках. Застосування інших способів виготовлення форм економічно нерентабельне, виходячи з маси і конфігурації виливка.

Для виготовлення стрижнів і форм широко застосовують суміші на основі фуранових смол. Такі суміші тверднуть при нагріванні або під впливом кислот при нормальній температурі. Стрижні з сумішею на основі фуранових смол мають високу міцність, але при взаємодії з розплавом з'єднувальна плівка, утворена навколо кожної частинки піску, розкладається. При цьому стрижень знеміцнюється і легко видаляється з виливка.

На здатності фуранових смол зміцнюватись під впливом кислот заснований процес виготовлення стрижнів і форм з холоднотвердеючих сумішею (ХТС) з використанням дерев'яної, металевої, пластмасової та іншої оснастки. Суміші застосовують в умовах одиничного і дрібносерійного виробництва виливків, а при наявності спеціалізованого обладнання можуть застосовуватися в умовах великосерійного виробництва. ХТС на синтетичних смолах складаються з наповнювача, зв'язувального компоненту та затверджувача (каталізатора).

Наповнювачем для ХТС служить в основному кварцовий пісок з вмістом глини не більше 0,5% (класів 1К, 2К, груп 0315, 02 і 016), попередньо висушений до вологості, яка не перевищує 0,5% і охолоджений що найменш до 30 °С. В якості наповнювача можуть застосовуватися також хромовий залізняк, корунд, циркон і інші матеріали.

В якості зв'язувального компонента для ХТС використовується фурілофенолоформальдегідна ФФ-1СМ, фенолоформальдегідна ОФ-1, карбомідно-фуранова КФ-90, сечовиноформальдегідні УКБ і М-19-62 та інші синтетичні смоли. Найбільш часто застосовують смоли УКБ і М-19-62.

Як затверджувач для ХТС використовують ортофосфорну кислоту і бензолсульфо кислота, для ХТС на основі зв'язуючих УКБ і М-19-62 рекомендується застосовувати затверджувач КД.

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

Головними перевагами холоднотвердіючих сумішей ХТС є: достатня термостійкість, низька газотвірність, висока якість поверхні виливка.

Недоліком ХТС є виділення формальдегіду у вигляді газу в процесі приготування, формування та особливо заливки форм розплавом. Концентрація формальдегіду в атмосфері робочого приміщення не повинна перевищувати 0,5 мг/м³. Крім того, при використанні ХТС на виливку може утворитися металізований пригар. Для запобігання утворення пригару, стрижні і форми покривають протипригарними фарбами на основі циркону, корунду і дістенсіліманіта [9].

Для виготовлення ливарних форм застосовуємо холоднотвердну суміш (ХТС), склад і механічні властивості якої наведено в табл. 10.2 та табл.9.3 відповідно.

Таблиця 9.2 – Склад формувальної суміші ХТС

Формувальні матеріали, мас.%		
пісок кварцовий	фурілофенолоформальдегідна смола Askuran 381	Harter Rapid 03
96,7...95,5	2,5...3,0	0,8..1,5

Таблиця 9.3 – Механічні властивості формувальної суміші ХТС

Властивість	Числове значення
Живучість, хв	3...12
Міцність на стиск через 15 хв, Па	20
Міцність на стиск через 6 год, Па	90
Газопроникність, од	180...200

9.1.4 Вибір площини роз'єму форми

При виборі площини роз'єму форми керуємося наступними правилами, положеннями з ГОСТ 3.1125-88:

- число роз'ємів має бути мінімальним і по можливості горизонтальним;
- весь виліток або його основну частину слід розміщувати в нижній півформі;
- оброблювані поверхні слід розміщувати в нижній частині або вертикально;
- забезпечити зручність та надійність встановлення стрижнів;
- площа розніму моделі має забезпечувати легке вилучення моделі, без виконання відокремлюваних частин;
- надійність, та можливість контролю правильності складання форми;
- зручність підведення металу, забезпечення повного заповнення[5].

Враховуючи форму і розміри, дотримуючись правил розташування виливків у формі, виліток розміщуємо горизонтально і він має горизонтальний роз'єм форми. Схема положення виливка у формі показана на рис.9.1.

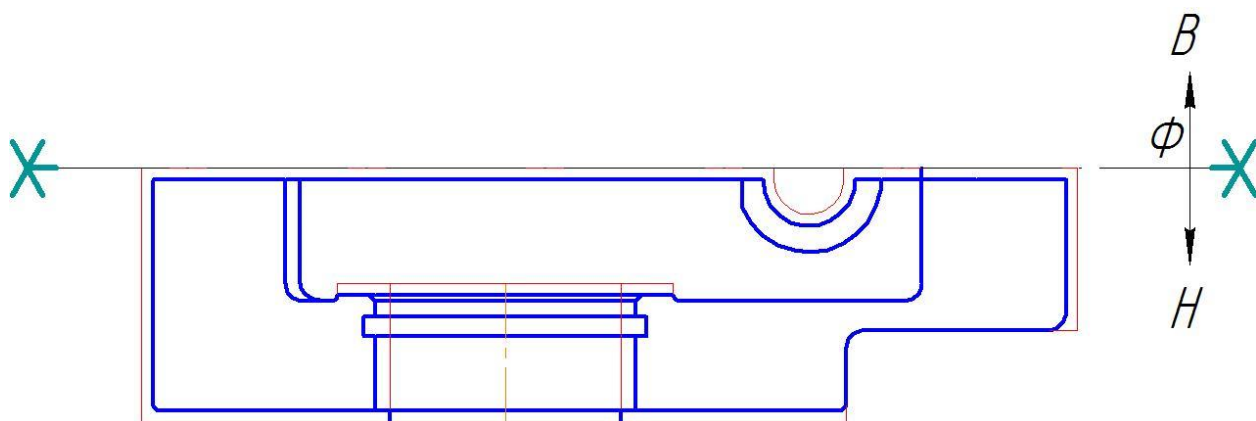


Рисунок 9.1 – Положення виливка у ливарній формі

Метал підводимо одним живильником трапецієвого перерізу, який розташований в нижній півформі. Не всі отвори можливо виконати стрижнями, тому технологія передбачає лише один стрижень на виліток.

					ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

9.1.5 Припуски на механічне оброблення

Величину припусків на механічне оброблення призначаємо у відповідності до вимог ГОСТ 26645-85. Вибір зводимо до табл. 9.4.

Припуск на механічне оброблення зображуємо тонкою суцільною лінією.

Отвори діаметром менше 20 мм виконуються механічним обробленням, тому на кресленні закреслюємо їх тонкою лінією «хрест навхрест».

Таблиця 9.4 – Припуски на механічне оброблення поверхонь виливка за ГОСТ 26645-85

Тип сплаву	ВЧ 400-15						
Найбільший габаритний розмір, мм	158						
Клас розмірної точності	11						
Ступінь жолоблення	9						
Ступінь точності поверхні	11						
Клас точності маси виливка	12						
Ряд припусків на механічну обробку	6						
Номинальний розмір	158	45	40	25	20	16	15
Шорсткість поверн	6,3	1,6	6,3	6,3	3,2	1,6	1,6
Мінімальний допуск розміру виливка	5,0	4,0	4,0	3,6	3,2	3,2	2,8
Допуск форми	1,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Мінімальний загальний допуск номінального ряду	1,8	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Значення припуску на механічну обробку	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Вид кінцевої обробки	Чистова						

9.1.6 Вибір меж стрижнів та розмірів знаків

Для формування внутрішніх порожнин виливка або заглибин і виступів на ньому використовують стрижні. Встановлення й фіксація піщаного стрижня у ливарній формі здійснюється за допомогою стрижневих знаків, конфігурація і

розміри яких визначаються розмірами виливка і конфігурацією отворів, що оформлюються стрижнями. Вибір стрижневих знаків здійснюється залежно від розмірів стрижня та виливка відповідно до вимог ГОСТ 3212-92.

У нашому випадку для виконання внутрішньої конфігурації виливка використовуємо один стрижень відповідної конфігурації. Розміри знакових частин залежать від розмірів стрижнів, за допомогою яких будуть відтворюватись порожнини у виливку.

Формувальні ухили вказано на кресленнику та в табл.9.5.

Таблиця 9.5 – Розміри стрижневих знаків, формувальні ухили та технологічні зазори

Розмір стрижня	Довжина стрижневого знака, мм	Зазор S_1 , мм	Зазор S_2 , мм	Кут α	Кут β
Ø45	30	0,5	0,5	10°	15°
Ø16	20	0,5	0,5	10°	15°

Стрижень та його знаки зображуємо суцільною тонкою синьою лінією. Стрижні в розрізі штрихуємо тільки біля контурних ліній.

Також позначаємо стрілками напрям ущільнення стрижнів, напрям рознімання стрижневих ящиків та напрям виведення газів із стрижнів згідно ГОСТ 3.1125-88.

9.1.7 Розрахунок розмірів опок

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

Розрахункова схема розмірів опок показана на рис.9.2.

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
						86
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

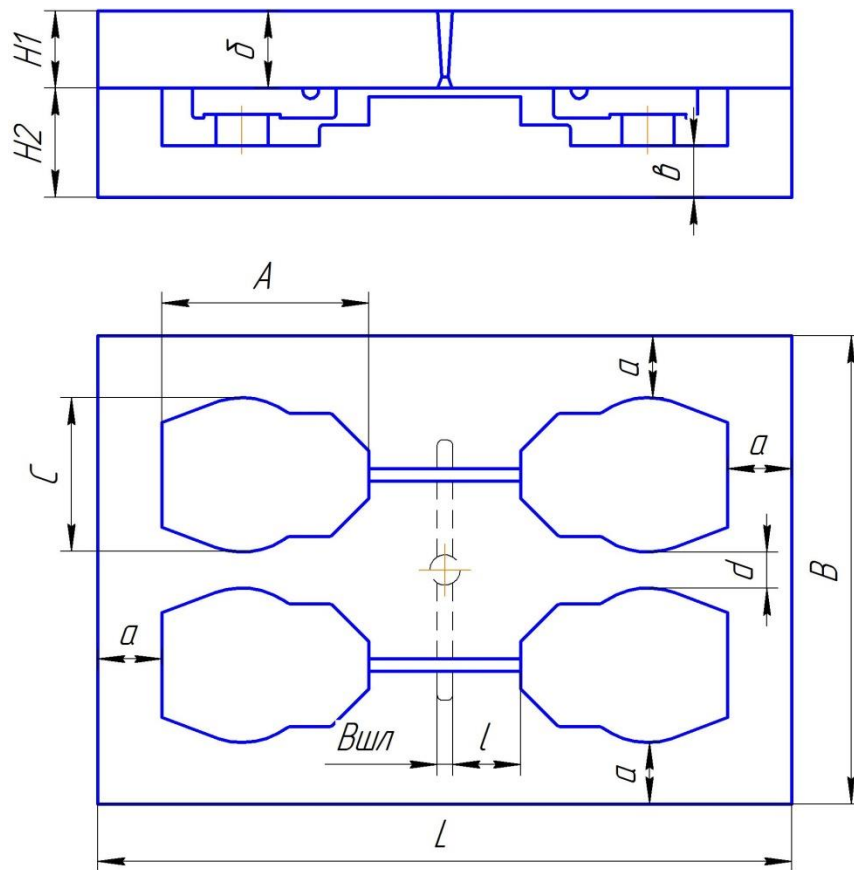


Рисунок 9.2 – Розрахункова схема розташування виливків у формі

Довжина опоки визначається за формулою(9.1):

$$L = a + A + l + B_{\text{шл}} + l + A + a \quad (9.1)$$

де: a – відстань від виливка до стінки опоки, $a = 30$ мм;

A – довжина виливка, $A = 158$ мм;

l – довжина живильника, $l = 30$ мм;

$B_{\text{шл}}$ – ширина шлаковловлювача, $B_{\text{шл}} = 30$ мм.

Підставивши відомі значення у формулу (9.1) отримаємо:

$$L = 30 + 158 + 30 + 30 + 30 + 158 + 30 = 466 \text{ мм}$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Ширина опоки визначається за формулою:

$$B = a + C + d + C + a \quad (9.2)$$

де: a – відстань від виливка до стінки опоки, $a = 30$ мм;

C – ширина виливка, $C = 118$ мм;

d – відстань між виливками, $d = 20$ мм.

Отже підставивши данні у формулу (9.2) отримаємо:

$$B = 30 + 118 + 20 + 118 + 30 = 316 \text{ мм}$$

Визначаємо висоту нижньої опоки за формулою:

$$H_n = K + e \quad (9.3)$$

де: K – висота виливка у нижній пів формі, $K = 40$ мм;

e – відстань від виливка до контр ладу опоки, $e = 50$ мм.

Тоді, за формулою (9.3) отримаємо, що висота нижньої опоки дорівнює:

$$H_n = 40 + 50 = 90 \text{ мм}$$

Розрахункова висота верхньої опоки дорівнює мінімальній відстані від виливка до контр ладу верхньої опоки, тобто $H_b = \delta = 30$ мм. За ГОСТ 14996-69 мінімальна висота опоки становить 75 мм, тому практична висота опоки становить 75 мм.

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

Користуючись розрахованими розмірами опок, вибираємо спеціальні вакуумні опоки власного виробництва. Опоки з робочими розмірами 500×400×75/100.

Опоки мають цапфи для транспортування. Центрування опок здійснюється за допомогою центрувальних і направляючих втулок і штирів.

9.1.8 Розрахунок ливникової системи

Ливниковою системою називається воронка для прийому металу і сукупність каналів, по яких підводиться рідкий метал до форми. Призначення ливникової системи:

- забезпечити безупинну, рівномірну і спокійну подачу рідкого металу в порожнину форми;
- передбачити живлення вилівка рідким металом під час його затвердіння і усадки;
- затримати проникнення шлаку, піску й інших неметалевих вкраплень у форму;

Однією з важливих умов отримання якісного вилівка являється правильна конструкція ливникової системи. Використовуємо звужувальну ливникову систему.

Підведення металу до вилівка «Корпус редуктора» здійснюється по роз'єму форми.

9.1.9 Розрахунок площ поперечних перерізів елементів ливникової системи

Розрахунок ливникової системи починаємо з визначення площі самого вузького перерізу. Оскільки використовуємо звужувальну ливникову систему, то найвузьчим перерізом є переріз живильника.

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

Площа перерізу живильника на один вилівок складає:

$$F_{ж} = \frac{G}{\mu \cdot 0,31 \cdot \tau \cdot \sqrt{H_p}}, \text{ см}^2 \quad (9.5)$$

де G – маса вилівка, $G = 2,5 \cdot 1,2 = 3$ кг;

μ – коефіцієнт втрат. Для щільної ливникової системи $\mu = 0,5$.

τ – оптимальна тривалість заливання металу, с ;

H_p – розрахунковий, або середній металостатичний напір, см

Оптимальна тривалість заливання металу визначається за формулою:

$$\tau = 2,2 \cdot \sqrt{G}, \text{ с} \quad (9.6)$$

де G – маса вилівка, кг. Маса вилівка $G = 3$ кг.

Підставивши значення у формулу (9.6) отримаємо:

$$\tau = 2,2 \cdot \sqrt{3} = 3,8 \text{ с}$$

Оскільки вилівок знаходиться у нижній півформі, то розрахунковий металостатичний напір дорівнює висоті верхньої опоки, тобто $H_p = 0,075$ м.

Підставивши значення у формулу (9.5) отримаємо:

$$F_{ж} = \frac{3}{0,31 \cdot 3,8 \cdot 0,6 \cdot \sqrt{7,5}} = 0,256 \text{ м}^2 = 1,9 \approx 2,0 \text{ см}^2$$

Сумарна площа поперечних перерізів живильників дорівнює:

$$\sum F_{ж} = 2 \cdot 4 = 8 \text{ см}^2$$

					$\Phi Л 71 мп. 71 мп 01.1110.000. ПЗ$	Арк.
						90
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За конфігурацією та масою вилівка приймаємо співвідношення елементів ливникової системи:

$$\sum F_{\text{ж.}} : \sum F_{\text{шл.}} : \sum F_{\text{ст.}} = 1,0 : 1,1 : 1,15 \quad (9.7)$$

де $\sum F_{\text{ж.}}$ – сумарна площа перерізів живильників, см²;

$\sum F_{\text{шл.}}$ – сумарна площа перерізу шлаковловлювачів, см²;

$\sum F_{\text{ст.}}$ – площа перерізу стояка, см²

Згідно співвідношенням у формулі (9.7) отримаємо наступне:

$$\sum F_{\text{ж.}} : \sum F_{\text{шл.}} : \sum F_{\text{ст.}} = 8 : 8,8 : 9,2$$

Метал підводиться до вилівка за допомогою одного живильника. Так як, вилівок «Кришка редуктора» виробляється із чавуну, то поперечний переріз живильника і шлаковловлювача приймаємо рівнобічну трапецію, а стояка – коло. Розмір поперечного перерізу живильника наведено на рис.3.

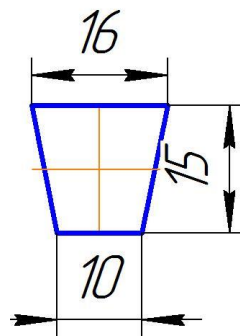


Рисунок 9.3 – Схематичне зображення поперечного перерізу живильника

Так як, у ливарній формі застосовується два шлаковловлювача, то площа одного дорівнює половині сумарної площі перерізу шлаковловлювача і

					$\Phi Л71мн.71мн01.1110.000.ПЗ$	Арк.
						91
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дорівнює $F_{\text{шл.}} = 4,4 \text{ см}^2$. На рис. 9.4 показаний поперечний переріз шлаковловлювача із лінійними розмірами.

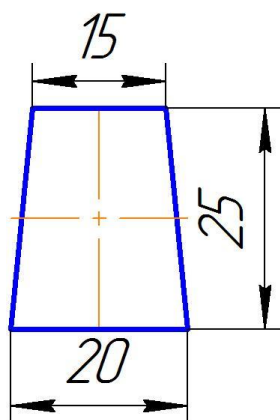


Рисунок 9.4 – Схематичне зображення поперечного перерізу
шлаковловлювача

Найменший поперечний переріз стояка, визначаємо за допомогою формулі (9.8):

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{ст.}}}{\pi}}, \text{ мм} \quad (9.8)$$

де: $F_{\text{ст.}}$ – площа найменшого поперечного перерізу стояка, см^2 .

Визначимо поперечний переріз стояка використовуючи формулу (9.8):

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 9,2}{3,14}} = 3,42 \text{ см} \approx 34,2 \text{ мм}$$

Отже, поперечний переріз стояка має діаметр 34,2 мм (див. рис.9.5.).

					$\Phi Л71мн.71мн01.1110.000.ПЗ$	Арк.
						92
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

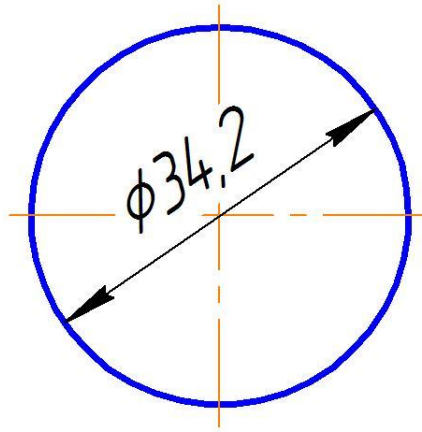


Рисунок 9.5 – Поперечний переріз стояка

Визначемо об'єм надливів, за наступною формулою:

$$V_H = \frac{\varepsilon_{\Sigma} \cdot V_B}{\beta - \varepsilon_{\Sigma}}, \text{ м}^3 \quad (9.9)$$

де V_B – об'єм вилівка, м^3 ;

ε_{Σ} – сумарний об'єм коефіцієнт усадки сплаву в рідкому стані при затвердінні (табл. 7.2) [10];

β – коефіцієнт корисної дії надливу (табл. 7.3) [10].

Підставивши данні у формулу (9.9) отримаємо:

$$V_H = \frac{0,041 \cdot 0,00034}{0,08 - 0,041} = 3,57 \cdot 10^{-4}, \text{ м}^3$$

Виходячи з отриманого об'єму надливів, приймаємо, що діаметр надливу становить 24 мм, а висота надливу 30 мм.

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

9.1.10 Формувальні і стрижневі суміші

Для виготовлення форм та стрижнів використовується холоднотвердіюча суміш, склад і властивості якої приведено у табл. 9.2 та табл.9.3 відповідно.

9.1.11 Методи запобігання утворення пригару

Для запобігання утворенню пригару використовують протипригарну самовисихаючу фарбу (табл.9.6), фарбуємо стрижень та форму.

Таблиця 9.6 – Склад та властивості протипригарної самовисихаючої фарби

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

9.1.12 Технологія приготування сумішей та фарб

Процес приготування сумішей складається, по-перше, власне перемішування компонентів до рівномірного розподілу їх в усьому об'ємі і, по-друге, покриття поверхні наповнювача зв'язувальним компонентом.

Приготування піщано-глинистих сумішей відбувається у коткових змішувачах безперервної дії.

Виготовлення ХТС виконується в лопатовому змішувачі безперервної дії.

Процес приготування сумішей складається з таких операцій:

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

					ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ	Арк.
						94
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

При приготуванні протипригарних фарб з окремих компонентів спочатку готують рідку композицію з розчину зв'язувального компонента, суспензувальних та інших речовин, які утворюють колоїдний розчин. Вміст розчинника в композиції на 20...30% менший від тієї кількості, яка необхідна для одержання суспензії із заданою густиною. Потім вводять наповнювач, і ретельно перемішуючи, додають решту розчинника, щоб досягти необхідної густини фарби.

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

9.1.13 Технологічне оснащення для виготовлення виливка

Виготовлення елементів модельного комплекту здійснюємо з алюмінієвого сплаву марки АК12 ДСТУ 2839-94, за 11 класом точності ГОСТ 3212-92.

Порівняно з дерев'яними вони довговічніші, мають значно вищу точність і сталість розмірів, гладку робочу поверхню, не деформуються під час зберігання.

До складу модельного комплекту входить:

– модельна плита – 2 шт.

– модель рознімна – 4 шт.

– моделі елементів ливникової системи : 4 живильника, 2 шлаковловлювача, 1 стояк, 4 випора;

– стрижневий ящик - 1 шт.

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		95

Для зменшення маси модельного комплексу та економії матеріалу, модель виконуємо порожнистою з товщиною стінки 10 мм ГОСТ 21079-75. Для надання моделі жорсткості у порожнині виконуємо відповідні ребра товщиною 8 мм на всю висоту ГОСТ 21079-75.

За конструкцією стрижневий ящик рознімний. Його виготовляють із алюмінієвого сплаву марки АК7 ДСТУ 2839-94 і складається з двох частин. Площина розніму – вертикальна. Робочі розміри ящика 167,5×154×87 мм.

Скріплюємо ящик гвинтами, centruємо за допомогою центрувальної та направляючої втулок.

Стрижневі знаки моделі виконуємо у відповідності з розмірами, вказаними в табл. 10.5 з дотриманням вимог ГОСТ 3212-92.

Робочі розміри моделей вилівка визначаються за формулою (9.9):

$$\alpha = l_p \cdot (1 + Y/100) + T, \text{ мм} \quad (9.9)$$

де l_p – розмір деталі, мм;

Y – усадка вилівка, яка дорівнює 1,1% для даного сплаву,%;

T – припуск на механічне оброблення, мм.

Підставивши відповідні значення у формулу (9.9) отримаємо:

$$\alpha_1 = 158 \cdot (1 + 1,1/100) + 2,6 \cdot 2 = 164,9 \text{ мм}$$

$$\alpha_2 = 118 \cdot (1 + 1,1/100) = 119,3 \text{ мм}$$

$$\alpha_3 = 45 \cdot (1 + 1,1/100) - 2,5 \cdot 2 = 40,5 \text{ мм}$$

$$\alpha_4 = 40 \cdot (1 + 1,1/100) + 2,5 \cdot 2 = 45,4 \text{ мм}$$

$$\alpha_5 = 26 \cdot (1 + 1,1/100) + 2,5 = 28,8 \text{ мм}$$

$$\alpha_6 = 16 \cdot (1 + 1,1/100) - 2,5 \cdot 2 = 11,2 \text{ мм}$$

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		96

Конструкція плит залежить від типу формувального агрегату, конфігурації вилівки і виду форми. Плити повинні мати високу твердість і міцність, тому їх виготовляють із сталі і передбачають ребра жорсткості.

Центрування моделей на модельній плиті здійснюємо за допомогою 8 штифтів, кріплення моделей на модельній плиті здійснюємо 12-ма болтами М8.

Усі переходи між собою пересічними поверхнями плавні, мають галтелі, радіусом 8...10 мм (для моделей). Галтелі стрижневих ящиків мають радіус 4...5 мм.

Стрижневі знаки на моделі виконуємо у відповідності з ГОСТ 3212-92 так як показано на кресленні 1.

9.1.14 Технологія заливання форми

При заливанні форм забезпечують постійний рівень металу в ливниковій чаші. Температура заливання металу із чайникового ковша становить 1420...1460 °С. Тривалість заливання форми 3,8 секунди

9.1.15 Технологія вибивання форм та фінішні операції

Після заливання форми вилівок охолоджується. Вибивання форм проводимо на вибивній решітці, яка входить до складу лінії.

Після вилучення з форми, вилівки охолоджуються протягом 3...5 год. Потім на окремій ділянці проводиться відокремлення ливниково-живильної системи з допомогою галтувальних барабанів безперервної дії під час попереднього очищення литва або ж ударами молотка під час вибивання форм.

Рентген – контроль вилівок проводять з метою виявлення несучільностей. У випадку внутрішніх дефектів вилівок передається на переплавлення.

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		97

9.1.16 Можливий брак виливків і способи його попередження

Для виливка «Корпус підшипника» найчастіше утворюються такі дефекти лиття, як газові і піщані раковини, неметалеві включення, заливи, перекіс стрижнів. Існують різні способи попередження цих дефектів.

1. Газові раковини й газова поруватість.

Такі дефекти виникають із-за розчиненого у сплаві водню. Він може потрапляти у сплав з шихтою або розчинятися в ньому при плавленні. Тому шихта підігрівається перед завантаження до печей. Виникнення газових раковин попереджають рівномірним ущільненням суміші, влаштуванням штучної вентиляції форми шляхом наколювання каналів душником, виведення газів зі стрижнів.

2. Неметалеві і піщані включення.

Неметалеві включення – це оксиди металів, сульфід та фосфіди. Для усунення дефекту необхідно захищати ванну металу від взаємодії з киснем.

3. Заливи попереджують надійним центруванням півформ при складанні перед заливанням, очищення ладу опоки від сміття під час складання форми, використанням не пожолоблених підпочних щитків.

4. Перекіс стрижня може бути виключений правильним проставленням стрижня у форму і надійним його кріпленням, що контролюється шаблонами.

Сучасні методи дають змогу виправляти різноманітні дефекти виливків без погіршення їх якості. Основними методами виправлення дефектів виливків є:

- декоративне замазування дрібних поверхневих раковин замазками і мастиками;
- просочування спеціальними розчинниками для усунення поруватості виливків, які під час експлуатації піддаються гідравлічній дії;
- газове або електродугове заварювання.

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		98

9.1.17 Техніко-економічні показники

У цьому пункті вираховуються параметри, які характеризують розроблену технологію в загальному економічному вигляді.

Вихід придатного технологічний визначаємо за формулою:

$$BG_{TEH} = \frac{G_{OTL}}{G_{OTL} + G_{LC}} \cdot 100\% = \frac{12}{12 + 2} \cdot 100\% = 85\%$$

Вихід придатного металургійний:

$$BG_{MET} = \frac{BG_{TEH} \cdot (100 - Y) \cdot (100 - П) \cdot (100 - B)}{1000000}, \%$$

де $Y = 3\%$ – угар чавуну при плавці в індукційній печі;

$B = 1,5\%$ – безворотні втрати;

$B = 5\%$ – брак лиття при виробництві чавунних виливків.

$$BG_{MET} = \frac{85 \cdot (100 - 3) \cdot (100 - 1,5) \cdot (100 - 5)}{1000000} = 77,15\%$$

Витрати рідкого металу на 1 т виливків визначаємо за формулою:

$$M_{ЗAB} = \frac{1000 \cdot 100}{BG_{TEH}} = \frac{100000}{85} = 11767,7 \text{ кг}$$

					$\PhiЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ$	Арк.
						99
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9.2 Технологія виготовлення вилівка «Колосник»

9.2.1 Загальна характеристика вилівка

Колосник – це металева решітка, яка забезпечує рух повітряного потоку і підтримує процес горіння твердого палива за допомогою природної конвекції. Знаходиться між камерою згоряння і зольником, сприяє видаленню частинок попелу, що перешкоджають надходженню кисню. Призначений для підсушування дров і вугілля, а також розподіляє тягу в печі [11].

9.2.2 Вибір і характеристика технологічного процесу виготовлення вилівка

Для виготовлення вилівка «Колосник» стрижні не використовуються.

У ливарній формі розташовуємо один виливок.

Даний виливок за складністю конфігурації відноситься до 1 групи – вилівки не складної конфігурації невідповідального призначення. В залежності від маси вилівка, відносимо його до 1 групи – дрібні вилівки (до 100 кг).

Тип ливарного виробництва – серійне.

9.2.3 Аналіз можливих способів одержання вилівка.

Дану литу деталь доцільно виготовляти в опоках. Застосування інших способів виготовлення форм економічно нерентабельне, виходячи з маси і конфігурації вилівка.

Для виробництва будемо застосовувати формування в ПГФ.

					ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ	Арк.
						100
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Воно має істотні переваги:

- низька вартість формувальних матеріалів;
- можливість багаторазово використовувати оборотну суміш;
- висока продуктивність формувального устаткування;
- значне зменшення тривалості технологічного циклу в порівнянні

з формуванням по сухому.

Усі ці переваги ведуть до зниження собівартості виливка, тому економічно вигідно даний виливок виготовляти у ППФ.

Склад і властивості єдиної формувальної піщано-глинястої суміші наведено в табл.9.7.

Таблиця 9.7 – Склад і властивості єдиної формувальної піщано-глинястої суміші

Склад суміші, мас.%					Властивості		
Оборотна суміш	Кварцевий пісок	Бентоніт	Молоте вугілля	Мазут	Міцність при стиску, Мпа	Вологість,%	Вміст активного бентоніту
90...95	3...8	1,0...2,5	0,5...1,5	0...0,5	0,05...0,07	3,5...4,5	4,0...0,6

При виборі площини рознімання форми прагнуть, щоб були задоволені наступні вимоги:

Весь виливок чи його основну частину розташовувати в одній півформі (бажано в нижній).

Оброблювані поверхні розташовувати в нижній півформі або вертикально.

Кількість площин рознімання повинна бути мінімальною, і вони повинні бути по можливості плоскими.

Обрана площина рознімання повинна забезпечувати зручність ущільнення суміші і витягування моделі.

Обрана площина рознімання повинна забезпечувати зручність установа стрижнів, їхнє стійке положення і можливість контролю складання форми.

Підведення металу повинне здійснюватися в стінку вилівка, уздовж довгої осі деталі.

Враховуючи ці вимоги, вибираємо площину рознімання форми по площині вилівка, таким чином весь вилівок знаходиться в нижній півформі (креслення 3) Підведення металу здійснюємо по розніму форми до бокової стінки вилівка. Метал підводимо двома живильниками трапецієвого перерізу, що розташовані в нижній півформі.

9.2.4 Розрахунок площ поперечних перерізів елементів ливникової системи

Розрахунок ливникової системи починаємо з визначення площі самого вузького перерізу. Оскільки використовуємо звужувальну ливникову систему, то найвузчим перерізом є переріз живильника.

Сумарна площа перерізу живильника на один вилівок складає:

$$\sum F_{ж} = \frac{G}{\mu \cdot 0,31 \cdot \tau \cdot \sqrt{H_p}}, \text{ см}^2 \quad (9.5)$$

де G – маса вилівка, $G = 22 \cdot 1,25 = 28$ кг;

μ – коефіцієнт втрат. Для щілинної ливникової системи $\mu = 0,4$.

τ – оптимальна тривалість заливання металу, с ;

H_p – розрахунковий, або середній металостатичний напір, м;

					$\Phi Л 71 мп. 71 мп 01.1110.000.ПЗ$	Арк.
						102
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оптимальна тривалість заливання металу визначається за формулою:

$$\tau = 2,2 \cdot \sqrt{G}, \text{ с} \quad (9.6)$$

де G – маса вилівка, кг. Маса вилівка $G = 28$ кг.

Підставивши значення у формулу (9.6) отримаємо:

$$\tau = 2,2 \cdot \sqrt{28} = 12 \text{ с}$$

Розрахунковий метало статичний напір знаходиться за формулою:

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

Підставивши певні данні, за формулою (), отримаємо:

$$H_p = 10 - \frac{1}{2 \cdot 3} = 9,8 \text{ см}$$

Підставивши значення у формулу (9.5) отримаємо;

$$\Sigma F_{жс} = \frac{28}{0,31 \cdot 12 \cdot 0,4 \cdot \sqrt{9,8}} = 6,0 \text{ см}^2$$

Площа поперечного перерізу живильника дорівнює:

$$F_{ж} = \frac{6}{2} = 3 \text{ см}^2$$

					$\Phi Л 71 мн. 71 мн 01.1110.000. ПЗ$	Арк.
						103
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За конфігурацією та масою вилівка приймаємо співвідношення елементів ливникової системи:

$$\sum F_{\text{ж.}} : \sum F_{\text{шл.}} : \sum F_{\text{ст.}} = 1,0 : 1,06 : 1,1 \quad (9.7)$$

де $\sum F_{\text{ж.}}$ – сумарна площа перерізів живильників, см²;

$\sum F_{\text{шл.}}$ – сумарна площа перерізу шлаковловлювачів, см²;

$\sum F_{\text{ст.}}$ – площа перерізу стояка, см².

Згідно співвідношенням у формулі (9.7) отримаємо наступне:

$$\sum F_{\text{ж.}} : \sum F_{\text{шл.}} : \sum F_{\text{ст.}} = 6,0 : 6,4 : 6,6$$

Метал підводиться до вилівка за допомогою двох живильників. Так як, вилівок «Колосник» виробляється із чавуну, то поперечний переріз живильника і шлаковловлювача приймаємо рівнобічну трапецію, а стояка – коло. Розмір поперечного перерізу живильника наведено на рис.9.7.

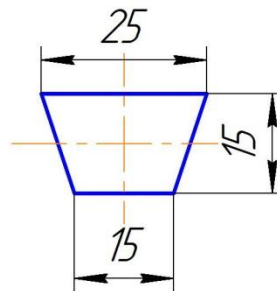


Рисунок 9.7 – Схематичне зображення поперечного перерізу живильника

На рис. 9.4 показаний поперечний переріз шлаковловлювача із лінійними розмірами.

					ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ	Арк.
						104
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

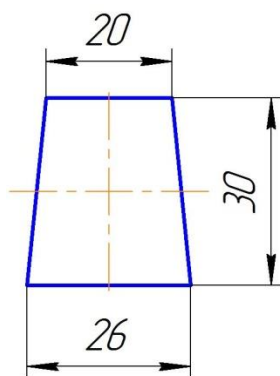


Рисунок 9.8 – Схематичне зображення поперечного перерізу
шлаковловлювача

Найменший поперечний переріз стояка, визначаємо за допомогою формулі (9.8):

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{ст.}}}{\pi}}, \text{ мм} \quad (9.8)$$

де: $F_{\text{ст.}}$ – площа найменшого поперечного перерізу стояка, см^2 .

Визначимо поперечний переріз стояка використовуючи формулу (9.8):

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 6,6}{3,14}} = 3,0 \text{ см}$$

Отже, поперечний переріз стояка має діаметр 30 мм і показаний на рис.9.5.

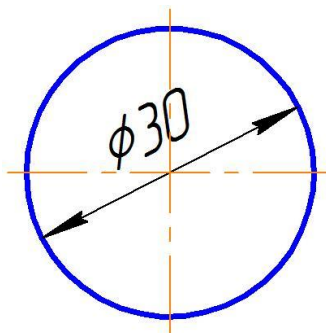


Рисунок 9.9 – Схематичне зображення поперечного перерізу стояка

					ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		105

10 РОЗРАХУНОК ІНДУКЦІЙНОЇ ТИГЕЛЬНОЇ ПЕЧІ

10.1 Загальний опис конструкції печі

Індукційні тигельні печі для плавлення залізо-вуглецевих сплавів мають закриту конструкцію, тобто магнетний потік у них ззовні індуктора передається радіально розміщеними пакетами трансформаторної сталі (магнето-проводами). Така конструкція надає печі жорсткість і компактність, підвищує коефіцієнт корисної дії і продуктивність печі.

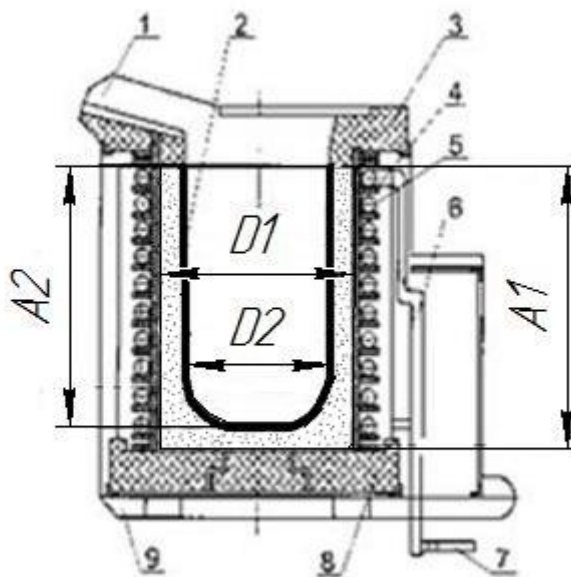
Печі для плавлення залізо-вуглецевих сплавів працюють на струмі промислової частоти (100 Гц) [5].

Основною перевагою індукційного плавлення в тигельних печах промислової частоти є відносно холодний шлак, велика продуктивність, інтенсивне перемішування і висока якість металу.

Оскільки індукційні тигельні печі є агрегатами періодичної дії, то для безперервного забезпечення металом діляниць заливання форм установлюють декілька печей.

На рис. 10.1 представлена індукційна тигельна піч (ІСТ) промислової частоти місткістю 1 т. Вона складається з наступних основних вузлів: металевого каркаса 9, тигля 2, індуктора 5. Каркас 9 печі являє собою зварену конструкцію, виконану з листової сталі. Жорсткість каркасу забезпечується ребрами жорсткості, рівномірно розташованими по діаметру обичайки.

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Розрахунок індукційної тигельної печі</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Багі Йозеф						
Перевір.		Самарай В. П.					106	158
Н. Контр.						<i>ІФФ, ФЛ-71мп</i>		
Затверд.		Самарай В. П.						



1 – зливний носик; 2 – тигель; 3 – верхня фасонна кераміка; 4 - ізоляційні прокладки; 5 – індуктор; 6, 7 – з'єднувальні шини; 8 – нижня фасонна кераміка; 9 – металевий каркас.

Рисунок 10.1 – Схема індукційної печі

Головною частиною печі є індуктор 5, який представляє собою мідну профільовану водоохолоджувальну трубку. Котушки індуктора ізолювані склострічками; щоб уникнути осьового переміщення індуктора він зафіксований спеціальними притисками з немагнетного матеріалу. Індуктор печі оточений вінцем із сталевих пакетів, які разом з притисками створюють надійне кріплення індуктора, що особливо важливо при нахилі печі.

Плавильним простором печі є тигель 2, який виконується зазвичай набиванням безпосередньо в самій печі. Для футерівки тигля застосовують кислі, основні і нейтральні вогнетривкі матеріали.

Струмopідведення до печі здійснюється гнучкими водоохолоджуваними кабелями. Регулювання потужності печі здійснюється автоматично регулятором електричного режиму. Для управління нахилом печі передбачений пульт управління.

10.2 Розрахунок тигля

Розраховуємо об'єм тигля за наступною формулою:

$$V = G/\gamma, \quad (10.1)$$

де V – об'єм тигля, м^3 ;

G – місткість печі, кг;

γ – густина рідкого металу, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Підставивши значення в формулу (10.1), отримуємо:

$$V = 1000/6700 = 0,15 \text{ м}^3;$$

Знаходимо значення коефіцієнтів C_1 і C_2 із діаграми залежності коефіцієнтів від роду металу (рис. 10.2).

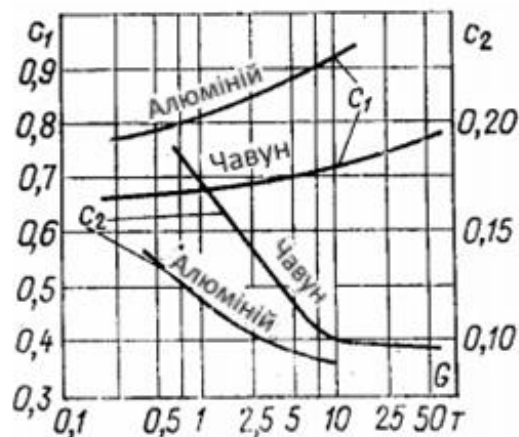


Рисунок 10.2 – Оптимальні значення коефіцієнтів геометрії тигля C_1 і C_2 в залежності від місткості печі

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Що стосується коефіцієнта C_3 , то із зростанням його в межах від 0,5 до 1,5 повний ККД печі підвищується, хоча і незначно. Тому коефіцієнт C_3 слід приймати рівним 1,1...1,3.

Приймаємо такі коефіцієнти: $C_1=0,68$; $C_2=0,17$; $C_3=1,2$.

Робочий внутрішній діаметр тигля розраховуємо за формулою:

$$D_2 = \sqrt[3]{4C_1 \cdot V/\pi}, \quad (10.2)$$

де D_2 – робочий внутрішній діаметр тигля, м;

V – об'єм тигля, м³.

Підставивши значення в формулу (10.2), отримуємо:

$$D_2 = \sqrt[3]{4 \cdot 0,68 \cdot \frac{0,15}{3,14}} = 0,5 \text{ м.}$$

Розраховуємо висоту завантаження за формулою:

$$A_2 = D_2 / C_1, \quad (10.3)$$

де A_2 – висота завантаження тигля, м;

D_2 – робочий внутрішній діаметр тигля, м.

Підставивши значення в формулу (10.3), отримуємо:

$$A_2 = 0,5 / 0,68 = 0,73 \text{ м.}$$

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		109

Розраховуємо висоту індуктора. Висота індуктора складає:

$$A_1 = A_2 \cdot C_3, \quad (10.4)$$

де A_1 – висота індуктора, м.

A_2 – висота завантаження тигля, м;

Підставивши значення в формулу (10.4), отримуємо:

$$A_1 = 0,73 \cdot 1,2 = 0,88 \text{ м.}$$

Товщина футерівки в середньому перерізі тигля знаходиться за формулою:

$$\Delta\Phi = D_2 \cdot C_2, \quad (10.5)$$

де $\Delta\Phi$ – товщина футерівки в середньому перерізі тигля, м;

D_2 – середній внутрішній діаметр тигля, м.

Підставивши значення в формулу (10.5), отримуємо:

$$\Delta\Phi = 0,5 \cdot 0,17 = 0,085 \text{ м.}$$

Розраховуємо внутрішній діаметр тигля за формулою:

$$D_1 = D_2 + 2\Delta\Phi + 2\Delta_{із}, \quad (10.6)$$

де D_1 – внутрішній діаметр тигля, м;

D_2 – середній внутрішній діаметр тигля, м;

$\Delta\Phi$ – товщина футерівки в середньому перерізі тигля, м;

$\Delta_{із}$ – товщина теплової ізоляції між футерівкою і індуктором, $\Delta_{із} = 8$ мм.

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		110

Підставивши значення в формулу (5.6), отримуємо:

$$D_1 = 0,5 + 2 \cdot 0,085 + 2 \cdot 0,008 = 0,68 \text{ м;}$$

10.3 Правила експлуатації

Плавильний простір індукційної печі виконується у вигляді тигля, виготовленого із спеціальної вогнетривкої маси. Операції набивання тигля мають виконуватися з особливою ретельністю і з застосуванням хімічно чистих матеріалів. Високі вимоги до якості виготовлення тигля пояснюються тим, що чаша працює в несприятливих умовах: внутрішня поверхня тигля обігрівается рідким металом і має його температуру, а зовнішня поверхня стикається з індуктором, що охолоджується водою. Крім цього, зазвичай в металургійних печах футерування виконується в кожусі печі.

Для футерування індукційних тигельних печей застосовується кварцовий пісок або мелений кварцит. Як зв'язувальну добавку застосовують борну кислоту, яка плавиться і забезпечує швидке спікання футерівки.

Технологія виконання футерівки включає наступні операції: підготовку матеріалів; приготування футерувальної маси; набивання тигля; спікання тигля; викладка коміра.

Кварцовий пісок (або мелений кварцит) повинен містити не менше 95% двооксиду кремнію (SiO_2). Пісок повинен містити не більше 0,25...0,50% залишкової вологи, і для усунення вкраплень заліза, піддається магнетній сепарації. Потім пісок розсіюють на фракції: 2...3 мм – 35%; 0,75...1 мм – 20% і менше 0,75 мм – 45%.

Потрібну кількість піску кожної фракції засипають в ретельно очищений змішувач, де пісок перемішується протягом 10...15 хв, потім додають борну кислоту в кількості 2,0...2,5% і суміш перемішується ще 10 хв. Приготована таким чином маса має бути відразу використана. У разі приготування маси

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		111

запас змішаних фракцій піску пакують у мішки і зберігають у сухому місці, а борну кислоту вводять перед використанням маси.

При заливанні подини слід встановити контактну шпильку для роботи сигналізатора проїдання тигля металом. Після цього подина встановлюється в каркасі печі.

На подину встановлюють індуктор і стискають його між верхнім і нижнім рядами притисків і далі набивають тигель. Форма і внутрішні розміри тигля визначаються розмірами шаблону, розмірами індуктора і відносним розташуванням шаблону і індуктора. Перед набиванням тигля внутрішню поверхню індуктора викладають азбестовим картоном, а також встановлюють сітку-електрод сигналізатора проїдання тигля. На дно поду насипають шар футерувальної маси товщиною 40...50 мм і ущільнюють легкими ударами ручної трамбівки; розпушивши злегка ущільнену поверхню, насипають другий і наступні шари. Загальна висота дна тигля має бути обрана з розрахунком перекриття третього витка індуктора. Після закінчення набивання пода видаляють з азбестової прокладки притискне кільце і встановлюють шаблон, в який закладають вантаж, що фіксує шаблон, і приступають до набивання стінок тигля.

Закінчивши набивання тигля, спеціальними шамотними плитками викладають комір тигля і зливний носик і обмазують вогнетривким розчином з мelenого шамоту і вогнетривкої глини.

Сушка і спікання футерівки відбувається за допомогою потужної електричної лампи.

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		112

11 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці – система правових, соціально-економічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності [12].

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

Ливарний цех потужністю 960 тонн придатних виливків на рік. Кількість всіх працюючих до 50 осіб.

Об'єм на одного виробничого робітника – 1277 м³, що задовольняє вимогам санітарних норм та правил.

До складу цеху входять такі відділення: формувальню-складально-заливально-вибивню, сумішоприготувальню, плавильню, стрижневу, фінішних операцій, склад шихтових і формувальних матеріалів та склад готової продукції.

У цеху виготовляються виливки із чавунів і сталі марки СЧ20, СЧ25, ВЧ400-15 та 40ХЛ.

Метал виплавляється в індукційних тигельних печах марки ИСТ-1,0.

Однією з головних задач під час проектування ливарного цеху є охорона праці робітників, що працюють на даному підприємстві, запобігання появи професійних захворювань і виробничого травматизму, а також охорона навколишнього середовища [13].

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Багі Йожеф			<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		Самарай В.					113	158
<i>Н. Контр.</i>		Федоров Г.Є.				<i>ІФФ, гр..ФЛ-71мп</i>		
<i>Затверд.</i>								

Відділення ливарних цехів, як правило, насичене устаткуванням, яке є джерелом наступних шкідливих і небезпечних факторів: надмірна запиленість і загазованість робочої зони, підвищений рівень шуму, вібрацій, джерела електричної безпеки і пожежної безпеки, а також рухомі механізми, що можуть травмувати чи завдати механічних пошкоджень.

Метою даного розділу є аналіз небезпечних та шкідливих чинників у проєктованому ливарному цеху, розробка заходів і засобів, які спрямовані на мінімізацію їх несприятливого впливу на працюючих та розробка заходів з метою недопущення та мінімізації негативних наслідків надзвичайних ситуацій [14].

11.1 Заходи щодо запобігання непередбачених викидів

До технічних систем екобезпеки належать системи захисту атмосферного повітря, захисту водного середовища та поводження з відходами. При розробці заходів з охорони атмосфери на всіх промислових підприємствах встановлюють чи визначають: джерела забруднення атмосфери, склад і кількість промислових викидів; рівні забруднення приземного шару повітря в зонах розсіювання викидів; гранично допустимі викиди (ГДВ) шкідливих речовин в атмосферу кожним джерелом і підприємством у цілому; основні технічні рішення щодо скороченню промислових викидів окремими джерелами і повний перелік заходів з охорони атмосфери, здійснення яких забезпечить санітарні норми забруднення приземного шару в розташуванні підприємства; необхідна кількість пиловловлюючого і газоочисного устаткування, капітальні вкладення і поточні витрати на реалізацію заходів з охорони атмосфери для кожного джерела і підприємства в цілому.

Особисті запобіжні заходи. Евакуювати персонал в безпечні місця. Використовувати персональне захисне обладнання. Не допускати контакту зі шкірою, очима та одягом.

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
						114
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Засоби захисту навколишнього середовища. Заповнити рідину землею або аналогічним матеріалом. Продукт не повинен потрапляти в стічні канали, джерела води або ґрунт.

Методи очищення. Вимокати хімічно неактивним абсорбуючим матеріалом (пісок, кварцовий гель, кислотні сполучні, універсальні сполучні, тирсу). Зібрати в відповідний контейнер для відходів.

Додаткові поради. Проінформувати пожежну бригаду або поліцію, якщо продукт пройшов в воду або в каналізацію або якщо ґрунт або рослини були заражені [3].

11.2 Аналіз мікроклімату

Мікрокліматичні умови – це параметри температури, відносної вологості, швидкості руху повітря в робочій зоні або в зоні обслуговування та на постійних робочих місцях, встановлені відповідними нормами.

Оскільки робота в цеху пов'язана з певними фізичними навантаженнями то виокремлюємо декілька категорій робіт за ступенем важкості:

1) I-б – легкі роботи – роботи, що виконуються сидячи, стоячи чи пов'язані із ходінням, та супроводжуються деяким фізичним напруженням а саме службова адміністрація;

2) II-б – середньої важкості – роботи, що виконуються стоячи, пов'язані із ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів, та супроводжуються помірним фізичним напруженням; а саме формувальники, стрижнярі тощо;

3) III – важкі роботи – роботи, пов'язані із постійним переміщенням, перенесенням значних дрібних (понад 10 кг) вантажів, котрі потребують великих фізичних зусиль а саме плавильники, заливальники тощо.

					ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		115

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні встановлюємо оптимальну та допустиму температуру, відносну вологість, швидкість руху повітря та інтенсивність теплового випромінювання, які наведено в табл. 11.1.

Відносна вологість коливається в межах 68...71 % і не перевищує допустимої норми 75 %.

Температура питної води 18...20 °С. Відповідність указаних значень параметрів мікроклімату досягається утворенням у цеху загальної системи вентиляції, яка має забезпечити повітрообмін не менше 60 м³/(людину·год). На дільницях плавлення та заливання система вентиляції має забезпечувати допустиме значення температури [15].

Таблиця 11.1 – Параметри мікроклімату відповідно до ДСН 3.3.6.042-99

Період року	Температура повітря, °С			Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
	оптимальна	Допустима на робочих місцях		оптимальна	допустима	оптимальна	допустима
		постійних	непостійних				
Холодний	17...19	15...21	13...23	40...60	75	0,2	0,4
Теплий	20...22	12...27	15...19	40...60	70	0,3	0,2...0,5

Тепло витрачається на нагрів фільтруючого зовнішнього повітря, що надходить у цех.

При опаленні цеху за допомогою припливної вентиляції температура повітря, що подається має бути не вищою за 70 °С, при цьому припливна вентиляція встановлюється на висоті більше 3,5 м від рівня підлоги. Якщо подача повітря здійснюється на висоті 3,5 м від підлоги, температура його не повинна перевищувати 45 °С, а робоче місце розташовується не ближче ніж за 2 м. У формувальних відділеннях вентиляція має забезпечувати мінімальний триразовий повітрообмін [15].

					ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ	Арк.
						116
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11.3 Розрахунок освітлення

11.3.1 Розрахунок природного освітлення

Природне освітлення має важливе фізіолого-гігієнічне значення для людини. Воно має психологічну дію створюючи відчуття безпосереднього зв'язку з довкіллям, стимулює фізіологічні процеси, підвищує обмін речовин, покращує розвиток організму в цілому. Однак, природне освітлення має і недоліки: воно непостійне в різні періоди часу, нерівномірно розподіляється в приміщенні, залежить від погодних умов [16].

Тому для забезпечення нормативного розраховуємо природне та штучне освітлення в цеху. Освітлення має бути достатнім для виконання робіт та відповідати ДБН В 2.5.28 – 2006. Норми освітленості для різних відділень: склади шихти і формувальних матеріалів, сумішоприготувальне відділення, фінішних операцій – 100...150 лк; формувальне, плавильно-заливальне відділення й дільниця ремонту оснастки – 150...200 лк.

Для освітлення цеху, розмірами довжиною 102 м та шириною 24 м, в світлий період доби застосовується природне бічне освітлення, яке надходить крізь віконні прорізи ($S_v = 2 \times 204 \times 4 = 1632 \text{ м}^2$) та ліхтарі ($S_{\text{ліх}} = 818 \text{ м}^2$). Віконні прорізи присутні у всіх відділеннях цеху. Відповідно до вимог ДБН В2.5.-28-2006 розрахуємо КПО [9]:

$$(100 \cdot S_{\text{вікон}} + S_{\text{ліхтарів}}) / S_{\text{підлоги}} = (\text{КПО} \cdot k_3 \cdot h_6 \cdot k_{\text{бюд}} \cdot h_{\text{ліх}}) / (t_{\text{заг}} \cdot r_1 \cdot r_2), \quad (11.1)$$

де $S_{\text{вікон}}$, $S_{\text{ліхтарів}}$, $S_{\text{підлоги}}$ – площа вікон, ліхтарів та підлоги у цеху;

k_3 – коефіцієнт запасу, враховує зниження світлопропускання вікон і середовища, $k_3=1,3$;

$h_6, h_{\text{ліх}}$ – світлова характеристика вікон та ліхтарів, $h_6=6,5$, $h_{\text{ліх}}=4,5$;

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		117

$k_{\delta y d}$ – коефіцієнт, що враховує затінення вікон будівлями, які розташовані навпроти, $k_{\delta y d}=1$;

$t_{заг}$ – загальний коефіцієнт світлопропускання.

$$t_{заг} = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (11.2)$$

де τ_1 – коефіцієнт світлопропускання матеріалу (визначається за табл. 4.3);

τ_2 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у віконній рамі (визначається за табл. 4.3);

τ_3 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у несучих конструкціях (при боковому освітленні $\tau_3=1$; при верхньому – $\tau_3=0,8-0,9$);

τ_4 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у сонцезахисних пристроях (визначається за табл. 4.3);

τ_5 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями (приймається рівним 0,9).

r_1, r_2 – коефіцієнти, що враховують підвищення КПО за рахунок відбиття відповідно при боковому і верхньому освітленні $r_1, r_2=2,1$ [9].

Середній коефіцієнт відбиття $\rho_{ср}$ стелі, стін, підлоги визначається за формулою:

$$\rho_{ср} = \frac{\rho_{стелі} S_{стелі} + \rho_{стін} S_{стін} + \rho_{підлоги} S_{підлоги}}{S_{стелі} + S_{стін} + S_{підлоги}} \quad (11.3)$$

$\rho_{стелі}, \rho_{стін}, \rho_{підлоги}$ – відповідні коефіцієнти відбиття;

$S_{стелі}, S_{стін}, S_{підлоги}$ – відповідні площі поверхонь;

r_1, r_2 – коефіцієнт, що враховує підвищення КПО при боковому освітленні та при верхньому освітленні $r_1, r_2=2,1$.

З формули (11.2) можемо знайти значення КПО:

$$КПО = (100(S_B + S_{ліх}) \cdot t_{заг} \cdot r_1 \cdot r_2) / (k_3 \cdot h_B \cdot k_{буд} \cdot h_{ліх} \cdot S_{п}) \quad (11.4)$$

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
						118
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підставивши всі значення до формули (11.4), отримаємо:

$$\text{КПО} = (100 \cdot (1632 + 818) \cdot 0,22 \cdot 2,4 \cdot 1,05) / (1,6 \cdot 6,5 \cdot 1,4 \cdot 4,5 \cdot 8340) = 0,25\%.$$

Аналізуючи розрахунки, бачимо що коефіцієнт природного освітлення в ливарному цеху становить 0,25 %, а нормативний КПО при суміщенному освітленні має становити 3%.

Характеристика зорової роботи яка відноситься до високої точності. Відповідно до вимог ДБН В 2.5-28-2006 для розряду і під розряду зорової роботи Па (розмір об'єкта 0,15...0,3 мм; фон – темний; контраст об'єкта з фоном – малий) освітленість повинна становити:

- всього 4000 лк;
- від загального 400 лк.

Тривала робота при високому освітленні може привести до світлобоязні збільшеної чуйності очей до світла з характерними сльозотечінням, запаленням слизистої оболонки та роговиці ока.

Для забезпечення достатнього освітлення, що відповідає нормам здійснюємо розрахунок штучного освітлення за наступним формулами.

Ливарний цех має: довжину 102 м, ширину 24 м, висоту 12 м. Розрахунок проводимо методом світлового потоку по формулі:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E \cdot K \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta} \quad (11.5)$$

де $\Phi_{\text{л}}$ – світловий потік, лм;

E – нормована освітленість, лк. Нормовану освітленість E приймаємо відповідно до ДБН В 2.5.28-2006 – $E = 200$ лк за малої точності зорових робіт та найменшим розміром об'єкта розпізнавання 1...5 мм;

S – площа приміщення, яка освітлюється, м². $S = 102 \cdot 24 = 2448$ м²;

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		119

K_3 – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп, $K_3 = 1,8$ – для ливарних цехів при освітленні газорозрядними лампами;

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення, $Z = 1,15$.

N – кількість світильників.

Рівномірність освітлення досягається при відповідному співвідношенні відстані між світильниками L та висоти їх підвісу h .

$$L = 0,6 \cdot 8,5 = 5,7 \text{ м.}$$

Кількість світильників, яка необхідна знаходимо за наступною формулою:

$$N = \frac{S}{L^2}, \quad (11.6)$$

Підставляємо дані до формули (11.6):

$$N = \frac{2448}{5,7^2} = 33 \text{ шт.},$$

Отже кількість світильників необхідних для освітлення ливарного цеху становить 33 шт.

Коефіцієнти використання світлового потоку визначається за світлотехнічними таблицями залежно від показника приміщення, коефіцієнтів відбиття стін та стелі.

Показник приміщення становить $i = 5,3$.

Тип світильників приймаємо ГсУ, $h = 0,5$ м, при $\rho_{\text{стелі}} = 70\%$ і $\rho_{\text{стін}} = 50\%$ при $i = 5,0$ ($i = 5,3$ немає) дорівнює $\eta = 0,89$.

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
						120
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За формулою (11.5) визначаємо, що світловий потік світильника становить:

$$\Phi_{л} = \frac{200 \cdot 1,8 \cdot 2448 \cdot 1,15}{33 \cdot 0,89 \cdot 1} = 34507 \text{ лм}$$

Приймаємо ртутні лампи типу GGY-700 E40 Delux, які мають світловий потік 35000лм.

Визначимо сумарну електричну потужність усіх світильників, встановлених у приміщенні [9]:

$$\Sigma P_{CB} = P_{CB} \cdot N \cdot n = 400 \cdot 33 \cdot 1 = 13200 \text{ Вт.}$$

Штучне освітлення ливарного цеху відповідає нормі штучного освітлення

Для забезпечення нормованих значень освітленості в приміщенні потрібно проводити чищення скла віконних рам і світильників не рідше двох разів у рік і проводити своєчасну заміну перегорілих ламп. Недостатність освітлення призводить до напруження зору, послаблює увагу, призводить до настання передчасної стомленості. Надмірно яскраве освітлення викликає осліплення, роздратування і різь в очах. Неправильний напрямок світла на робочому місці може створювати різкі тіні, відблиски, тому настільки важливий правильний розрахунок освітленості [9].

Схема розташування світильників зображена на рис.11.1.

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
						121
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

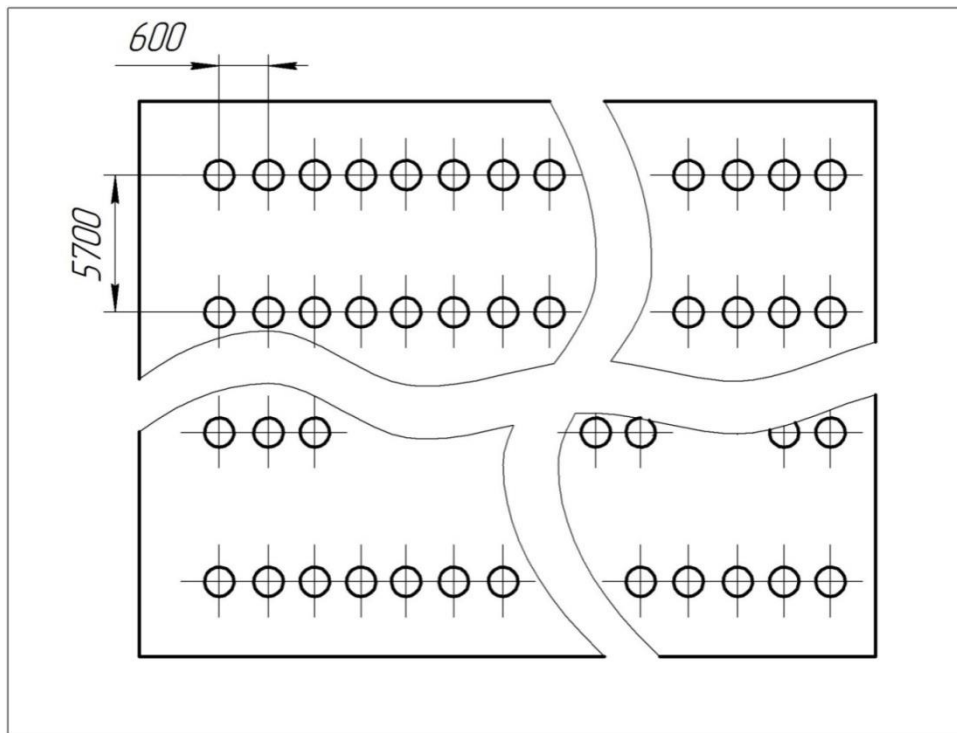


Рисунок 11.1– Схема розташування світильників

11.4 Випромінювання

Робітники плавильного відділення і дільниці термічного відділення можуть піддаватися небезпечній дії теплового, електромагнітного випромінювання.

Джерелами теплового випромінювання є: рідкий метал, термічні печі, приводи двигунів тощо.

У процесі заливання металу, тверднення виливків, транспортування їх на дільницю охолодження, робітники знаходяться в зоні інфрачервоного випромінювання. Згідно ДСН 3.3.6.042 – 99, тепловий потік у робочій зоні не повинен перевищувати 140 Вт/м^2 . Обов'язковим є використання засобів індивідуального захисту. Інфрачервоне випромінювання може визвати ряд патологічних змін в організмі людини: кон'юнктивіт, помутніння кришталика, опік сітчатки, порушення в серцево-судинній та нервовій системах[7].

Згідно ДСН 239 – 96, граничнодопустимі величини напруженості складових поля на робочих місцях є:

- електрична складова – 5 А/м;
- магнітна складова – до 20 В/м.

Як індивідуальні засоби захисту використовують одяг із радіо тканини [12].

11.5 Джерела шуму

Шум – будь-який несприятливий звук, який діє на людину. Це сполучення звуків різної частоти та інтенсивності. З фізичної точки зору звук являє собою механічне хвильове коливання пружного середовища, яке супроводжується виникненням надлишкового тиснення, яке сприймається людиною через слуховий орган у діапазоні частот 16...20 кГц [16].

Джерелом шуму у цеху, що проектується є печі, генератори, конвеєри та інше устаткування. У відповідності до ДСН 3.3.6.037 – 99, максимально припустимий рівень звуку у виробничих відділення – має не перевищувати 80 дБ. Шум спричиняє шкідливий вплив на організм людини, та в першу чергу на центральну нервову систему та серцево-судинну систему, призводить до їх захворювань, сприяє зниженню продуктивності праці та збільшенню втомлюваності, викликає захворювання органів слуху. Тривалий вплив шуму може привести до погіршення слуху, а в окремих випадках – до глухоти.

Засоби індивідуального захисту, використання яких передбачається у цеху, який проектується:

- протишумові укладки (закривають вушну раковину зовні);
- протишумові навушники (перекривають слуховий прохід);
- протишумові каски і шоломи (закривають всю голову і застосовуються у сполученні з навушниками і протишумовими костюмами).

Для послаблення шуму у приміщеннях цеху ударні дії замінені, наскільки це можливо, безударними, зменшена маса та величина поверхонь прилягання

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
						123
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

частин, які разом ударяються. Над обладнанням, яке шумить, знаходяться шумопоглиначі – плоскі та об'ємні звукопоглинальні елементи[13].

11.6 Загазованість та запилення

Під час технологічного процесу в цеху на всіх стадіях оброблення матеріалів можлива дія шкідливих та небезпечних виробничих факторів. Основні з них: запиленість, виділення газів і пару, виділення небезпечних речовин, надмірне виділення тепла, збільшений рівень шуму та вібрації, наявність рухомих машин та механізмів, рухомих частин виробничого устаткування.

Джерелами виділення пилу в цеху, що проектується, є формувальні машини та лінія, установки для вибивання та зачищення виливків, коткові та шнековий змішувачі, плавильні печі.

Згідно ГОСТ 12.1.005-88 пил, який виділяється (діоксид кремнію), відноситься до фіброгенних речовин. Пил, який попадає в організм людини через дихальні шляхи, може призвести до розвитку професійних захворювань пилового бронхіту, силікозу, пневмоконкозу [4].

Під час процесу плавки виділяються оксиди вуглецю, оксиди азоту, пил з вмістом оксидів кремнію, заліза, марганцю та ін. Для їх видалення в конструкції печей передбачений вентиляційний канал, встановлений по периметру плавильного контуру. Цей канал необхідно з'єднати з цеховою вентиляційною системою. Обсяг видаляється забрудненого повітря – 2000 м³/ч.

При фарбуванні форм і стрижнів протипригарним покриттям (фарбами) джерелом шкідливих газовиділень є розчинники, що входять до складу протипригарних фарб і розділових покриттів для модельно-стрижневий оснащення.

При фарбуванні відбувається випаровування розчинника, пари якого є токсичними і можуть зробити шкідливий вплив на організм працівників.

					ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ	Арк.
						124
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У табл. 11.2 наведено склад розчинника і токсикологічні характеристики його компонентів [5].

Таблиця 11.2 – Токсикологічні характеристики протипригарного покриття VELVACOAT ST 603

Найменування компонента	Вміст компонентів в розчиннику протипригарного покриття, % мас.	Клас небезпечності	Гранично допустимі концентрації (ГДК), мг/м ³		
			ГДК _{р.з}	ГДК _{м.р.}	ГДК _{с.с.}
				Максимальна разова	Середньодобове
Ізопропіловий спирт (ізопропанол)	100	3	10	0,3	0,3

Так як частину виливків виготовляють литтям у холоднотвердну форму, а зв'язувальним компонентом являється феноло-формальдегідна смола, яка в свою чергу після заливання рідкого металу починає термодеструкцію із супроводженням виділення газів.

Маса газовиділень залежить від багатьох чинників: типу застосовуваних смол, маси заливаються виливків, маси суміші форм і стрижнів, приходячи-трудящих на 1 тонну рідкого залитого металу, товщини стінок виливків і ряду інших чинників. Газовиділення, такі як формальдегід, аміак, метанол, ацетон частково згоряють при виділенні з форми, а частина виділень (фенол) осаджуються в порах форм.

Поліфуранові (поліфурілові) смоли є продуктами автоконденсації фурілового спирту в кислому середовищі. Їх промислова назва – фуранові смоли. Ці смоли надають підвищену міцність сумішей, їх витрата лежить в межах 0,8...1,2% від маси суміші, вони не містять фенолу. Нижче визначені екологічні характеристики з точки зору виконання вимог з охорони навколишнього середовища.

					ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		125

При заповненні разової піщаної холоднотвердної форми рідким металом виділяються токсичні гази. Для зменшення викидів токсичних газів у атмосферу, які виділяються при термодеструкції феноло-формальдегідної смоли застосовується газоочисна установка АБХУ КВФ-05/15.

При виготовленні ливарних форм із ХТС використовуються спеціальні вакуумні опоки. Перед заповненням порожнини форми рідким металом, за допомогою шлангів, до опок підключається насос, який відсмоктує токсичні гази. Останні направляються до газоочисної установки АБХУ КВФ-05/15. Після чого вже очищене повітря викидається у атмосферу.

Застосування абсорбційної-біохімічної технології очищення вентиляційних викидів дозволяє успішно вирішувати екологічні задачі, так як ефективність абсорбційної очищення порівнянна з кращими світовими зразками, а використання біотехнології дає можливість нейтралізувати шкідливі органічні речовини без забруднення довкілля [13].

У табл. 11.3 наведені порівняльні дані за обсягами шкідливих газовиділень, віднесені до одного граму фуранової смоли при її деструкції.

Таблиця 11.3 – Питомі об'єми газовиділень за 1 годину при заливці охолодженні форм.

№	Найменування токсичною речовини	Питомі газовиділення на 1 г смоли, мг/Г·год
1	2	3
I. Ароматичні вуглеводні		
1.	Бензол	26,9
2.	Толуол	-
3.	Етилбензол	-
4.	Ксилол	-
5.	Пропілбензолу	-
6.	п-метилетилбензоли	-

1	2	3
7.	Нафталін	-
8.	Фуран	-
Разом з пункту I.		26,9
II. Альдегіди		
9.	Формальдегід	-
10.	Ацетальдегід	-
11.	Пропіоновий альдегід	-
12.	Масляний альдегід	-
13.	Акролеїн	-
14.	Фурфурол	0,045
Разом з пункту II		0,045
III. Інші		
15.	Ацетон	-
16.	Фурфуриловий спирт	-
17.	Бензофуран	-
18.	Метанол (метиловий спирт)	0,27
19.	Метан	0,72
20.	Діоксид сірки (SO ₂)	2,9
21.	Оксид вуглецю (CO)	8,7
Разом з пункту III.		12,59
Всього газовиділень		39,535

За перші 10 хвилин виділяється більше 80% всіх газів, що утворюються, за 30...45 хвилин - 90%.

11.7 Елетробезпека

Джерелами ураження електричним струмом є електричні установки. Електричні травми можуть причиняти наступні фактори:

- невідповідність електроустановок, засобів захисту і приладів вимогам безпеки;
- невиконання технічних заходів безпеки;

					ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ	Арк.
						127
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– організаційно-соціальні причини.

Основними джерелами ураження електричним струмом в цеху є індукційні тигельні печі, електроприлади для зачищення виливків, електрифіковане підйомно-транспортне устаткування та інші установки з електроприводами.

Вважають небезпечним струм у 25 мА, при якому важко самотійно відірватися від провідника, а струм величиною у 100 мА може призвести до смерті. Найнебезпечніша частота – 50...60 Гц.

Класифікація методів безпечної експлуатації електроустановок:

1) застосування захисних мір – це схемні або конструктивні рішення які знижують небезпеку поразки людини електричним струмом;

2) використанням електрозахисних засобів – це вироби, що переносять або перевозять, які служать для захисту персоналу від поразки електричним струмом під час виконання робіт, до них відносяться: інструменти, спецодяг і захисні засоби.

3) дотримання захисних заходів – сукупність вимог до працюючих і порядку виконання робіт. До захисних заходів при нормальному режимі роботи електричних установок відносяться:

- ізоляція струмопровідних частин;
- недоступність струмопровідних частин;
- орієнтування в електроустановках;
- ізоляційні площадки;
- захисне замикання (шунтування фази).

Недоступність струмопровідних частин забезпечується наступними методами:

- огорожами (суцільні з напругою до 1кВ, сітчасті - до і вище 1кВ);
- розташуванням струмопровідних частин на недосяжній висоті;
- розташуванням струмопровідних частин в недосяжному місці;
- спеціальними заходами.

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		128

Кожний рік планується проводити перевірку опорів і захисту електрообладнання, обов'язкова перевірка ізоляції дротів.

Згідно з «Правилами налаштування електрообладнання» допустимий опір заземлювального пристрою, для устаткування напругою до 1000 В і потужністю 100 кВ дорівнює 4 Ом. Довжина заземлювача 3 м, ширина 40 мм, відстань від поверхні до заземлювача 0,6 м [10].

11.8 Протипожежна безпека

Пожежа – неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується у часі і просторі [16].

Правовою основою діяльності в галузі пожежної безпеки є Конституція, Закон України "Про пожежну безпеку" та інші закони України, постанови Верховної Ради України, укази і розпорядження Президента України, декрети, постанови та розпорядження Кабінету Міністрів України.

Основними напрямками забезпечення пожежної безпеки є усунення умов виникнення пожежі та мінімізація її наслідків. Об'єкти повинні мати системи пожежної безпеки, спрямовані на запобігання пожежі, дії на людей та матеріальні цінності небезпечних факторів пожежі, в тому числі їх вторинних проявів (згідно з ГОСТ 12.1.004 – 91, належать: полум'я та іскри, підвищена температура, дим, знижена концентрація кисню) [17].

Для забезпечення протипожежної безпеки забезпечуємо стенди з засобами пожежогасіння (пісок, вогнегасники, лопати, лом, відро та інш.) на всіх дільницях.

Можливі причини виникнення пожеж в цеху: заpalення газів при плавленні сплавів, заpalення легко летучих матеріалів, коротке замикання.

Для забезпечення протипожежної безпеки передбачені наступні заходи:

– навколо цеху розміщений зовнішній водопровід, який має гідранти, розташовані через 100 м;

					ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ	Арк.
						130
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- передбачені проїзні дороги;
- біля можливих місць виникнення пожежі розміщений такий інвентар: вогнегасники, як первинні засоби для боротьби з вогнем, а також: відра, ящики з піском, діжки з водою, лопати, пожежні ломи, багри, сокири, азбестове полотно;
- всі ємності з палим та вибухонебезпечними речовинами ізольовані і розташовані на необхідній відстані від можливих джерел появи полум'я; випадок виникнення пожежі передбачена сигналізація та прямий телефонний зв'язок з пожежною охороною.

Для ліквідації невеликих осередків пожеж, а також для гасіння пожеж у початковій стадії їх розвитку силами персоналу об'єктів застосовуються первинні засоби пожежогасіння. До них відносяться: вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати), пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири тощо).

Електричні проводи, які зайнялися, необхідно гасити вогнегасниками ОП – 1, ОП – 2, ОП – 5, ОП – 10. Ліквідація заpalення проводиться при відключеній напрузі.

Згідно ДСТУ Б В.1.1-36:2016 ступінь вогнетривкості цеху – 3 години. В цеху є зовнішній трубопровід, який має гідранти. Також передбачені проходи, проїзди. Кількість вогнегасників визначається із розрахунку 1 вогнегасник на 100 м² площі цеху. Виходячи із площі цеху 2448 м², приймаємо 100 вогнегасників.

Побутові приміщення устатковані внутрішнім пожежним трубопроводом (на кожному поверсі по 2 пожежних гідранти).

Гарячі поверхні трубопроводів, опалювального устаткування ізольовані матеріалами, які не горять[14].

План евакуації зображений на рисунку 11.2.

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
						130
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

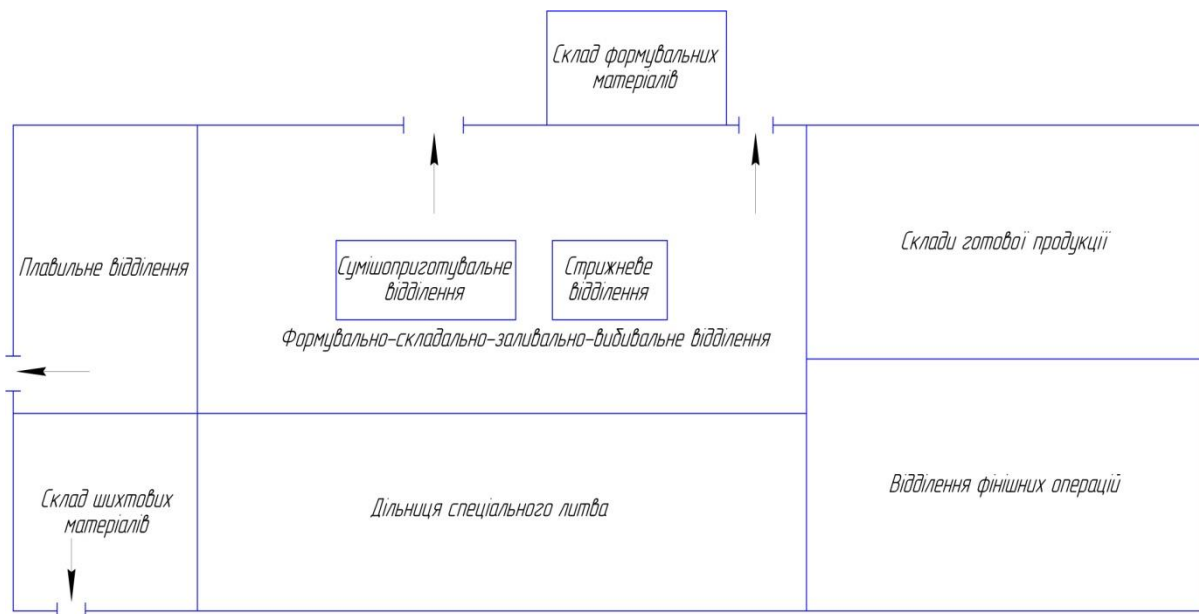


Рисунок 11.2 – Схема евакуації цеху

11.9 Захист навколишнього середовища

Охорона навколишнього середовища від забруднень промисловими технологічними та вентиляційними викидами відноситься до числа актуальних проблем та має велике соціальне та економічне значення.

Найбільш радикальними засобами боротьби з виділеннями є місцева вентиляція та в першу чергу місцеві витяжки, які вбудовані безпосередньо в обладнання. У цеху замкнута система водопостачання для обладнання. Сильно забруднена різноманітними мастилами та пилом вода видаляється із цеху шляхом цехової каналізації, яка пов'язана із заводською. Вода, яка забруднена формувальною сумішшю виводиться через заводську каналізацію у відстійники. Питна вода поступає із центрального водопроводу.

У плавильному відділенні над завантажувальними вікнами плавильних печей, жолобами для металу та шлаку, стендами, стендами для сушіння та підігріву ковшів встановлюються місцеві відсмоктувачі. Загально обмінна вентиляція у плавильному відділенні забезпечується встановленням дахових вентиляторів. У обрубному відділенні обладнання постачається з місцевою витяжною вентиляцією.

					ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ	Арк.
						130
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11.10 Безпека виготовлення виливка «Корпус редуктора»

Детально етапи виготовлення форми для виливка «Корпус редуктора», та наступні операції доведення його до стану литої заготовки описані у технологічному розділі даного проекту.

Форма для даного виливка виготовляється із разової піщаної піщано-смоляної суміші, що твердіє в контактi з холодною оснасткою. Форма виготовляється на формувальній лінії Omega 2. У зв'язку з тим, що під час формування виділяється пил із суміші, формувальник використовує засоби індивідуального захисту респіратор та окуляри. Робоче місце для виготовлення ливарних форм облаштоване місцевою вентиляцією.

Виготовлення стрижнів для виливка «Корпус редуктора» виконують із піщано-смоляної суміші, що твердіє в контактi з холодною оснасткою. Зв'язувальним компонентом для стрижневої суміші використовують феноло-формальдегідну смолу. Оскільки формування стрижнів здійснюють на стрижневій машині Mono 25, то стрижнювальник обов'язково використовує респіратор, окуляри і рукавиці. Робоче місце для виготовлення стрижнів облаштоване місцевою вентиляцією.

Етап складання форми включає в себе продування півформ, фарбування форм і стрижнів, встановлення стрижнів у нижні півформи і установка верхньої півформи, за допомогою маніпулятора. Продування і фарбування форм і стрижнів здійснює формувальник, який використовує вище вказані для його засоби індивідуального захисту.

Заливання форми здійснюється із чайникового ковша місткістю 250 кг. Заливальник використовує для захисту спецодяг, який повинен покривати все тіло, та захисну маску. Біля залитої форми ставиться знак, що сповіщає працівників про те, що вона перебуває у гарячому стані.

Після вилучення виливка, його кладуть у короб, після заповнення якого кранбалкою передають у відділення фінішних операцій. У цьому відділенні

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
						132
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виконується відокремлення від виливка ливниково-живильної системи. При цьому використовуються електроприлади, що несуть у собі небезпеку ураження струмом. Тому працівники відділення фінішних операцій використовують резинове взуття, та захисні маски, що попереджують потрапляння частинок суміші і металу в обличчя під час зачищення. Електроприлади у відділенні заземленні, проводка ізольована.

11.11 Забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях

Відповідно до причин походження подій, що можуть зумовити виникнення НС на території України, розрізняються [18]:

1) НС техногенного характеру – транспортні аварії (катастрофи), пожежі, вибухи, аварії з викиданням (загрозою викидання) небезпечних та шкідливих хімічних та радіоактивних речовин, раптове руйнування споруд;

2) НС природного характеру – небезпечні геологічні, метеорологічні, гідрологічні явища, деградація ґрунтів чи надр, пожежі у природних екологічних системах, зміни стану повітряного басейну, інфекційна захворюваність та масове отруєння людей;

3) НС соціально-політичного характеру, пов'язані з протиправними діями терористичного і антиконституційного спрямування;

4) НС воєнного характеру, пов'язані з наслідками застосування звичайної зброї або зброї масового ураження, під час яких виникають вторинні чинники ураження населення.

5) Серед техногенних та найбільш вірогідних надзвичайних ситуацій в цеху може бути пожежа. Вона відноситься до надзвичайних ситуацій техногенного характеру. Горіння може бути гомогенним та гетерогенним. В даному випадку пожежа може характеризуватись гетерогенним горінням.

					ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ	Арк.
						133
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У цеху усі установки живляться електричним струмом, тому для їх гасіння використовуються вогнегасники типу ОУ–2, ОУ–5 (при напрузі 220В) та порошкові вогнегасники (напруга до 1000 В) – МГС (порошок на основі графіту).

Якщо пожежа трапилась, потрібно виконувати наступні правила:

- не створювати паніки;
- чітко усвідомлювати порядок виходу з приміщень;
- допомагати іншим робітникам у разі необхідності [18].

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
						134
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

12.1. Організаційний розділ

12.1.1. Розрахунок чисельності основних та допоміжних робітників

12.1.1.1 Основні робітники

Чисельність основних робітників визначаємо за нормами обслуговування основного технологічного устаткування [7].

Плановий час роботи одного працівника за рік розраховуємо шляхом складання балансу робочого часу. Цей розрахунок представлений у таблиці 12.1.

Таблиця 12.1 – Плановий баланс робочого часу за рік

Індекс	Найменування витрат часу	Кількість днів
1	Кількість номенклатурних днів за рік	365
2	Неробочі дні, у тому числі:	114
2.1	Загальнодержавні та релігійні свята	10
2.2	Вихідні	104
3	Режимний час підприємства	251
4	Витрати робочого часу працівників, у тому числі:	38
4.1	Хвороба	12
4.2	Чергові та додаткові відпустки	24
4.3	Невиходи з дозволу адміністрації	1
4.4	Скорочення робочого часу матерям, підліткам та інш.	1
5	Плановий фонд роб, за рік, днів	210

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Багі Йозеф			<i>Організаційно-економічна частина проекту</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Самарай В. П.					135	158
Н. Контр.					<i>ІФФ, ФЛ-71мп</i>			
Затверд.		Самарай В. П.						

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

$$K_{обл} = \Phi_{реж.}/\Phi_{пл.}, \quad (12.1)$$

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

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

За формулою (12.1) визначимо коефіцієнт облікового складу:

$$K_{обл} = 251/210 = 1,18$$

12.1.1.2 Допоміжні робітники

Чисельність цієї категорії персоналу за професіями та розрядами встановлюємо за даними підприємства – аналога ТОВ КК «Дунаєвецький ливарно-механічний завод», згідно з їх часткою по відношенню до чисельності основних робітників (таблиця 12.2.).

12.1.2 Загальна чисельність працівників

Загальна чисельність робітників в цеху приведена в таблиці 12.2.

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		136

Таблиця 12.2 – Загальна чисельність робітників в цеху

Професія, спеціальність, посада	Кваліфікація, розряд	Явочний штат(1-ша зміна)	Коефіцієнт облікового складу	Обліковий склад
1	2	3	4	5
ОСНОВНІ РОБІТНИКИ				
Формувальник	4	8	1,18	8
Плавильник	5	2	1,18	2
Шихтувальник	4	1	1,18	1
Заливальник	5	2	1,18	2
Обрубник	3	2	1,18	2
Сумішоприготувальник	4	1	1,18	1
Разом				16
ДОПОМІЖНІ РОБІТНИКИ				
Слюсар по ремонту тех. уст.	6	1	1,18	1
Слюсар по ремонту плав. уст.	5	1	1,18	1
Електромонтер	6	1	1,18	1
Разом				3
УПРАВЛІНСЬКИЙ ПЕРСОНАЛ				
Начальник цеху	-	1	-	1
Заст. начальник цеху	-	1	-	1
Інженер технолог	-	1	-	1
Разом				3

12.1.3 Розрахунок фондів заробітної плати

Витрати на оплату праці складаються з:

- основної заробітної плати;
- додаткової заробітної плати;
- інших заохочувальних та компенсаційних витрат.

Розрахунок фондів заробітної плати основних та допоміжних робітників наведено в таблиці 12.3.

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		137

Таблиця 12.3. Розрахунок фондів заробітної плати основних та допоміжних робітників

Професія спеціальність	Тарифна ставка, грн	Облік складу, осіб	Плановий фонд роб., год	Основна заробітна плата, осіб	Розрахунок додаткової плати				
					надбавки				Разом додаткова зарплата
					Премія, 20%	Особливі умови, 12%	Відпустка, 12%	Інші, 10%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОСНОВНІ РОБІТНИКИ									
Формувальник	40	8	1840	588800	117760	70656	70656	58880	906752
Плавильник	100	2	1840	368000	73600	44160	44160	36800	566720
Шихтувальник	50	1	1840	92000	18400	11040	11040	9200	141680
Заливальник	80	2	1840	294400	58880	35328	35328	29440	453376
Обрубник	85	2	1840	312800	62560	37536	37536	31280	481712
Сумішопріготувальник	65	1	1840	119600	23920	14352	14352	11960	184184
Разом		16		1775600					2734424
ДОПОМІЖНІ РОБІТНИКИ									
Слюсар по ремонту тех. уст.	55	1	1840	101200	20240	12144	12144	10120	155848
Слюсар по ремонту плав. уст.	45	1	1840	82800	16560	9936	9936	8280	127512
Електромонтер	45	1	1840	82800	16560	9936	9936	8280	127512
Разом		3		266800					410872
Всього по ЗП									3145296

Заробітна плата управлінського персоналу вираховується без розподілу її на основну та допоміжну, таблиця 12.4.

Таблиця 12.4 – Розрахунок фонду заробітної плати управлінського персоналу

Посада	Місячний посад. оклад, грн	Чисельність, осіб	Загальний річний фонд зар. плати, грн
Начальник цеху	10000	1	120000
Заст.. начальник цеху	9000	1	108000
Інженер-технолог	6500	1	78000
Разом			306000

Загальний фонд заробітної плати складає:

$$3145296 + 306000 = 3451296 \text{ грн}$$

Згідно з діючим законодавством єдиний соціальний внесок складає 22,0% від заробітної платні. Включаючи єдиний соціальний внесок, загальний фонд заробітної плати становить:

$$V_C = 0,22 \cdot 3451296 = 759285 \text{ грн.}$$

12.2 Визначення обсягів капітальних вкладень в цех, що проектується

Величина капітальних вкладень (в грн.) розраховується за формулою:

$$K = K_{уст} + K_{буд} + K_{п} + K_{осн} + K_{інв} + K_{м} + K_{з}, \text{ грн.} \quad (12.2)$$

$K_{уст}$ – капітальні вкладення в необхідне устаткування;

$K_{буд}$ – капіталовкладення в будівлі;

$K_{п}$ – капітальні вкладення в прилади і споруди;

					ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		139

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

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

$K_{\text{м}}$ – капіталовкладення в запаси матеріалів, палива, напівфабрикатів;

$K_{\text{з}}$ – капіталовкладення в заділи.

Капітальні вкладення в необхідне обладнання (в грн.) розраховують за формулою:

$$K_o = K_{\text{т}} + K_{\text{пт}} + K_{\text{ен}} + K_{\text{уп}}, \text{ грн} \quad (12.3)$$

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

$K_{\text{пт}}$ – капіталовкладення в підйомно-транспортне убування;

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

$K_{\text{уп}}$ – капіталовкладення в засоби управління і контролю.

Витрати на придбання, доставлена і встановлення одиниці необхідного устаткування розраховуються за допомогою наступної формули:

$$K = Ц \cdot (1 + a_{\text{т}} + a_{\text{б}} + a_{\text{м}}), \text{ грн} \quad (12.4)$$

$Ц$ – оптова або договірна ціна одиниці технологічного устаткування;

$a_{\text{т}}$ – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати на придбання устаткування (0,05... 0,1);

$a_{\text{б}}$ – коефіцієнт, що враховує будівельні роботи (0,02...0,08);

$a_{\text{м}}$ – коефіцієнт, що враховує витрати на монтажні роботи (0,05... 0,1).

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		140

Таблиця 12.5 – Розрахунок загальної вартості устаткування

Найменування та модель	Кількість, шт.	Вартість за од, грн.	Загальна вартість грн.	Витрати на монтаж та транс-ня, грн.	Всього грн.
ОСНОВНЕ ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ					
Плавильний комплекс GW-1-750/1JJ	1	600000	600000	12500	612500
Формувальна машина FOROMAT - 40	2	32000	64000	5000	69000
АБХУ КВФ-05/15	1	750000	750000	15000	765000
Стрижнева машина Mono 25	2	85000	170000	6000	176000
Формувальна лінія Omega 2	1	1500000	1500000	35000	1535000
Шнековий змішувач Spartan	1	600000	600000	10000	610000
Змішувач 1A11	1	85000	85000	4600	89600
Разом	8	3652000			3857100
ДОПОМІЖНЕ УСТАТКОВАННЯ					
Галтувальний барабан 4133	1	75000	75000	4500	79500
Стационарний шліфувальний круг	2	15000	30000	1050	31050
Разом	3	90000			110550
ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНЕ ОБЛАДНАННЯ					
Кран-балка, 5т	6	70000	420000	14000	434000
Кран-балка, 3т	2	40000	80000	12000	92000
Стрічковий транспортер	2	37200	74400	7500	81900
Разом	10	147200			607900
Разом по цеху					4575550

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		141

Таблиця 12.6 – Розрахунок капіталовкладень у нове устаткування

Найменування та модель	Кількість, шт.	Вартість за од, грн.	Загальна вартість грн.	Витрати на монтаж та трансня, грн.	Всього грн.
ОСНОВНЕ ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ					
Плаவில்ний комплекс GW-1-750/1JJ	1	600000	600000	12500	612500
Формувальна машина FOROMAT - 40	2	32000	64000	5000	69000
АБХУ КВФ-05/15	1	750000	750000	15000	765000
Стрижнева машина Mono 25	2	85000	170000	6000	176000
Формувальна лінія Omega 2	1	1500000	1500000	35000	1535000
Шнековий змішувач Spartan	1	600000	600000	10000	610000
Змішувач 1A11	1	85000	85000	4600	89600
Разом	8	3652000			3244600
ДОПОМІЖНЕ УСТАТКОВАННЯ					
Галтувальний барабан 4133	1	75000	75000	4500	79500
Разом	3	75000			79500
ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНЕ ОБЛАДНАННЯ					
Разом по цеху					3324100

При розрахунку вартості транспортного устаткування на його монтаж і наладку додають витрати у розмірі 10 – 25% від його вартості. Капітальні вкладення у виробничі будівлі та споруди не потребує.

Капітальні вкладення в пристрої складають 20% від вартості устаткування:

$$K_{np} = 3324100 \cdot 0,2 = 664820 \text{грн,}$$

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		142

Розмір обігових коштів, які необхідні для безперервної виробничої діяльності цеху, розраховуються за елементами:

- виробничі запаси сировини, матеріалів;
- готова продукція;
- інші елементи.

Розмір капітальних вкладень у виробничі запаси та матеріал розраховано за формулою:

$$K_3 = M_{пл} \cdot n^3 / T_{пл}, \text{грн} \quad (12.5)$$

де: $M_{пл}$ – суми витрат на матеріали даного різновиду у плановому періоді, грн.;

n^3 – норма планового запасу матеріалів, днів;

$T_{пл}$ – кількість днів у плановому періоді.

Дані про суму витрат на матеріали зводимо до таблиці 12.7.

Таблиця 12.7 – Визначення вартості основних матеріалів та флюсів

Назва матеріалу	Необхідний запас, т/рік	Вартість, грн./т	Вартість загальна
Феросиліцій (ФС45)	19,8	8000	158400
Чушковий чавун	235,8	2100	495180
Сталевий брухт	639,2	2130	1361496
Зворот власного виробництва	489,8	1600	783680
Феромарганець ФМн 1,5	16,9	10125	171112
Всього			2969868

Розмір капітальних вкладень у поточні виробничі запаси:

$$K_{p,з} = 2969868 \cdot 20/360 = 164993 \text{ грн.}$$

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		143

Величину резервного технологічного запасу беремо у розмірі 50% від вартості оцінки планового запасу.

$$K_{p.z} = 0,5 \cdot 164993 = 82496 \text{ грн.}$$

Сума оборотних коштів у незавершеному виробництві розраховується таким чином:

$$\Sigma_{об.} K_{у.п.в.} = V_{пл} \cdot T_d \cdot K_{нв} / T_{пл}, \text{грн.} \quad (12.6)$$

де: $V_{пл}$ – виробництво товарної продукції у плановому періоді по виробничою собівартістю, грн.,

T_d – тривалість циклу виготовлення продукції, днів;

$$\Sigma_{об.} K_{у.п.в.} = 2969868 \cdot 2 \cdot 0,8 / 360 = 13200 \text{ грн}$$

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

$$K_{ост} = 0,25 \cdot 164993 = 41248 \text{ грн}$$

Сумарний розмір оборотних коштів складає:

$$164993 + 82496 + 13200 + 41248 = 301937 \text{ грн}$$

					ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ	Арк.
						144
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12.2.1 Визначення планової собівартості одиниці продукції

Розрахунок проводимо згідно з переліком калькуляційних статей цехової собівартості:

Витрати силової електроенергії в кВт год/рік на виконання виробничих операцій визначаємо за наступною формулою [7]:

$$E_c = (M_y \cdot F_E \cdot K_{z.v} \cdot K_{z.n} \cdot K_o) / K_c \cdot n, \quad (12.7)$$

де M_y – сумарна потужність електродвигунів, кВт;

F_E – ефективний фонд часу роботи електродвигунів за рік, год;

$K_{z.v}$ – коефіцієнт завантаження електродвигунів за часом;

K_o – коефіцієнт одночасної роботи двигунів;

$K_{z.n}$ – коефіцієнт завантаження за потужністю;

K_c – коефіцієнт завантаження електродвигунів з розрахунком витрат електроенергії;

$$n = 0,95.$$

Підставивши відповідні значення, визначаємо витрати електроенергії на виконання виробничих операцій:

$$E_c = (5000 \cdot 1920 \cdot 0,51 \cdot 1 \cdot 0,6) / (0,65 \cdot 0,95) = 4757247 \text{ кВт год/рік}$$

Кількість електроенергії для освітлення приміщень:

$$E_o = (C \cdot M_{cp} \cdot F_E \cdot K_c) / 1000, \text{ кВт год/рік}, \quad (12.8)$$

де: C – кількість ліхтарів, од.;

M_{cp} – середня потужність одного ліхтаря, кВт;

F_E – ефективний фонд часу роботи ліхтаря за рік, год.

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		145

$$E_o = M_n \cdot F_E \cdot n, \text{ кВт} \cdot \text{т} / \text{рік} \quad (12.9)$$

де M_n – потужність печей, кВт;

$$E_o = 240 \cdot 1900 \cdot 0,95 \cdot 720 = 311904 \text{ кВт} \cdot \text{т} / \text{рік}$$

Визначаємо вартість електроенергії, враховуючи вартість 1 кВт·год понад 100 кВт електроенергії, яка складає 168 коп.

$$C_E = (4757247 + 311904) \cdot 1,68 = 8516173 \text{ грн.}$$

Вартість стиснутого повітря для кожної одиниці устаткування визначається:

$$n = K_n \cdot P \cdot F_e \cdot k_1 \cdot K_3, \text{ м}^3 / \text{год} \quad (12.10)$$

де: K_n – коефіцієнт, який враховує витрати повітря в трубопроводах;

P – витрати повітря за годину, м^3 ;

k_1 – коефіцієнт використання повітря;

K_3 – коефіцієнт завантаження приміщення;

$$n = 1,5 \cdot 300 \cdot 1920 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 734400 \text{ м}^3 / \text{рік.}$$

Витрати на стиснуте повітря ведемо з розрахунку 26 грн. за 100 м³:

$$C_n = 1224000 \cdot 26 = 19094400 \text{ грн.}$$

Кількість води, що витрачається визначаємо з розрахунку 100 м³/год на технологічні та побутові потреби: 200 л на один кран, 500 л на одну сітку душа, 45 л на одну особу за зміну(господарчі потреби). Вартість води 12 грн. за 1 м³ для технічної води та 16 грн. – для питної.

Розрахунок наведено в табл. 12.8.

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		145

Таблиця 12.8 – Визначення витрат на воду

Напрямок витрачення	Кількість од. обл.	Фонд часу, год	Норма витрат води, м3/год	Річні витрати, м3/год	Вартість, грн.
ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОТРЕБИ					
Печі	1	1900	5,4	20736	248832
Душові		172	3,0	517,5	1035
Питна вода			0,6	337,5	1012
Мийка			0,6	1104	2208
Разом					253087

1) Витрати на отримання в робочому стані на ремонт(не враховується, бо не потребує ремонту) устаткування приймається у розмірі 10...20% від його балансової вартості:

$$1573834 \cdot 0,15 = 236075,1 \text{ грн.}$$

2) Розрахунок річних амортизаційних відрахувань розраховуються за формулою:

$$A_0 = (B - Л) / M \cdot T, \text{ грн./тон}$$

де A_0 – річні амортизаційні відрахування на обладнання за весь період, грн;

B – первинна вартість всього обладнання, грн;

$Л$ – ліквідаційна вартість всього обладнання, грн (=30%);

M – кількість років роботи устаткування, (25 років);

T – кількість тон придатного литва в рік, тон.

$$A_0 = (1664835 - 499450,5) / 25 \cdot 840 = 55,5 \text{ грн/тон}$$

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		145

Амортизаційні відрахування на обладнання в рік дорівнюватимуть:

$$55,5 \cdot 840 = 46620 \text{ грн}$$

3) Транспортні витрати розраховуємо у розмірі на 1 т литва:

$$12 \cdot 840 = 10080 \text{ грн.}$$

4) Витрати, пов'язані з забезпеченням охорони праці та техніки безпеки складають приблизно 30 грн. на кожного працівника: $22 \cdot 30 = 660$ грн.

5) поштово – телеграфічні витрати визначаємо з розрахунку 50 грн. на одного службовця:

$$22 \cdot 50 = 1100 \text{ грн.}$$

6) Витрати на дослідження та випробовування слід приймати рівними 5% від основної заробітної плати основних робітників:

$$2734424 \cdot 0,05 = 136721 \text{ грн.}$$

7) Витрати на винахідництво та раціоналізацію приймаються рівними 40 грн. на кожного працівника:

$$22 \cdot 40 = 880 \text{ грн.}$$

8) Інші невраховані витрати можна приймати рівними 2...8 грн. на тонну литва:

$$6 \cdot 840 = 5040 \text{ грн.}$$

					ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		145

Результати розрахунку загально виробничих цехових витрат зводимо до таблиці 12.9.

Таблиця 12.9 – Загальні виробничі витрати по цеху

Найменування статті витрат	Сума, грн.
Заробітна плата(основна та додаткова):	
1 – основних працівників	2734424
2 – допоміжних працівників	410872
3 – управлінського персоналу	306000
Відрахування у соціальні фонди (22%)	759285
Енергетичні витрати:	
1 – електроенергія	8516173
2 – стиснуте повітря	19094400
3 – вода	253087
Допоміжні матеріали	
1 – матеріал для здійснення технологічного процесу	91700
2 – матеріали для експлуатації устаткування	50000
3 – матеріали для цехових потреб	12140
Ремонт та утримання в робочому стані	
1 – устаткування (10% від вартості обладнання)	166483,5
Амортизація:	
1 – устаткування	46620
Транспортні витрати	10080
Витрати на дослідження, випробування	136721
Витрати на охорону праці	660
Витрати на винахідництво та раціоналізацію	880
Поштово – телеграфні та канцелярські витрати	1100
Інші витрати	5040
Всього повна собівартість річного обсягу виробництва продукції	32595665

Річна продуктивність цеху становить 960000 кг, кількість виливків за рік 205460 шт/рік.

Повна собівартість продукції складає:

$$32595665/205460 = 158 \text{ грн/шт}$$

або

$$32595665/960 = 33953 \text{ грн./тон.}$$

					ФЛІ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		145

Трудомісткість продукції визначається як відношення витраченої кількості праці до загального обсягу виробленої продукції. Технологічна трудомісткість одиниці продукції розраховується як сума витрат часу по окремим операціям технологічного процесу. Менш точно технологічну трудомісткість одиниці продукції розраховують за формулою:

$$T = (Ч_{\text{тех}} \cdot \Phi^{\text{пл}}) / Q$$

де $Ч_{\text{тех}}$ – загальна чисельність технологічних робітників, осіб;

$\Phi^{\text{пл}}$ – плановий фонд робочого часу за рік одного виробника, год.;

Q – повний річний обсяг виробництва продукції.

$$T = (19 \cdot 1840) / 960 = 36,4 \text{ нормо-годин/т}$$

Капіталомісткість (фондомісткість) продукції (K_Q) визначається як величина загальних капітальних витрат ($K_{\text{заг}}$) у реконструкцію цеху, на технічне переоснащення виробництва до річного планового обсягу виробництва продукції:

$$K_Q = \frac{K_{\text{заг}}}{Q}, \quad (12.7)$$

Підставивши значення у формулу (12.7) отримаємо:

$$K_Q = 1664835 / 960 = 1734,2 \text{ грн./т.}$$

					ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		145

Грошовий потік за рік розраховується як сума чистого прибутку та амортизаційних відрахувань, визначених за рік експлуатації цеху:

$$ГП_p = 0,82 \cdot (Ц - C_n) \cdot Q + \Sigma A ,$$

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

C_n – повна собівартість одиниці продукції, грн.;

Ц – ринкова відпускна ціна одиниці продукції, грн.;

Q – повний річний обсяг виробництва продукції (840),т;

ΣA – загальна річна сума амортизаційних відрахувань, грн.

$$ГП_r = 0,82 \cdot (40000 - 33953) \cdot 960 + 46620 = 5005192 \text{ грн.}$$

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

$$П_{ок} = \frac{K_{заг}}{ГП_p} < П_{ок}^H , \quad (12.9)$$

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

$П_{ок}^H$ – нормативний період окупності, 3...7 років.

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		146

$$P_{ок} = 4575550/5005192 = 0,9 \text{ років}$$

Через те, що розрахований цех вже має в наявності частину обладнання, будівлю та інше, робимо висновок, що розроблений проект є економічно доцільним.

Перелік техніко-економічних показників наведений в таблиці 12.9.

Таблиця 12.9 – Техніко-економічні показники спроектованого ливарного комплексу

Найменування показника	Одиниця виміру	Значення
Річний плановий обсяг виробництва продукції (Q)	т	960
Загальна площа ділянки	м ²	2385
Виробнича площа ділянки	м ²	2305
Капіталомісткість продукції (K _Q)	грн.	1734,2
Загальна чисельність робітників	осіб	23
Загальний річний фонд заробітної плати	грн.	345129
Середньомісячна зарплата одного робітника	грн.	8957,9
Річний виробіток на одного робітника	т/особу	44,2
Технологічна трудомісткість продукції (T)	нормо-години/т	36,4
Повна собівартість одиниці продукції	грн./т	33953
Період окупності (P _{ок})	років	0,9

13 БІЗНЕС-ПРОЕКТ

13.1 Команда

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Інженерно-фізичний факультет. Кафедра ливарного виробництва чорних і кольорових металів.

Лідер команди:

Багі Йозеф (студент)

Генератор ідей:

Самарай В. П. (к.т.н., доц.)

Маркетолог:

Івахненко М. О (студент)

Технолог :

Савощенко Г. В. (к.т.н., доцент)

13.2 Назва проекту

«Виготовлення деталі корпус редуктора для машинобудівної промисловості»

13.3 Короткий опис проекту

Розроблено технологію виготовлення деталі «Корпус редуктора», в якому розміщують деталі зубчастих і черв'ячних передач. При його конструюванні повинні бути забезпечені міцність і жорсткість, що

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Багі Йозеф			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Самарай В. П.				148	
Н. Контр.					<i>Розрахунок індукційної тигельної печі</i>		
Затверд.		Самарай В. П.					

виключають перекося валів.

За видом проект відноситься до проектів «новий продукт на існуючий ринок».

Споживчий сегмент – B2B.

13.4 Бізнес-модель

13.4.1 Цінний продукт

Виготовлення литих корпуса редуктора.

13.4.2 Сегмент споживачів

Споживачами запропонованого продукту можуть бути наступні промислові підприємства:

- ООО НВП «Дніпровський ремонтно-механічний завод»;
- ПрАТ "НВО Гідромаш-1";
- ТОВ "АТАЛАНТА";
- «I-Mak Reduktor Varyator San. ve Tic. A.S.».

13.4.3 Канали збуту

Використовуються прямі канали збуту. Безпосередній контакт з потенційними покупцями відбувається через візити на підприємства та презентації товару, що дають змогу більш детально ознайомитися з товаром. Також можливий контакт через тематичні та галузеві виставки та конференції. Збут товару здійснюється за допомогою інтернет-ресурсів (інтернет-магазин), послуги компаній перевізників.

					<i>ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
						149
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

13.4.4 Взаємодія з споживачами

З конкретним споживачами взаємодія може відбуватися через особисті контакти, по телефону, електронній пошті; можливе застосування програм лояльності.

Із потенційними споживачами – через інформаційні інтернет-ресурси: сайт проекту, блог новин проекту, виставки, конференції.

13.4.5 Дохід (монетизація)

Отримання доходу з продажу готових виробів , а також впровадження своєї технології виготовлення для інших виробників.

13.4.6 Ключові види діяльності

1) Наукова діяльність – це інтелектуальна творча діяльність, спрямована на одержання та використання нових знань. Основними її формами є фундаментальні та прикладні наукові дослідження.

2) Виробництво продукції – певний технологічний процес отримання виробів певної конфігурації та із заданими технологічними та механічними властивостями.

3) Маркетингова діяльність – являє собою творчу управлінську діяльність, завдання якої полягає в розвитку ринку товарів, послуг і робочої сили шляхом оцінки потреб споживачів, а також у проведенні практичних заходів для задоволення цих потреб.

					ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ	Арк.
						150
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13.4.7 Ключові ресурси

Ключові ресурси можна поділити на:

- матеріальні: промислові приміщення, вихідні матеріали, фінансове забезпечення;
- інтелектуальні: технологія виготовлення продукції, охоронні документи (патенти), науково-технічні працівники.

13.4.8 Ключові партнери

Ключовими партнерами є:

- підприємство, яке забезпечує виробничу базу;
- компанії з надання логістичних і маркетингових послуг;
- постачальники сировини та енергоресурсів для виробництва.

13.4.9 Витрати

Витрати на оренду промислових потужностей. Витрати на ресурсозабезпечення, логістику, маркетинг, підтримку інтернет-ресурсів.

13.5 Споживчі властивості товару

Корпус редуктора, отриманий за цією технологією виробництва дозволяє отримати дешевший виріб для машинобудування, ніж аналогічні їй.

13.6 Дослідження ринку

За результатами аналізу існуючого ринку продукції аналогічного призначення можна зробити висновок, що виготовлення деталей, які

					ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ	Арк.
						151
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовуються на сьогодні для виробництва виробів аналогічного призначення можуть програвати за грошовим еквівалентом, тобто бути дорожчими за наш виріб.

13.7 Дослідження конкурентного оточення

Ймовірні конкуренти ТДВ «Булат».

13.8 Маркетингова стратегія просування

Маркетингова стратегія просування проекту складатиметься з:

- просування проекту в мережі Internet;
- участі у галузевих виставках та конференціях;
- проведення презентацій для потенційних покупців;
- зустрічей безпосередньо на підприємствах, які користуються запропонованою продукцією та проведення демонстрацій та «особистих продажів» виробів;
- поступовим опануванням ринку України та виходом на міжнародний ринок.

13.9 Елементи фінансового плану

13.9.1 Опис бізнес-проекту

Мета проекту – отримання прибутку шляхом продажу виробів, виготовлених за розробленою технологією.

Актуальність проекту – створення конкуренто спроможної технології виготовлення деталі, яка дасть змогу зменшити затрати на використання її в інших галузях виробництва.

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
						152
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

13.9.2 Опис товару/послуги/технології

Запропоновану деталь можна використовувати у машинобудівній промисловості.

13.9.3 Маркетинг та продаж

Цільовий сегмент – B2B. Підприємства гірничорудної, вугільної, цементної, енергетичної, будівельної галузей промисловості.

Маркетингова стратегія просування проекту на початкових етапах включає в себе:

- просування проекту в мережі Internet;
- участь у галузевих виставках та конференціях;
- проведення презентацій для потенційних покупців.

Для продажу застосовуються прямі канали збуту:

- безпосередній контакт з потенційними покупцями;
- збут через інтернет-ресурси.

13.9.4 Фінансовий план

На поточному етапі існування проекту фінансовий план у необхідному обсязі не прораховувався. Однак, розраховано, що заплановані інвестиції для впровадження у виробництво та виробництва готових виробів в межах одного підприємства-виробника становлять:

- оренда промислової потужності: 8000 \$;
- відпрацювання технології в умовах виробництва: 2500 \$;
- ресурсозабезпечення: 2000 \$;
- затрати на логістику, маркетинг, з/п: 5000 \$;

					ФЛ71мн.71мн01.1110.000.ПЗ	Арк.
						153
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Поточна ситуація по проекту:

- проект на стадії відпрацювання та удосконалення технології в лабораторних умовах;
- в наявності є дослідні зразки.

13.9.5 Резюме

Проект призначений для виготовлення виробу в найлегший спосіб з найменшими затратам.

Заплановані інвестиції для впровадження у виробництво на одному підприємстві становлять 17500 \$.

					ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ	Арк.
						154
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні дипломного проекту розроблено технологічний процес виготовлення виливків «Корпус редуктора» та «Колосник» із залізо-вуглецевих сплавів. Виливки виготовляються литтям у разові піщані форми.

Для виливків розроблена технологія ливарної форми, яка передбачає максимальне наближення його за розмірами та конфігурацією до готової деталі.

При організації роботи ливарного цеху вибрано високопродуктивне устаткування та його розміщення на ділянках цеху.

В результаті проектування технології підвищується продуктивність продукції і якість продукції.

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Висновки</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Багі Йозеф						
Перевір.		Самарай В. П.					155	158
Н. Контр.								
Затверд.		Самарай В. П.			<i>ІФФ, ФЛ-71мп</i>			

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Федоров Г. Є. «Проектування ливарних цехів»: підруч.: у 2 ч./ Г. Є. Федоров, М. М. Ямшинський, В. Г. Могилатенко та ін. –К.: НТУУ «КПІ», 2011. –Ч. 1. –588с.
2. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Проектування ливарних цехів» / Укл. В. П. Авдокушин, Г. Є. Федоров. – К. : НТУУ «КПІ», 2000. – 46 с
- 3 <https://metallurgy.zp.ua/futerovka-induktsionnyh-pechej-ist-025-032-i-ist-04-osnovnoj-protsess/>
- 4 <http://forum.olderadio.org.ua/index.php?topic=10821.0>
- 5 <http://www.mashprom.ru/competentions/metall/furnace/kamernye-pechi-s-vykatnym-podom/>
- 6 <https://on-v.com.ua/novosti/tehnologii-i-nauka/proizvodstvo-otlivok-metodom-xts-na-f/>
- 7 <http://lityo.com.ua/tehnologiya-regeneratsii-dlya-khts-protsesov>
- 8 https://studme.org/36414/tovarovedenie/detali_tipa_korpus
- 9 <http://tehnar.net.ua/holodnotverdeyushhie-smesi/>
- 10 Теоретичні основи ливарного виробництва: Метод. вказівки до практичних занять для студентів напряму 136 «Металургія», спеціальності «Ливарне виробництво чорних і кольорових металів» / Уклад.: Лютий. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 80 с.
- 11 <http://obogrevguru.ru/kolosnikovaya-reshetka-dlya-pechej.html>
- 12 Закон України про охорону праці № 2249-VIII від 19.12.2017.

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	Багі Йозеф				<i>Перелік літератури</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>	Самарай В.						156	158
<i>Н. Контр.</i>	Федоров Г.Є.					<i>НТУУ «КПІ», ІФФ, ФЛ-71мп</i>		
<i>Затверд.</i>								

13 Ткачук К.Н., Халімовський М.О., Зацарний В.В. Основи охорони праці. – К.: Основа, 2006. – 448 с.

14 Ткачук К.Н., Халімовський М.О., Зацарний В.В. та ін.. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге вид. / За ред.. К.Н.Ткачука і М.О. Халімовського. – К.: Основа, 2006. – 448 с.

15 ДСН 3.3.6.042-99 «Санитарные нормы микроклимата производственных помещений»

16 Жидецький В. Ц., Джигирей В. С., Сторожук В. М. та ін. Практикум із охорони праці. Навчальний посібник / За ред. канд. тех. наук, доцента В. Ц. Жидецького. – Львів, Афіша, 2000 – 352с.

17 ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования»

18 ДБН В.1.1.7-2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва

19 ДСН 239-96 «Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань»

20 Ю. П. Шаповалов, А. С. Галибус, С. С. Дешиц, А. В. Прибылов, УП «Промышленные экологические системы»

21 ДБН В.1.1.7-2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва

22 Теория конструкции и расчеты металлургических печей. Т. 2. Расчёты металлургических печей. Мастрюков Б. С. М., «Металлургия», 1978. 272с.

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>	Арк.
						157
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					<i>ФЛ71мп.71мп01.1110.000.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Додатки</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.	Багі Йозеф							
Перевір.	Самарай В. П.						158	158
Н. Контр.								
Затверд.	Самарай В. П.				<i>ІФФ, ФЛ-71мп</i>			