

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

Інженерно-фізичний факультет

Кафедра ливарного виробництва чорних і кольорових металів

«На правах рукопису»

УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Ямшинський М.М.

«___» _____ 2018 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

за спеціальністю 136 – Металургія

на тему: «Ливарний комплекс чавунного та алюмінієвого виробництва із розробкою технології виготовлення виливків»

Виконав студент VI курсу, групи ФЛз-71мп

Прудкий Олександр Вікторович

Керівник: доц., к.т.н., доц. **Федоров Г.Є.**

Консультант з охорони праці та безпеки
в надзвичайних ситуаціях: доц., к.т.н., доц. **Зацарний В.В.**

Консультант з економічно-організаційної
частини: к.е.н., доц. **Глушенко Я.І.**

Консультант з нормоконтролю: доц., к.т.н., доц. **Федоров Г.Є.**

Рецензент:

ст. викладач **Прилуцький М.І.**

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

Студент

Київ – 2018 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Інженерно-фізичний факультет
Кафедра ливарного виробництва чорних і кольорових металів

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність – 136 – Металургія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ М.М.Ямшинський

_____ 2018 р.

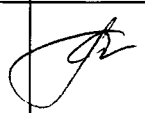
ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Прудкому Олександру Вікторовичу

1. Тема дисертації «Ливарний комплекс чавунного та алюмінієвого виробництва із розробкою виготовлення виливків», науковий керівник дисертації Федоров Г.Є., к.т.н., доцент, затверджені наказом по університету від 09 листопада 2018 р. №4127
2. Термін подання студентом дисертації – 14 грудня 2018 року
3. Об'єкт дослідження: ливарний комплекс та технологічні процеси виробництва виливків різної маси із різних сплавів
4. Вихідні дані: 4.1. Матеріали переддипломної виробничої практики. 4.2. Література за темою дисертації. 4.3. Потужність ливарного комплексу 10000 т придатних виливків за рік. 4.4. Номенклатура виливків ливарного цеху масою до 100 кг – 50 найменувань.
5. Перелік завдань, які потрібно розробити:
5.1. Аналіз виробничої програми цеху; 5.2. Проектування технологічних відділень ливарного цеху. 5.3. Технологічна частина. 5.4. Спеціальна частина. 5.5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 5.6. Економічно-організаційна частина. Загальні висновки.
6. Орієнтовний перелік графічного матеріалу:

6.1. План цеху. 6.2. Розріз цеху. 6.3. Технологія ливарної форми основного виливка (3 аркуші). 6.4. Технологія ливарної форми другого виливка (1 аркуш). 6.5. Загальний вигляд та окремий вузол технологічного устаткування (2 аркуші). 6.6. Порівняльні техніко-економічні показники. 6.7. Стартап.

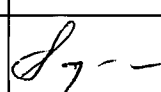
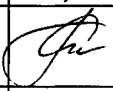
7. Орієнтовний перелік публікацій: публікацій немає.

8. Консультанти розділів дисертації*

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		

9. Дата видачі завдання: – 03 вересня 2018 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів дисертації	Примітка
1	Переддипломна науково-виробнича практика. Аналіз результатів практики	03.09.18...28.10.18 р.	
2	Аналіз виробничої програми	29.10.18...03.11.18 р.	
3	Проектування основних і допоміжних виробничих відділень і дільниць	04.11.18...15.11.18 р.	
4	Розроблення технологічної частини роботи	16.11.18...19.11.18 р.	
5	Розроблення спеціальної частини роботи	20.11.18...25.11.18 р.	
6	Виконання графічної частини дисертації	26.11.18...08.12.18 р.	
7	Виконання завдання з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	09.12.18...11.12.18 р.	
8	Виконання економічно-організаційної частини	09.12.18...13.12.18 р.	
9	Оформлення магістерської дисертації	01.12.18...14.12.18 р.	
10	Рецензування магістерської дисертації	14.12.18...17.12.18 р.	
11	Захист магістерської дисертації	20.12.18 р	

Студент
Науковий керівник дисертації

О.В.Прудкий
Г.Є.Федоров

ВІДОМІСТЬ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на магістерську дисертацію	2	
2	A4	МД ФЛз71мп.7105.1110.000	Пояснювальна записка	145	
3	A1	МД ФЛз71мп.7105.1110.001	План цеху	1	
4	A1	МД ФЛз71мп.7105.1110.002	Розріз цеху	1	
5	A1	МД ФЛз71мп.7105.1110.003	Технологія виготовлення виробу «Корпус «Трансигнал»»	1	
6	A1	МД ФЛз71мп.7105.1110.004	Технологія виготовлення виробу «Корпус»	1	
7	A1	МД ФЛз71мп.7105.1110.005	Прес-форма	1	
8	A1	МД ФЛз71мп.7105.1110.006	Машина лиття під тиском мод. 71114	1	
9	A1	МД ФЛз71мп.7105.1110.007	Пристрій для вприскування рідкого металу	1	
10	A1	МД ФЛз71мп.7105.1110.008	Техніко-економічні показники	1	

					ФЛз71мп.7105.1110.000					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВІДОМІСТЬ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИЕРТАЦІЇ					
Розроб.		Прудкий О.В.								
Перевір.		Федоров Г.Є.								
Н. Контр.		Федоров Г.Є								
Затверд.					Літ. Арк. Аркушів 4 НТУУ «КПІ» ІФФ, ФЛз-71мп					

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО
МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ**

На тему: «Ливарний комплекс чавунного та алюмінієвого виробництва із
розробкою технології виготовлення виливків»

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація: 145 сторінок, 46 таблиць, 8 рисунків, 18 літературних посилань, 3 додатки, 10 креслень.

Об'єкт магістерської дисертації: проектування ливарного комплексу чавунного та алюмінієвого виробництва потужністю 11000 тонн придатних виливків на рік; розроблення технології виготовлення виливків із чавуну та сплаву алюмінію; технологічне планування та організація роботи виробництва.

Предмет магістерської дисертації: технологія ливарної форми, планування і організація роботи ливарного комплексу; розроблення ефективного виробничого циклу; проектування машини лиття під тиском.

Результати магістерської дисертації: розроблено технологію ливарної форми; виконано технічне планування ливарного комплексу; спроектовано машинну лиття під тиском. Результати проектування можуть бути рекомендовані для впровадження при виробництві дрібних (до 150 кг) виливків середньої складності в умовах серійного або масового виробництва.

У магістерській дисертації також проведено основні розрахунки організаційно-економічних чинників та надано рекомендації щодо захисту персоналу комплексу від шкідливих чинників та покращенню санітарногігієнічних умов на робочих місцях.

ЛИВАРНИЙ КОМПЛЕКС, ЧАВУН, АЛЮМІНІЙ, МАШИНА ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ, ПРЕС-ФОРМА, МОДЕЛЬНА ПЛИТА, КОРПУС.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РЕФЕРАТ		
Розроб.		Прудкий О.В.					
Перевір.		Федоров Г.Є.					
Н. Контр.							
Затверд.					НТУУ «КПІ» ІФФ, ФЛЗ-71мп		
					Літ.	Арк.	Аркушів
						6	

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация: 145 страниц, 46 таблиц, 8 рисунков, 18 литературных ссылок, 3 приложения, 10 чертежей.

Объект магистерской диссертации: проектирование литейного комплекса чугунного и алюминиевого производства мощностью 11000 тонн годных отливок в год; разработка технологии изготовления отливок из чугуна и сплава алюминия; технологическое планирование и организация работы производства.

Предмет магистерской диссертации: технология литейной формы, планирование и организация работы литейного комплекса; разработка эффективного производственного цикла; проектирования машины литья под давлением.

Результаты магистерской диссертации: разработана технология литейной формы; выполнено техническое планирование литейного комплекса; спроектировано машинную литья под давлением. Результаты проектирования могут быть рекомендованы для внедрения при производстве мелких (до 150 кг) отливок средней сложности в условиях серийного или массового производства.

В магистерской диссертации также проведен основные расчеты организационно-экономических факторов и даны рекомендации по защите персонала комплекса от вредных факторов и улучшению санитарно-гигиенических условий на рабочих местах.

ЛИТЕЙНЫЙ КОМПЛЕКС, ЧУГУН, АЛЮМИНИЙ, МАШИНА ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕ, ПРЕСС-ФОРМА, МОДЕЛЬНАЯ ПЛИТА, КОРПУС.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РЕФЕРАТ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Прудкий О.В.						
Перевір.		Федоров Г.Є.					7	
						НТУУ «КП» ІФФ, ФЛЗ-71мп		
Н. Контр.								
Затверд.								

ABSTRACT

Master's dissertation: 145 pages, 46 tables, 8 figures, 18 literary references, 3 appendices, 10 drawings.

The object of the master's thesis: the design of the foundry complex of cast iron and aluminum production with a capacity of 11,000 tons of suitable castings per year; development of the technology of making castings of cast iron and aluminum alloy; technological planning and organization of production work.

Subject of the master's thesis: technology of foundry, planning and organization of work of the foundry complex; development of an effective production cycle; design of pressure-casting machine.

Results of the master's thesis: the technology of the foundry has been developed; the technical planning of the foundry complex was completed; Machine-made injection molding is designed. The design results can be recommended for the introduction in the production of small (up to 150 kg) castings of medium complexity in conditions of serial or mass production.

In the master's dissertation also basic calculations of organizational and economic factors were made and recommendations on protection of complex personnel from harmful factors and improvement of sanitary and hygienic conditions at work places were given.

FLEXIBLE COMPLEX, CAST IRON, ALUMINUM, PRESS-MACHINE,
PRESS-FORM, MODEL PLATE, CRANK.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ABSTRACT		
Розроб.		Прудкий О.В.					
Перевір.		Федоров Г.Є.					
Н. Контр.							
Затверд.					HTYU «КПІ» ІФФ, ФЛЗ-71мп		
						Літ.	Арк.
							8
						Аркушів	

ЗМІСТ

ВСТУП

1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ

1.1 Виробнича програма

1.2 Характеристика виробництва

2 РЕЖИМ РОБОТИ І ФОНДИ ЧАСУ

3 ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЧИХ ВІДДІЛЕНЬ КОМПЛЕКСУ

3.1 Розрахунок плавильного відділення

3.1.1 Складання балансу металу за марками сплавів, що виплавляються

3.1.2 Розрахунок необхідної кількості плавильних агрегатів

3.1.3 Розрахунок необхідної кількості шихти

3.2 Розрахунок формувально-складально-заливально-вибивальної дільниці чавунного відділення

3.3 Розрахунок стрижневої дільниці чавунного відділення

3.4 Розрахунок сумішоприготувальної дільниці чавунного відділення

3.5 Розрахунок відділення лиття алюмінієвих сплавів під тиском

3.6 Розрахунок відділення фінішних операцій

4 ДОПОМІЖНІ ВІДДІЛЕННЯ ТА СЛУЖБИ

4.1 Відділ головного металурга й технологічна служба цеху

4.2 Відділ головного механіка

4.3 Відділ головного енергетика

4.4 Відділ праці та заробітної плати

5 СКЛАДСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО

6 ВНУТРІШНЬОЦЕХОВИЙ ТРАНСПОРТ

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Прудкий О.В.			ЗМІСТ				Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Федоров Г.Є.								9	
									НТУУ «КП» ІФФ, ФЛЗ-71мп		
Н. Контр.											
Затверд.											

7 ЕНЕРГЕТИЧНА ЧАСТИНА

- 7.1 Витрати електроенергії
- 7.2 Витрати стисненого повітря
- 7.3 Витрати води
- 7.4 Витрати теплоти

8 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

- 8.1 Загальне положення
- 8.2 Елементи конструкції будівлі
- 8.3 Побутові та адміністративно-службові приміщення
- 8.4 Опалення та вентиляція

9 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

- 9.1 Технологія виготовлення виливка із сірого чавуну
 - 9.1.1 Загальна характеристика литої деталі
 - 9.1.2 Відповідність деталі вимогам ливарної технології
 - 9.1.3 Аналіз можливих способів виготовлення виливків
 - 9.1.4 Обґрунтування вибору положення виливка при заливанні та площини розніму моделі та форми
 - 9.1.5 Припуски на механічне оброблення поверхні виливків
 - 9.1.6 розрахунок ливникової системи
 - 9.1.7 Характеристика технологічного оснащення
 - 9.1.8 Опис технології виготовлення виливка
- 9.2 Технологія виготовлення виливка із алюмінію
 - 9.2.1 Загальна характеристика литої деталі
 - 9.2.2 Аналіз можливих способів виробництва виливків
 - 9.2.3 Обґрунтування положення виливка в формі
 - 9.2.4 Розрахунок ливникової системи на ПЕОМ
 - 9.2.5 Вентиляційна система та промивники
 - 9.2.6 Опис технологічного процесу виготовлення виливка

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10 ВИБІР ТА ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНОГО УСТАТКОВАННЯ

10.1 Загальна характеристика машини лиття під тиском

10.1.1 Призначення та область використання машини

10.1.2 Принцип роботи машини

10.1.3 Опис конструкції вузлів машини

10.2 Розрахунок зусилля пресування

10.3 Техніка безпеки

11 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

11.1 Організаційний розділ

11.1.1 Розрахунок чисельності основних та допоміжних робітників

11.1.2 Управлінський персонал

11.1.3 Загальна чисельність працівників

11.1.4 Розрахунок фондів заробітної плати

11.2 Визначення обсягів капітальних вкладень в комплекс, що проектується

11.2.1 Визначення планової собівартості одиниці продукції

11.2.2 Розрахунок показників економічної ефективності проектного рішення

12 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ

12.1 Мікроклімат

12.2 Освітлення

12.3 Інфрачервоне випромінювання

12.4 Шум та вібрація

12.5 Запиленість та загазованість

12.6 Електробезпека

12.7 Протипожежна безпека

12.8 Забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

13.1 Команда

13.2 Назва проекту

13.3 Короткий опис проекту

13.4 Бізнес-модель

13.5 Споживчі властивості товару

13.6 Дослідження ринку

13.7 Дослідження конкурентного оточення

13.8 Маркетингова стратегія просування

13.9 Елементи фінансового плану

13.10 Резюме

ВИСНОВОК

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

ДОДАТКИ

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

У зв'язку із становленням промисловості, у тому числі і машинобудування, виникає потреба в будівництві нових або реконструкції та технічному переозброєнні існуючих ливарних цехів. Це вимагає також відновлення роботи проектних організацій.

Задачею даного проекту є проектування ливарного цеху заводу сантехнічного обладнання потужністю 11000 тонн придатних виливків за рік.

При проектуванні ливарного цеху необхідно забезпечено його високий технічний рівень та економічну ефективність, максимально використані досягнення науки і техніки. При проектуванні даного цеху опиралися на головні технічні напрямлення в галузі машинобудування, а також на правила та рекомендації щодо проектування і будування, користувалися каталогами типових проектів, чинними нормативами та керівними нормативними документами з ливарного виробництва.

В проекті запропоновані найефективніші варіанти технологічних

процесів виготовлення литих заготовок та оптимального використання

високопродуктивного устаткування, яке забезпечує ці технологічні процеси. Приділена увага питанням уникнення перетину вантажопотоків, визначення площ основних і допоміжних відділень, вибору типу будівлі, розміщення устаткування і транспортних засобів, а також покращання умов праці в цеху. Важливим фактором даного проекту є наближення виробника виливків до замовника.

					ФЛз71мп.7105.1110.000						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВСТУП				Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Прудкий О.В.									
Перевір.		Федоров Г.Є.								13	
									НТУУ «КП» ІФФ, ФЛз-71мп		
Н. Контр.											
Затверд.											

1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ

1.1 Виробнича програма

Заданням даної магістерської дисертації є проектування ливарного комплексу заводу чавунного та алюмінієвого литва, виходячи з виробничої програми, яка вміщує в собі завдання на річний випуск литва на кожен виріб та тип сплаву. Для кожного виробу передбачається випуск запасних виливків. Номенклатуру виливків ливарного комплексу наведено в табл. 1.1.

Відповідно до характеру виробничого процесу підприємство відноситься до типу «замкнутого циклу». Виготовлення виливків, їх обрубкування, зачищення, механічне оброблення та фінішні операції здійснюється в межах території підприємства.

У ливарному цеху виготовляють значну кількість продукції, яка відноситься до пічного устаткування (корпус, кришка, колосник тощо).

Таблиця 1.1 – Номенклатура виливків ливарного цеху

Індекс позицій	Код деталі	Найменування деталі	Матеріал виливка	Маса виливка, кг	Кількість деталей на 1 виріб, шт.
1	2	3	4	5	6
01	ЛЛ.76.11	Рамка топочна «Львів»	СЧ15	3,82	1
02	ЛЛ.76.12	Рамка двотопочна «Львів»	СЧ15	3,34	1
03	ЛЛ.76.20	Кришка топочна «Львів»	СЧ20	9,27	2
04	ЛЛ.72.11	Рамка піддувальна «Львів»	СЧ15	4,20	1
05	ЛЛ.72.21	Кришка піддувальна «Львів»	СЧ20	1,64	1

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ		
Розроб.		Прудкий О.В.					
Перевір.							
Н. Контр.							
Затверд.					Літ. Арк. Аркушів		
						14	
					НТУУ «КПІ» ІФФ, ФЛЗ-71мп		

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4	5	6
06	ЛЛ.64.11	Рамка прочистна «Львів»	СЧ20	3,23	1
07	ЛЛ.64.21	Кришка прочистна «Львів»	СЧ20	2,14	1
08	ПЛ.86.11	Рамка топочна «Полісся»	СЧ15	3,71	1
09	ПЛ.86.20	Кришка топочна «Полісся»	СЧ20	8,87	1
10	ПЛ.63.11	Рамка піддувальна «Полісся»	СЧ15	3,89	1
11	ПЛ.63.21	Кришка піддувальна «Полісся»	СЧ20	1,87	1
12	ПЛ.63.31	Рамка прочистна «Полісся»	СЧ20	3,45	1
13	ПЛ.63.21	Кришка прочистна «Полісся»	СЧ20	2,72	1
14	ГЛ.75.01	Рамка спарена «Гахівська»	СЧ20	3,62	1
15	ГЛ.75.02	Кришка топочна «Гахівська»	СЧ20	5,31	1
16	ГЛ.75.03	Кришка піддувальна «Гахівська»	СЧ20	3,89	1
17	ГЛ.75.04	Планка «Гахівська»	СЧ15	1,70	2
18	ГЛ.75.05	Закрутка «Гахівська»	СЧ15	0,91	2
19	06.02.362	Колосникова ґратка	СЧ20	0,98	4
20	06.02.386	Колосникова ґратка	СЧ20	1,27	2
21	К.328.01	Колосникова ґратка	СЧ20	1,25	1
22	К.328.02	Колосникова ґратка	СЧ20	1,34	1
23	К.0112	Колосникова ґратка	СЧ20	1,89	1
24	К.08.632	Колосникова ґратка	СЧ20	2,10	1
25	К.472.09	Колосникова ґратка	СЧ20	0,86	2
26	К.476.02	Колосникова ґратка	СЧ20	1,12	2
27	Ш.40.01	Рамка шубера	СЧ15	0,76	1
28	Ш.40.02	Заслонка шубера	СЧ15	1,61	1
29	ПД2.01	Плита двокомфорна	СЧ20	7,25	1
30	06В.021	Плита двокомфорна	СЧ20	9,68	1

Продовження табл.1.1

1	2	3	4	5	6
31	505	Колосникова решітка «Груби»	СЧ20	15,72	1
32	КР.209	Корпус печі	СЧ20	96,00	1
33	20508М	Корпус «Транссигнал»	СЧ20	74,00	1
34	20505	Редуктор «Транссигнал»	СЧ20	49,00	1
35	20310М	Корпус «Транссигнал»	СЧ20	62,00	1
36	5903.23	Замок	АЛ9	5,92	10
37	5330.12	Муфта	АЛ9	10,85	4
38	ПВМ-11	Корпус	АЛ9	18,82	1
39	БСТ.2213	Проставка	АЛ7	6,12	4
40	АЛ.12.32	Корпус	АЛ7	2,87	4
41	АК.17.65	Ручка	АЛ7	0,89	10

Ливарний цех виготовляє виливки переважно з сірого чавуну та у невеликій кількості з алюмінієвих сплавів для власних потреб і на приватні замовлення. Литі деталі відносяться до загального призначення.

Потужність ливарного комплексу становить 11000 т придатних виливків за рік, з яких 10000 т придатних виливків за рік виготовляється із чавуну, 1000 т – алюмінієвих сплавів.

Комплекс за характером виробництва відноситься до серійного виробництва, для якого номенклатура виливків складає не більше 100 найменувань, серійністю – не менше 10000 шт. за рік. Маса виливків – від 0,5 до 100 кг.

Номенклатуру виливків поділяємо на три масові групи:

1 група – виливки із сірого чавуну масою до 20 кг;

2 група – виливки із сірого чавуну масою понад 20 кг;

3 група – виливки із алюмінію масою до 25 кг.

На власні потреби виробництва призначаємо 10% від виробничої програми цеху, що складає 1100 т, з яких 1000 т із чавуну й 100 т – із алюмінієвих сплавів.

					ФЛз71мп.7105.1110.000	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За даними табл. 1.1 і відомою серійністю виготовлення виливків складаємо точну виробничу програму ливарного комплексу (табл. 1.2).

1.2 Характеристика виробництва

Призначення ливарного комплексу – виготовлення виливків із сірого чавуну марок СЧ15, СЧ20 та з алюмінієвих сплавів марок АК7, АК9.

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

За сучасною класифікацією комплекс можна представити так:

- за родом сплаву – чавун та алюміній;
- за характером виробництва – серійного виробництва;
- за масою виливків – дрібного литва;
- за технологічними процесами – лиття в разові об’ємні піщані форми та лиття під тиском.

Відділення виготовлення чавунних виливків за структурою складається з таких основних і допоміжних відділень та дільниць:

- виробничі відділення:
 - 1) плавильне відділення з дільницею підготовки шихтових матеріалів;
 - 2) формувально-заливально-вибивальне відділення;
 - 3) стрижневе відділення;
 - 4) сумішеприготувальне відділення;
 - 5) відділення фінішних операцій;
- допоміжні дільниці:
 - 1) ремонтно-механічні майстерні;
 - 2) ремонту та сушіння ковшів;

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3) лабораторії визначення хімічного складу металу та властивості сумішей;

– склади:

- 1) шихтових і формувальних матеріалів;
- 2) модельної оснастки;
- 3) готових виливків.

Відділення виготовлення виливків із алюмінієвих сплавів має іншу структуру.

Виходячи з класифікації, приймаємо, що в проектованому відділенні виливки вироблятимуть методом лиття під тиском з максимально можливою автоматизацією.

За структурою відділення складається з таких основних та допоміжних структурних одиниць:

– виробничі відділення:

- 1) відділення виготовлення виливків;
- 2) відділення фінішних операцій;

– допоміжні відділення:

- 1) ремонтно-механічні майстерні;
- 2) ремонту та сушіння ковшів;

– склади:

- 1) прес-форм;
- 2) готових виливків.

Загальна структура комплексу:

- відділення виготовлення виливків із чавунів;
- відділення виготовлення виливків із алюмінієвих сплавів;
- відділення фінішних операцій;
- ремонтно-механічне відділення;
- відділення електриків;
- лабораторії.

					ФЛз71мп.7105.1110.000	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2 – Точна виробнича програма ливарного цеху

Індекс позиції	Код деталі	Найменування	Матеріал	Маса, кг		Кількість на виріб		Річна програма випуску виливків						
								на основі виробу		на запасні частини			всього	
				деталі	виливка	шт.	кг	шт.	т	%	шт.	т	шт.	т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Перша масова група (до 20 кг), сірий чавун														
27	Ш.40.02	Рамка шубера	СЧ15	0,76	0,91	1	0,91	17164	15,62	10	1716	1,56	18800	17,18
18	ГЛ.75.05	Закрутка «Гахівська»	СЧ15	0,91	1,09	2	2,18	34328	74,84	10	3433	7,48	37600	41,16
28	Ш.40.2	Заслонка шуберу	СЧ15	1,61	1,93	1	1,93	17164	33,13	10	1716	3,31	18800	36,44
17	ГЛ.75.04	Планка «Гахівська»	СЧ15	1,70	2,04	2	4,08	34328	140,07	10	3433	14,00	37600	77,03
02	ЛЛ.76.12	Рамка двотопочна «Львів»	СЧ15	3,34	4,01	1	4,01	17164	68,83	10	1716	6,88	18800	75,71
07	ПЛ.86.11	Рамка топочна «Полісся»	СЧ15	3,71	4,45	1	4,45	17164	76,38	10	1716	7,64	18800	84,02
01	ЛЛ.76.11	Рамка топочна «Львів»	СЧ15	3,82	4,58	1	4,58	17164	78,62	10	1716	7,86	18800	86,47
10	ПЛ.63.11	Рамка піддувальна «Полісся»	СЧ15	3,89	4,67	1	4,67	17164	80,16	10	1716	8,02	18800	88,17

ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арку
	20

Продовження тбал. 1.2														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
23	К.0112	Колосникова ґратка	СЧ20	1,89	2,27	2	4,54	34328	77,92	10	3433	7,79	37600	85,35
24	К.08.632	Колосникова ґратка	СЧ20	2,10	2,52	1	2,52	17164	43,25	10	1716	4,33	18800	47,38
07	ЛЛ.64.21	Кришка прочистна «Львів»	СЧ20	2,14	2,57	1	2,57	17164	44,11	10	1716	4,41	18800	48,32
13	ПЛ.63.31	Кришка прочистна «Полісся»	СЧ20	2,72	3,26	1	3,26	17164	55,95	10	1716	5,59	18800	61,29
06	ЛЛ.64.11	Рамка прочистна «Львів»	СЧ20	3,23	3,88	1	3,88	17164	66,59	10	1716	6,66	18800	72,94
12	ПЛ.63.32	Рамка прочистна «Полісся»	СЧ20	3,45	4,14	1	4,14	17164	71,06	10	1716	7,10	18800	77,83
14	ГЛ.75.01	Рамка спарена «Гахівська»	СЧ20	3,62	4,34	1	4,34	17164	74,49	10	1716	7,45	18800	81,59
16	ГЛ.75.03	Кришка піддувальна «Гахівська»	СЧ20	3,89	4,67	1	4,67	17164	80,16	10	1716	8,01	18800	87,79
15	ГЛ.75.02	Кришка топочна «Гахівська»	СЧ20	5,21	6,25	1	6,25	17164	107,28	10	1716	10,72	18800	117,50
29	ПД2.01	Плита двокомфорна	СЧ20	7,25	8,70	1	8,70	17164	149,33	10	1716	14,93	18800	163,56
09	ПЛ.86.20	Кришка топочна «Полісся»	СЧ20	8,87	10,64	2	21,28	34328	365,25	10	3433	36,52	37600	400,06

					ФЛТ371мп.7105.1110.000	Арх
						22
Эм.	Арх.	№ докум.	Подпис	Дата		

Продовження табл. 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Третя масова група (до 30 кг), алюміній														
41	АК.17.65	Ручка	АК7	0,89	1,07	26	27,82	160576	171,82	10	16058	17,18	176634	189
40	АЛ.12.32	Корпус	АК7	2,87	3,44	8	27,52	49408	169,96	10	4941	16,99	54349	186,95
36	5903.23	Замок	АК7	5,92	7,15	4	28,6	24704	176,63	10	2470	17,66	27174	194,29
39	БСТ.2213	Проставка	АК9	6,12	7,34	4	29,36	24704	181,33	10	2470	18,13	27174	199,46
37	5330.12	Муфта	АК9	10,85	13,02	2	26,04	12352	160,82	10	1235	16,08	13587	176,90
38	ПВМ-11	Корпус	АК9	18,82	22,58	1	22,58	6176	139,45	10	618	13,94	6794	153,39
Всього виливків із алюмінію:							222,64		1000,02			100,00		1100,02
Разом:							746,95		10000,23			1000,02		11000,25

ФЛІЗ71мп.7105.1110.000

2 РЕЖИМ РОБОТИ І ФОНДИ ЧАСУ

Ливарний комплекс має однозмінний режим роботи. У зв'язку з неперервною роботою деяких відділень та ділянок їх режим роботи відрізняється від режиму роботи ливарного цеху в цілому і може складати дві зміни за добу. Тривалість робочого тижня складає 40 годин, тобто робочий тиждень складається з 8 годинних п'яти робочих днів. Обідня перерва триває 1 годину в I та в наднормові зміни, а в II зміну 20 хвилин. Працівники, що закріплені за вибивальною ділянкою мають скорочений робочий день, який триває 6 годин.

Розрізняють календарний, номінальний та дійсний фонди часу.

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

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

$$\Phi_n = 250 \cdot 16 = 4000 \text{ годин} - \text{за двозмінного режиму роботи.}$$

Дійсний, Φ_d , визначають відніманням від номінального фонду утрат часу на освоєння виробництва та непередбачувані утрати.

За умови 40-годинного робочого тижня і 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 фонди часу наведено в табл. 2.1.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РЕЖИМ РОБОТИ І ФОНДИ ЧАСУ				Літ.	Арк.	Аркушів		
Розроб.		Прудкий О.В.										24	
Перевір.													
Н. Контр.													
Затверд.													
					НТУУ «КПІ» ІФФ, ФЛЗ-71мп								

Таблиця 2.1 – Режим роботи ливарного комплексу та фонди часу

Індекс позиції	Найменування відділення, дільниці, тип устаткування	Кількість робочих змін на добу	Дійсний річний фонд часу, год	
			устаткування	робітника
1	2	3	4	5
1	Плавильне відділення, ІЧТ-10,0/2,5 ІАТ-1,0/0,4	2	3720	1840
2	Формувальне відділення, автоматична ливарна лінія моделі КЛ2002 і ЛК2405	2	3600	1840
3	Стрижневе відділення,	2	3720	1840
4	Відділення сумішоприготування з бункером-відстійником та змішувачами періодичної дії моделі 15108	2	3600	1840
5	Відділення фінішних операцій	2	3680	1840
6	Допоміжні служби	2	3600	1840

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЧИХ ВІДДІЛЕНЬ КОМПЛЕКСУ

Для виконання технічної частини дисертації необхідно визначити і вибрати:

- вихідні дані;
- обсяг виробництва;
- технологічні процеси;
- типи технологічного устаткування;
- кількість технологічного устаткування;
- тип і кількість допоміжного устаткування, оснащення та транспортних засобів;
- виконати технологічне компонування кожного відділення та ділянки;
- визначити площі відділення.

Вихідними даними для розрахунків є: виробнича програма, вид технологічного процесу, прийнятий режим роботи цеху, нормативні дані.

Тип технологічного устаткування вибираємо, виходячи з особливостей прийнятого технологічного процесу та умов забезпечення заданої якості продукції. Перевагу віддаємо устаткуванню, що забезпечує найвищий рівень автоматизації виконання технологічного процесу та такому, яке має найвищий коефіцієнт завантаження.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЧИХ ВІДДІЛЕНЬ КОМПЛЕКСУ				Літ.	Арк.	Аркушів		
Розроб.		Прудкий О.В.										26	
Перевір.													
Н. Контр.													
Затверд.					НТУУ «КПІ» ІФФ, ФЛЗ-71мп								

3.1 Розрахунок плавильного відділення

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

Хімічний склад сплавів наведено в табл. 3.1 і 3.2.

3.1.1 Складання балансу металу за марками сплавів, що виплавляються

У ливарному комплексі, який проектується, будуть виплавлятися наступні марки сірого чавуну СЧ15, СЧ20 і марки алюмінієвих сплавів АК7, АК9.

Таблиця 3.1 – Хімічні властивості сірого чавуну марок СЧ15, СЧ20

Марка сірого чавуну	Вміст елементів, %			
	C	Si	Mn	P, S
СЧ15	3,5...3,7	2,0...2,4	0,5...0,8	до 0,15
СЧ20	3,3...3,5	1,8...2,2	0,7...1,0	до 0,15

Таблиця 3.2 – Хімічні властивості алюмінієвих сплавів марок АК7, АК9

Марка Al-сплавів	Вміст елементів, %						
	Al	Si	Mn	Ni	Cu	Mg	Zn
АК7	87,6...93,6	6,0...8,0	0,2...0,6	до 0,3	до 1,5	0,2...0,5	до 0,5
АК9	85,1...91,6	8,0...11,0	0,2...0,5	до 0,3	до 1,0	0,2...0,4	до 0,5

Для визначення необхідної кількості металу для кожного сплаву складемо окремий баланс металу та підберемо для кожного типу сплавів свою індукційну піч. Це пов'язано з тим, що чавуноливарне та алюмінієволиварне відділення будуть знаходитися в одній будівлі, але на різних площах.

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

Угар і безповоротні втрати складають – 5%.

Вихід придатного литва для сірого чавуну марок СЧ15, СЧ20 знаходиться в межах 70...75 %. Приймаємо: 70 %. Ливники, зливи, брак сірого чавуну складають – 25 %.

Вихід придатного литва для алюмінієвих сплавів знаходиться в межах 60...65 %. Приймаємо: 60 %. Ливники, зливи, брак алюмінієвого литва складають – 35 %.

Розрахунок балансу металу чавунного та алюмінієвого цеху зводимо в табл. 3.3 і 3.4, відповідно.

					ФЛз71мп.7105.1110.000	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3 – Баланс металу чавуноливарного відділення

Індекс позицій	Марка сплаву	Придатне литво		Ливники, зливи, брак		Рідкий метал		Угар та безповоротні втрати		Металозавалка		Клас шихти	Спосіб плавлення	Тип плавильного агрегату
		%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	СЧ15	70	719,55	25	179,89	95	899,44	5	47,34	100	946,78	1	Індукційна плавка	ІЧТ-10/2,5
2	СЧ20		9183,97		2295,99		11479,96		604,21		12084,17	1		
Всього:			9903,52		2475,88		12379,40		651,55		13030,95			

Таблиця 3.3 – Баланс металу алюмінієволиварного відділення

Індекс позицій	Марка сплаву	Придагне литво		Ливники, зливи, брак		Рідкий метал		Угар та безповоротні втрати		Металозавалка		Клас шихти	Спосіб плавлення	Тип плавильного агрегату
		%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	AK7	60	570,24	35	332,64	95	902,26	5	47,49		949,75	1	Індукційна плавка	ІАТ-1,0/0,4
2	AK9		529,75		309,02		839,42		44,18		883,60	1		
Всього:			1100,02		641,66		1741,68		91,67		1833,35			

3.1.2 Розрахунок необхідної кількості плавильних агрегатів

Необхідна кількість плавильних агрегатів розраховується виходячи із складеного балансу металу (табл. 3.3, табл. 3.4), враховуючи виконання річної програми випуску придатних виливків з урахуванням маси металу на ливникові системи, зливи, брак, угар та безповоротні втрати.

Розрахунок необхідної кількості плавильних агрегатів для чавуноливарного відділення

Годинну продуктивність відділення визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{сер}} = M \cdot K_n / \Phi_d, \quad (3.1)$$

де M – кількість рідкого металу, т;

K_n – коефіцієнт нерівномірності виплавлення й використання металу.

Для серійного виробництва $K_n = 1,2 \dots 1,3$, приймаємо $K_n = 1,2$;

Φ_d – дійсний річний фонд часу роботи печі, 3720 год.

$$Q = (13030,95 + 900,02) \cdot 1,2 / 3720 = 4,49 \text{ т/год.}$$

Визначаємо місткість печі: $Q_{\text{п}} = 2,5 \cdot 4,49 = 11,23 \text{ т.}$

Виходячи з об'єму рідкого металу на річну програму та годинної продуктивності обираємо ГЧТ-10,0/2,5, місткістю 10 т та з продуктивністю 3,0 т/год.

Необхідну кількість печей визначаємо за формулою:

$$n = M \cdot K_n / \Phi_d \cdot q, \quad (3.2)$$

де M – маса рідкого металу на річну програму з урахуванням на власні потреби, 13930,97 т/рік;

Φ_d – дійсний річний фонд часу роботи печі, 3720 год;

q – годинна продуктивність печі – 3,0 т/год.

$$n = 13930,97 \cdot 1,2 / 3720 \cdot 3,0 = 1,62$$

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, для забезпечення рідким металом чавуноливарне відділення на річну програму необхідно 2 індукційні печі моделі ІЧТ-10,0/2,5.

Коефіцієнт завантаження печей дорівнює:

$$K_z = n/n_1, \quad (3.3)$$

$$K_z = 1,62/2 = 0,81;$$

Розрахунок необхідної кількості плавильних агрегатів для алюмінієволиварного відділення

Годинну продуктивність визначаємо за формулою (3.1). Отримаємо:

$$Q = (1833,35 + 100,00) \cdot 1,2 / 3720 = 0,62 \text{ т/год.}$$

Визначаємо місткість печі: $Q_{\Pi} = 2,5 \cdot 0,81 = 2,03 \text{ т.}$

Виходячи з об'єму рідкого металу на річну програму та годинної продуктивності обираємо ІАТ-1,0/0,4, місткістю 1,0 т. та продуктивністю 0,42 т/год.

Необхідну кількість печей визначаємо за формулою (3.2). Отримаємо:

$$n = (1833,35 + 100,00) \cdot 1,2 / 3720 \cdot 0,42 = 1,49$$

Виходячи з розрахунків для забезпечення алюмінієволиварного відділення рідким металом на річну програму необхідно 2 індукційні печі моделі ІАТ-1,0/0,4.

Коефіцієнт завантаження печей дорівнює (3.3):

$$K_z = 1,49/2 = 0,75$$

Характеристики індукційних печей наведено в табл. 3.5.

Розрахунок необхідної кількості печей зведено в табл. 3.6.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.5 – Характеристика індукційних печей

Модель печі	Середня потужність, кВА	Номінальна місткість, т	Частота струму, Гц/год.	Температура перегрівання металу, °С	Середньогодинна продуктивність, т/год.	Питома потужність, кВт·год/т	Витрати води, м³/год.
1	2	3	4	5	6	7	8
ІЧТ-10,0/2,5	2500	10,0	50	1450	4,35	565	25,0
IAT-1,0/0,4	400	1,0	50	750	0,67	580	6,0

Таблиця 3.6 – Необхідна кількість печей на річну програму

Назва цеху	Марка сплаву		Потрібна кількість рідкого металу, т	Тип печі		Місткість печі, т	Тривалість циклу плавлення, год		Середньогодинна продуктивність, т/год		Кількість електропечей	Коефіцієнт завантаження, Кз
	розрахована	прийнята										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Чавуноливарне відділення	СЧ15	13930,97	ІЧТ-10,0/2,5	10,0	3,33	3,0	1,62	2,0	0,81			
	СЧ20											
Алюмінієво-ливарне відділення	АК7	1933,35	ІАТ-1,0/0,67	1,0	2,38	0,42	1,49	2,0	0,75			
	АК9											

3.1.3 Розрахунок необхідної кількості шихти

Розрахунок необхідної кількості шихти відповідно для кожної марки сплаву наведено в табл. 3.7 і табл. 3.8.

Таблиця 3.7 – Розрахунок необхідної кількості шихти для чавуноливарного відділення

Індекс позицій	Найменування матеріалів	Марка сплаву				Всього	
		СЧ15		СЧ20			
		%	т	%	т	%	т
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Брухт чавунний	26,0	246,16	27,2	3286,89	26,6	3533,05
2	Брухт сталевий	8,0	75,75	10,0	1208,43	9,0	1284,18
3	Стружка	11,6	109,83	8,6	1039,24	10,1	1149,07
4	ЗВВ	50,0	473,39	50,0	6042,08	50,0	6515,47
5	Феросиліцій	3,5	33,14	3,5	422,94	3,5	456,08
6	Феромарганець	0,9	8,52	0,7	84,58	0,8	93,10
7	Разом:	100	946,78	100	12084,17	100	13030,95

Таблиця 3.8 – Розрахунок необхідної кількості шихти для алюмінієвливарного відділення

Індекс позицій	Найменування матеріалів	Марка сплаву				Всього	
		АК7		АК9			
		%	т	%	т	%	т
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Чушки А0	25	237,44	25	220,90	25	458,34
2	Чушки АК7	56	531,86	-	-	56	531,86
3	Чушки АК9	-	-	56	494,82		494,82
4	ЗВВ	15	142,46	15	132,54	15	275,00
5	АМц	3	28,49	3	26,51	3	55,00
6	ФМС-1	1	9,49	1	8,84	1	18,33
7	Разом:	100	949,75	100	883,60	100	1833,35

Технологія повного виплавляння чавуну складається із завантаження твердої шихти в тигель, нагрівання, розплавлення, перегрівання та коригування хімічного складу, термочасового витримування та розливання металу в форми ковшами чайникового типу.

Плавка сплавів алюмінію з кремнієм не складає особливих технологічних труднощів.

Процес плавки підрозділяють на періоди нагрівання шихти, розплавлення, перегрівання, доведення до потрібного хімічного складу, дегазації, рафінування й розливання рідкого металу.

Спочатку в плавильну ванну або тигель печі завантажують просушені та прожарені шихтові матеріали в наступній послідовності: чушковий алюміній та силумін, чушкові вторинні сплави, лом, зворот власного виробництва, лігатури або чисті легувальні метали.

Суху стружку, малогабаритний лом та зворот виробництва довантажують вже після утворення рідкої ванни із температурою до 730 °С.

Якщо компоненти шихти після розплавлення не забезпечують потрібного хімічного складу металу у виливках, додають у рідку ванну необхідні легувальні елементи.

Легкий кристалічний кремній додають за температури 730...740 °С примусовим зануренням перфорованого сталевого стакану з кремнієм на штанзі в глибину ванни з наступним додатковим перемішуванням.

Після перемішування рідкий метал розливають в роздавальний ківш.

3.2 Розрахунок формувально – складально – заливально – вибивальної ділянки чавунного відділення

У цьому відділенні здійснюються операції формування, складання та заливання форм, охолодження та вибивання виливків. Виливки виготовляють методом лиття в разові піщано-глинясті форми «по-сирому».

					ФЛз71мп.7105.1110.000	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Форми дрібної продукції виготовляються на автоматичних формувальних лініях безопакового формування.

Розрахунок річної кількості форм наведено в табл. 3.9, а зведена кількість форм – у табл. 3.10.

Таблиця 3.9 – Визначення річної кількості форм

Код деталі	Деталь (найменування)	Марка салу	Маса вливка		Розмір форм, мм	К-сть виливків у формі, шт.	Маса виливків у формі, кг	Кількість форм за рік, шт.	Об'єм форм, м ³	
			одного, кг	на річну програму, т					однієї	на річну програму
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Перша масова група (до 20 кг), сірий чавун										
Ш.40.02	Рамка шубера	СЧ15	0,91	17,18	600x450x180	6	5,46	3133	0,049	153,52
К.472.09	Колосникова решітка	СЧ20	1,03	77,79		8	8,24	4720		231,28
ГЛ.75.05	Закрутка «Гахівська»	СЧ15	1,09	82,32		12	13,08	3147		154,20
06.02.386	Колосникова гратка	СЧ20	1,18	89,12		8	9,44	4720		231,28
К.476.02	Колосникова гратка	СЧ20	1,34	101,59		8	10,72	4720		231,28
К.328.01	Колосникова гратка	СЧ20	1,50	23,61		8	12,00	2350		115,15
09.284	Колосникова гратка	СЧ20	1,52	114,80		8	12,16	4720		231,28
К.328.02	Колосникова гратка	СЧ20	1,61	30,40		8	12,88	2350		115,15
Ш.40.2	Заслонка шуберу	СЧ15	1,93	36,44		6	11,58	3133		153,52
ЛЛ.72.21	Кришка піддувальна «Львів»	СЧ20	1,97	37,20		4	7,88	4700		230,30
ГЛ.75.04	Планка «Гахівська»	СЧ15	2,04	154,07		10	20,40	3776		185,02
ПЛ.63.21	Кришка піддувальна «Полісся»	СЧ20	2,24	42,30		6	13,44	3133		153,52
К.0112	Колосникова гратка	СЧ20	2,27	171,45		8	18,16	4720		231,28
К.08.632	Колосникова гратка	СЧ20	2,52	47,59		4	10,08	4700		230,30

Продовження табл. 3.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ЛЛ.64.21	Кришка прочистна «Львів»	СЧ20	2,57	48,52	600x450x180	6	15,42	3133	0,049	153,52
ПЛ.63.21	Кришка прочистна «Полісся»	СЧ20	3,26	61,55		6	19,56	3133		153,52
ЛЛ.64.11	Рамка прочистна «Львів»	СЧ20	3,88	73,26		6	23,28	3133		153,52
ЛЛ.76.12	Рамка двотопочна «Львів»	СЧ15	4,01	75,71		4	16,04	4700		230,30
ПЛ.63.31	Рамка прочистна «Полісся»	СЧ20	4,14	78,61		4	16,56	4700		230,30
ГЛ.75.01	Рамка спарена «Гахівська»	СЧ20	4,34	81,94		2	8,68	9400		460,60
ПЛ.86.11	Рамка топочна «Полісся»	СЧ15	4,45	84,02		4	17,80	4700		230,30
ЛЛ.76.11	Рамка топочна «Львів»	СЧ15	4,58	86,48		4	18,32	4700		230,30
ПЛ.63.11	Рамка піддувальна «Полісся»	СЧ15	4,67	88,17		4	18,68	4700		230,30
ГЛ.75.03	Кришка піддувальна «Гахівська»	СЧ20	4,67	88,17		4	18,68	4700		230,30
ЛЛ.72.11	Рамка піддувальна «Львів»	СЧ15	5,04	95,16		4	21,60	4700		230,30
ГЛ.75.02	Кришка топочна «Гахівська»	СЧ20	6,25	118,00		4	25,00	4700		230,30
ПД2.01	Плита двокомфорна	СЧ20	8,70	164,27		1	8,70	37761		1850,29
ПЛ.86.20	Кришка топочна «Полісся»	СЧ20	10,64	803,59		2	21,34	18881		925,17
ЛЛ.76.20	Кришка топочна «Львів»	СЧ20	11,24	848,91		2	22,48	9400		460,60
06В.021	Плита двокомфорна	СЧ20	11,62	219,41		1	11,62	18800		921,20
505	Груба	СЧ20	18,86	709,14		1	18,86	37761		1850,29
Всього:				3535,92				233024		9955,04

					ФЛз71мп.7105.1110.000					Арк.
										36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Продовження табл. 3.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Друга масова група (понад 20 кг), сірий чавун										
20505	Редуктор «Трансигнал»	СЧ20	58,80	1110,23	1000x800x300	1	58,80	18800	0,24	4512
20310М	Корпус «Трансигнал»	СЧ20	74,44	1405,53		1	74,44	18800		4512
20508М	Корпус «Трансигнал»	СЧ20	88,81	1676,86		1	88,81	18800		4512
КР.209	Корпус печі	СЧ20	115,21	2175,34		1	115,21	18800		4512
Всього:				6367,61				75200		18048
Разом чавунних виливків:				9900,23				308224		28003,04

Таблиця 3.10 – Зведена кількість форм

Поточна лінія (дільниця)	Група виливків за масою, кг	Розмір форм, мм	Річний випуск		Середньогодинна кількість форм, шт.
			виливків, т.	форм, шт.	
1	2	3	4	5	6
1	до 20 кг	600x450x180	3535,92	233024	70
2	понад 20 кг	1000x800x300	6367,60	75200	20

Відділення складається з двох дільниць:

– дільниця №1 – лінія автоматичної безопокового формування КЛ2002;

– дільниця №2 – лінія автоматичної формовки ЛК2405.

Характеристика ліній наведена в таблиці 3.11.

Формування виконують на автоматичних лініях, де проводять наступні операції: формування, проставлення стрижнів у форми, передавання форм на заливання.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Виходячи із річної кількості форм, яка розрахована й наведена в табл.3.7, визначаємо кількість формувальних ліній необхідних для виконання річної програми ливарного цеху за формулою:

$$N = V_p / \kappa_6 \cdot \Phi_d \cdot q \quad (3.4)$$

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

q – циклова продуктивність лінії, форм/год;

κ – коефіцієнт браку форм і виливків ($\kappa_6 = 0,94 \dots 0,96$).

Таблиця 3.11 – Характеристики автоматичних формувальних ліній

Модель лінії	Розмір форм, мм	Продуктивність, форм/год	Металомісткість форм, кг		Габаритні розміри лінії, мм			Маса комплекту, т
			середня	максимальна	довжина	ширина	висота	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
КЛ2002	600x400x180	90	10	25	39150	5785	5540	57
ЛК2405	1000x800x300	25	60	120	69000	9000	7000	400

За формулою (3.4) для кожної ділянки визначаємо кількість ліній для кожної ділянки:

$$N_1 = 233024 / (0,94 \cdot 3600 \cdot 90) = 0,77$$

$$N_2 = 75200 / (0,94 \cdot 3600 \cdot 25) = 0,89$$

Приймаємо одну автоматичну лінію безопакового формування моделі КЛ2002 і одну лінію формування в опоках моделі ЛК2405.

Визначаємо коефіцієнт завантаження ліній за формулою:

$$K_3 = n_1/n \quad (3.5)$$

$$K_3 (\text{КЛ2002}) = 0,77/1,0 = 0,77 \%$$

$$K_3 (\text{ЛК2405}) = 0,89/1,0 = 0,89 \%$$

Кількість формувальних ліній наведено у табл. 3.12.

Таблиця 3.12 – Кількість формувальних ліній

Потокова лінія	Група виливків за масою, кг	Розмір форм, мм	Середньогодинна кількість форм, шт.	Модель лінії	Продуктивність лінії, форм/год	Кількість формувальних ліній		Коефіцієнт завантаження
						розрахована	прийнята	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	до 20 кг	600x450x180	70	КЛ2002	90	0,77	1,0	0,77
2	понад 20 кг	1000x800x300	20	ЛК2405	25	0,89	1,0	0,89

3.3 Розрахунок стрижневої ділянки чавунного відділення

У стрижневому відділенні виконуються операції виготовлення, зачищення, склеювання (за необхідності) стрижнів, їх контроль та комплектування. На території стрижневої ділянки розміщуються склади для зберігання стрижневих ящиків, каркасів і готових до використання стрижнів.

Виходячи із потужності та серійності виробництва ефективно виготовлення стрижнів здійснюється піскодувним методом з використанням ХТС.

Цей спосіб найбільш прийнятний для різних стрижневих сумішей при виготовленні дрібних стрижнів і досить продуктивний. Під дією стисненого

повітря суміш примусово виштовхується з резервуара через вихідний отвір – споло – у стрижневий ящик.

Для виготовлення стрижнів використовуємо холоднотвердну суміш з синтетичною смолою Польского виробництва компанії "KratosPolska". Склад суміші наведено в табл. 3.13.

Таблиця 3.13 – Склад стрижневої суміші

Кварцовий пісок $2K_2O_{102}$, мас.ч.	Фенол-формальдегідна смола RezolitZP, % від маси піску	Затверджувач Prestol R, % від маси смоли
100	1,2...1,8	15...25

Таблиця 3.14 – Маршрутна технологія та завантаження стрижневого відділення

Індекс позицій	Назва деталі	Річна кількість деталей, шт.	Загальні дані					Програма та устаткування		
			номер стрижня	кількість стрижнів, шт.		маса стрижнів, кг		стрижнів у ящику	зйомів на річну програму	тип та модель стрижневої лінії
				на деталь	на річну програму	одного	на річну програму			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Рамка шубера	18800	1	1	18880	0,4	7520	2	9400	ЛП046
32	Редуктор «Транссигнал»	18800	1	2	37600	3,6	135360	2	18800	
33	Корпус «Транссигнал»	18800	1	4	75200	8,7	654240	1	75200	
34	Корпус «Транссигнал»	18800	1	6	112800	5,9	665520	1	112800	
35	Корпус печі	18800	1	4	75200	12,2	917440	1	75200	
Разом:					319600		2380080		291400	

					ФЛз71мп.7105.1110.000					Арк.
										40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Виходячи з маршрутної технології та завантаження стрижневого відділення (табл. 3.14) для виготовлення стрижнів з піскодувним способом з ХТС і забезпечення чавунного цеху стрижнями на річну програму обираємо стрижневу лінію моделі ЛП046.

Кількість ліній визначаємо за формулою:

$$M = N \cdot K_n / (T_d - t) \cdot d, \quad (3.6)$$

де M – кількість ліній, шт.;

K_n – коефіцієнт нерівномірності, $K_n = 1,1$;

N – річна кількість з'йомів з стрижневих ящиків, шт.;

T_d – дійсний річний фонд часу роботи установки, год;

d – продуктивність, т/год;

t – час затрачений на переналадку оснащення, год.

$$M = 291400 \cdot 1,1 / (3600 - 10) \cdot 90 = 0,99$$

Приймаємо 1 стрижневу лінію моделі ЛП046, якої буде достатньо для забезпечення річної програми чавунного цеху. Коефіцієнт завантаження лінії становить:

$$K_z = 0,99/1 = 0,99$$

На стрижневій автоматичній лінії виконують наступні операції: приготування ХТС, заповнення сумішшю стрижневих ящиків і загладжування поверхні, накладання плити на стрижневий ящик перед кантуванням, кантування стрижневих ящиків, виймання стрижнів.

Технічні характеристики стрижневої лінії моделі ЛП046 наведені в табл. 3.15.

					ФЛз71мп.7105.1110.000	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.15 – Технічні характеристики автоматичної стрижневої лінії моделі ЛП046

№	Параметри	Показники
1	Найбільша маса стрижня (за щільністю 1,5 кг/м ³), кг	16
2	Габаритні розміри стрижневого ящика (LxBxH), мм	630x500x445
3	Продуктивність циклова, зніманий/год	90
4	Витрати стрижневої суміші, м ³ /год	1,3
5	Габаритні розміри лінії (LxB), мм	20720x4260
6	Маса комплекту, т	39,3

Таблиця 3.16 – Розрахована кількість стрижневих машин

Потрібна кількість, шт.				Тип стрижневих машин	Продуктивність стрижневих ліній, з'йомів/год	Кількість стрижневих машин		Коефіцієнт завантаження
стрижнів		з'йомів				розрахована	прийнята	
за рік	за год.	за рік	за год.					
319600	89	2380080	661	ЛП046	90	0,99	1,00	0,99

Визначивши кількість стрижнів на річну програму та автоматичну стрижневу лінію наступним кроком є розрахунок площ складів стрижнів та ящиків. Площу ділянки для зберігання стрижнів протягом доби:

$$S_{\text{ст}} = \frac{16 \cdot N \cdot S_{\Pi} \cdot k_1}{n}, \quad (3.7)$$

де N – потреба у стрижнях за годину, шт;

$S_{\text{п}}$ – площа найбільшого стрижня, м^2 ;

k_1 – коефіцієнт усереднення розмірів стрижнів, $k_1 = 0,6$;

n – поверховість зберігання стрижнів.

Підставивши дані отримуємо:

$$S_{\text{ст}} = \frac{16 \cdot 89 \cdot 0,08 \cdot 0,6}{4} = 17 \text{ м}^2.$$

Площа для зберігання стрижневих ящиків на добу становить:

$$S_{\text{ст}} = \frac{16 \cdot N \cdot S \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}{n}, \quad (3.8)$$

де $S_{\text{ящ}}$ – площа для зберігання стрижневих ящиків, м^2 ;

N – потреба в ящиках за годину, шт.;

S – площа найбільшого стрижневого ящика, м^2 ;

k_1, k_2, k_3 – коефіцієнти усереднення розмірів ящика, серійності, повторності відповідно;

n – поверховість зберігання стрижневих ящиків.

$$S_{\text{ст}} = \frac{16 \cdot 89 \cdot 0,25 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 0,6}{4} = 22 \text{ м}^2.$$

Загальну площу складів вираховуємо за формулою:

$$S_{\text{заг}} = S \cdot f_0, \quad (3.9)$$

де S – площа стрижневих складів, м^2 ;

f_0 - коефіцієнт, який враховує площу проходів, $f_0 = 1,5$.

$$S_{\text{ЗАГ}}^{\text{СТ}} = 17 \cdot 1,5 = 17,5 \text{ м}^2;$$

$$S_{\text{ЗАГ}}^{\text{ЯЩ}} = 22 \cdot 1,5 = 33 \text{ м}^2;$$

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.4 Розрахунок сумішоприготувальної ділянки чавунного відділення

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

Загальні витрати формувальної і стрижневої суміші визначають при розраховуванні формувального і стрижневого відділення, виходячи з об'єму і кількості форм, що виготовляють протягом року, для всієї номенклатури виливків, з відрахуванням об'єму, зайнятого виливками з ливниковими системами і стрижнями.

Розраховування сумішоприготувального відділення загальні витрати суміші на річну програму визначають за даними потреби суміші для формувального відділення з урахуванням 10...15% на втрати під час транспортування, формування тощо. Розрахунок формувальної та стрижневої суміші на програму в неущільненому стані здійснюють за формулою:

$$P_{\text{ну}} = 0,757 \cdot P_{\text{у}}, \quad (3.10)$$

де $P_{\text{ну}}$ – кількість суміші в неущільненому стані, м^3 ;

0,757 – коефіцієнт переходу від масових до об'ємних одиниць з урахуванням ущільнення суміші;

$P_{\text{у}}$ – кількість ущільненої суміші на річну програму, т.

Розрахунок витрат формувальної на річну програму зведено в табл. 3.17.

Рецептуру сумішей та розріхунок витрат компонентів занесено до табл. 3.18 і табл. 3.19, відповідно.

					ФЛз71мп.7105.1110.000	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.17 – Розрахунок витрат формувальної суміші

Внутрішній розмір опок, мм	Випуск виливків, т/рік	Середня маса виливків у формі, кг	Розрахована кількість форм за рік, шт.	Об'єм однієї форми, м³	Розрахунковий об'єм, м³/рік				Розрахункові витрати єдиної суміші, т/рік
					всіх форм	в тому числі			
						металу	стрижнів	суміші	
600x450x180	3535,92	16,71	233024	0,049	9955	5466,42	5,02	4483,56	7396,95
1000x800x300	6367,60	84,32	75200	0,24	18048	6367,96	1582	10098,04	16661,77
Разом:									24058,71

Таблиця 3.18 – Рецептатура формувальної суміші та розрахунок витрати компонентів

Витрати суміші, т/рік		Витрати компонентів					
розріховані	з урахуванням втрат, 10 %	оборотна суміш		кварцовий пісок		бентонітова глина	
		%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік
24058,71	26464,58	92,8	24559,13	6,0	1587,87	1,2	317,57

Таблиця 3.19 – Рецептатура стрижневої суміші та розрахунок витрати компонентів

Витрати суміші, т/рік		Витрати компонентів					
розріховані	з урахуванням втрат, 15 %	кварцовий пісок		смола RezolitZP		затверджувач Prestol R	
		%	т/рік	% від маси піску	т/рік	% від маси смоли	т/рік
2380,08	2737,09	100	2737,09	1,5	41,06	25	10,27

Контроль основних властивостей (міцність, вологість, газопроникність) суміші виконують взяттям проб для випробування в лабораторії через кожні 2...3 години роботи. Добір проби із змішувача здійснює майстер дільниці, а контроль – лаборант.

Кількість змішувачів для сумішоприготувального відділення визначаємо, для кожного виду суміші окремо за формулою:

$$З = \frac{P_{\text{ну}} \cdot K_{\text{н}}}{\Phi_{\text{д}} \cdot q}, \quad (3.11)$$

де $P_{\text{ну}}$ – річна кількість неущільненої суміші, т;

$K_{\text{н}}$ – коефіцієнт нерівномірності приготування та використання суміші;

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

q – продуктивність змішувача, т/год.

Для формувальної суміші:

$$З_{\text{ф}} = \frac{24058,71 \cdot 1,15}{3720 \cdot 5,0} = 1,49$$

Приймаємо 2 змішувачі періодичної дії з вертикально-обертливими котками для приготування формувальної суміші моделі 15108. Технічні характеристики змішувача наведені в табл. 3.18.

Таблиця 3.20 – Технічні характеристики змішувача моделі 15108

Параметр	Показник
1	2
Продуктивність, т/год	5
Об'єм замісу, м ³	3,7
Внутрішній діаметр чаші, мм	3024
Висота чаші, мм	1066
Діаметр котка, мм	1220

1	2
Ширина котка, мм	356
Частота обертання вертикального вала, хв ⁻¹	26
Зусилля тиску котка, кН	до 16
Витрати стисненого повітря, м ³ /год	2
Габаритні розміри (LxBxH), мм	4800x4200x3800
Маса, кг	20000

Для стрижневої суміші:

$$z_c = \frac{317,57 \cdot 1,15}{3720 \cdot 0,25} = 0,39$$

Приймаємо 1 змішувач періодичної дії з вертикально-обертними котками для приготування стрижневої суміші моделі 1A11M. Технічні характеристики змішувача наведені в табл. 3.19.

Таблиця 3.21 – Технічні характеристики змішувача моделі 1A11M

Параметр	Числове значення
Продуктивність, т/год	0,15
Об'єм замісу, м ³	0,25
Внутрішній діаметр чаші, мм	1500
Висота чаші, мм	600
Діаметр котка, мм	550
Ширина котка, мм	200
Частота обертання вертикального вала, хв ⁻¹	48
Зусилля тиску котка, кН	0,60... 1,55
Витрати стисненого повітря, м ³ /год	54
Габаритні розміри (LxBxH), мм	1680x1570x2140
Маса, кг	2500

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт завантаження змішувача для приготування формувальної суміші моделі 15108:

$$K_3^{\Phi} = \frac{24058,71}{3720 \cdot 5 \cdot 2} = 0,65$$

Коефіцієнт завантаження змішувача для приготування стрижневої суміші моделі 1A11M:

$$K_3^C = \frac{317,57}{3720 \cdot 0,25 \cdot 1} = 0,35$$

Крім змішувачів у сумішоприготувальному відділенні встановлено добові бункери. Суміш до формувальних машин подається за допомогою стрічкового конвеєра, а до місця виготовлення стрижнів – у закритій тарі.

У сумішоприготувальному відділенні розташована ділянка відновлення властивостей суміші. З вибивної ґратки оборотна суміш потрапляє на магнітну сепарацію, а потім в бункери сумішоприготувального відділення.

Таблиця 3.22 – Розрахунок устаткування сумішоприготувального відділення

Суміш	Витрати суміші, т/рік	Устаткування				
		модель	продуктивність, м³/год	кількість		коефіцієнт завантаження
				розрахована	прийнята	
Формувальна	24058,71	15108	5,0	1,49	2	0,65
Стрижнева	317,57	1A11M	0,25	0,39	1	0,57

3.5 Розрахунок відділення лиття алюмінієвих сплавів під тиском

Вихідними даними для розрахунку відділення лиття під тиском є виробнича програма, кресленики й технічні умови на литі деталі. На підставі цих даних складають відомість обсягів виробництва.

Виходячи із складеної точної виробничої програми ливарного комплексу, яка наведена в табл. 2.2, складаємо відомість обсягу виробництва цеху лиття під тиском в табл. 3.21.

Кількість прес-форм для виконання виробничої програми визначається за формулою:

$$P = Q / K_{\Phi} \cdot p \quad (3.12)$$

де Q – кількість виливків даного найменування на річну програму, шт.;

K_{Φ} – кількість гнізд у формі, шт.;

p – середня стійкість прес-форми, запресувань. $p = 30000 \dots 60000$.

Виходячи з формули (3.12) та відомості обсягу виробництва відділення лиття під тиском для кожного найменування виливка визначаємо необхідну кількість прес-форм для виконання річної програми:

1) виливки з алюмінію марки АК7:

$$P_{41} = 176634 / 10 \cdot 30000 = 0,59; \text{Приймаємо } 1 \text{ шт.};$$

$$P_{40} = 54349 / 8 \cdot 30000 = 0,27; \text{Приймаємо } 1 \text{ шт.};$$

$$P_{36} = 27174 / 4 \cdot 30000 = 0,27; \text{Приймаємо } 1 \text{ шт.};$$

2) виливки з алюмінію марки АК9:

$$P_{39} = 27174 / 4 \cdot 30000 = 0,27; \text{Приймаємо } 1 \text{ шт.};$$

$$P_{37} = 13587 / 2 \cdot 30000 = 0,23; \text{Приймаємо } 1 \text{ шт.};$$

$$P_{38} = 6794 / 1 \cdot 30000 = 0,23; \text{Приймаємо } 1 \text{ шт.};$$

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Індекс позицій	Найменування	Кількість виливків, шт.			Моделі машин	Кількість, шт.		Маса, кг				
		на виріб	на програму	на програму з урахуванням браку		гнізд у прес-формі	запресовувань на програму	одного виливка	порцій сплаву у формі	виливків на програму	рідкого металу на програму	металозавалки на програму
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Технологічний потік №1 (виливки масою понад 25 кг), сплав – АК7												
41	Ручка	26	160576	176634	71114	10	17664	1,07	16,81	189000	299000	313950
40	Корпус	8	49408	54349		8	6794	3,44	29,72	186950	295777	310566
36	Замок	4	24704	27174		4	6794	7,15	30,26	194290	307389	322759
Всього:							31252			570240	902260	949750
Технологічний потік №2 (виливки масою понад 25 кг), сплав – АК9												
39	Проставка	4	24704	27174	71114	4	6794	7,34	31,44	199460	316010	331811
37	Муфта	2	12352	13587		2	6794	13,02	29,52	176900	280287	294301
38	Корпус	1	6176	6794		1	6794	22,58	24,28	153390	242256	254368
Всього:							20382			529750	839420	883600
Разом:							51634				1741680	1833350

З урахуванням коефіцієнта втрат машинного часу для визначення необхідної кількості машин лиття під тиском використовуємо формулу:

$$n = N / \Phi_{\text{д}} \cdot k \cdot q \quad (3.13)$$

де N – сумарка кількість запресовувань з урахуванням усіх виливків, передбачених виробничою програмою, шт.;

k – коефіцієнт утрати машинного часу: $k = 0,85 \dots 0,90$ – для машин з холодною камерою пресування;

q – продуктивність машини, запресовувань за годину, для виливків певного технологічного потоку.

Визначаємо необхідну кількість машин лиття під тиском для кожного технологічного потоку:

$$n_1 = 31252 / 3600 \cdot 0,85 \cdot 12 = 0,85;$$

$$n_2 = 20382 / 3600 \cdot 0,85 \cdot 12 = 0,56;$$

Для виконання річної програми виготовлення виливків із алюмінію приймаємо по 1 машини для кожного технологічного потоку, в сумарній кількості, 2 машини лиття під тиском моделі 71114.

Коефіцієнт завантаження машин лиття під тиском становить:

$$K_3^1 = \frac{0,85}{1,0} = 0,85;$$

$$K_3^2 = \frac{0,56}{1,0} = 0,56;$$

Розрахунок необхідної кількості машин лиття під тиском зводимо в табл. 3.22.

Характеристики машини лиття під тиском моделі 71114 наведено в табл. 3.23.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.22 – Розрахована кількість машин лиття під тиском

Технологічний потік	Марка сплаву	Потрібна кількість запресувань на річну програму, шт.	Тип машини	Продуктивність машини, запресувань/год	Кількість машин		Коефіцієнт завантаження
					розрахована	прийнята	
1	AK7	31252	71114	12	0,85	1,00	0,85
2	AK9	20382	71114	12	0,56	1,00	0,56

Таблиця 3.23 – Характеристика машини лиття під тиском моделі 71114

Параметри	Показники
Зусилля запирання прес-форми, кН	16000
Маса порції алюмінієвого сплаву, що заливається, кг	32,0
Відстань між колонами по горизонталі та вертикалі, мм	1180
Найбільша товщина прес-форми, мм	1320
Найменша товщина прес-форми, мм	600
Продуктивність машини, запресувань/год	12
Найвище зусилля пресування, кН	1500
Установлена потужність, кВт	65,0
Габаритні розміри, м:	
- довжина	12,4
- ширина	2,9
- висота	3,8
Маса, т	100,0

3.6 Розрахунок відділення фінішних операцій

Чавунні та алюмінієві виливки після охолодження транспортуються у відділення фінішних операцій за допомогою рейкового наземного транспорту.

У відділенні фінішних операцій продукції ливарного комплексу, тобто виливкам, надають відповідного товарного вигляду за допомогою різних фінішних операцій. Безпосередньо відбуваються такі операції: відокремлення виливків від ливникової системи, очищення від залишків стрижневої суміші та зачищення виливків.

Розраховування відділення проводиться на підставі річної виробничої програми ливарного комплексу з урахуванням браку виливків та таких, які піддають виправленню дефектів.

За технологією чавунні та алюмінієві виливки не піддають термообробленню, тому в відділенні фінішних операцій не передбачається ділянка термічного оброблення виливків.

Для кожної групи виливків призначаємо технологічні потоки фінішних операцій.

Вибивання стрижнів і виливків відбувається на лінії формовки.

Кількість устаткування розраховуємо за формулою:

$$N = Q \cdot K_n / \Phi_d \cdot q, \quad (3.14)$$

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

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо необхідну кількість дробометальних камер моделі 42236 за формулою (3.14). Отримаємо:

$$N = 9900,23 \cdot 1,2 / 3600 \cdot 5,4 = 0,66$$

Приймаємо одну дробометальну камеру моделі 42236 для виконання річної програми ливарного комплексу.

$$K_3 = 0,66/1,0 = 0,66$$

Таблиця 3.24 – Характеристика дробометальної камери моделі 42236

Параметри	Показники
Об'єм завантажувальних виливків, м ³	1,2
Найбільша діагональ очищуваного виливка, мм	600
Найбільша маса очищуваного виливка, кг	500
Найбільша маса завантажуваних виливків, кг	3000
Продуктивність очищування виливків із сірого чавуну, т/год	5,4
Продуктивність апарата за дробом, кг/хв	800
Габаритні розміри, мм:	
довжина	6000
ширина	7000
висота	6000
Маса, кг	37000

Зачищення виливків виконуємо за допомогою обдиральношліфувальних верстатів моделі 3К634, продуктивність яких становить 40 виливків/год.

$$N = 507600 \cdot 1,2 / 3600 \cdot 40 = 3,26$$

Приймаємо 4 обдиральношліфувальних верстати моделі 3К634 для виконання річної програми ливарного комплексу.

$$K_3 = 3,26/4,0 = 0,82$$

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.25 – Розрахунок устаткування відділення фінішних операцій

Устаткування	Операції, які виконуються на устаткуванні	Продуктивність агрегату	Кількість, шт.		Коефіцієнт завантаження Кз
			розрахована	прийнята	
Дробометальна камера моделі 42236	Очищення литва дробом	5,4 т/год	0,66	1,0	0,66
Обдирально-шліфувальний верстат моделі 3К634	Зачищення виливків	40 вил/год	3,26	4,0	0,82

4 ДОПОМІЖНІ ВІДДІЛЕННЯ ТА СЛУЖБИ

До допоміжних відділень ливарного комплексу входять:

- відділення ремонтної бригади;
- відділення електриків;
- відділення ремонту моделей;
- заготівельна діляниця;
- лабораторія.

Відділення ремонтної бригади та електриків знаходяться в одному приміщенні ливарного цеху для оперативного реагування на можливі нештатні ситуації.

Відділення ремонту моделей знаходиться безпосередньо біля складу моделей та підмодельних плит. Займаються «легким» відновленням оснастки ливарного цеху. Виготовлення й більш серйозний та складний ремонт проводиться в самому модельному цеху, де їх і виготовляють. Транспортування оснастки здійснюється внутрішнім наземним вантажопідіймальним транспортом.

На заготівельній ділянці зберігають й відсортовують шихтові матеріали, феросплави, флюси, кварцові піски, бентонітові глини та інші. Виготовлення формувальної суміші, підготовка, сортування, зважування шихти до плавлення відбувається саме на цій площі. Бадь'ї з заготовленими шихтовими матеріалами транспортується до відділення плавлення рейковим транспортом.

Лабораторії ливарного цеху виділене окреме приміщення поруч із місцем плавки й розливу рідкого металу для експрес аналізу хімічного

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДОПОМІЖНІ ВІДДІЛЕННЯ ТА СЛУЖБИ				Літ.	Арк.	Аркушів		
Розроб.		Прудкий О.В.										56	
Перевір.													
Н. Контр.													
Затверд.									НТУУ «КПІ» ІФФ, ФЛЗ-71мп				

складу та взяття проб на подальший аналіз. Також лабораторія займається аналізом усіх формувальних сумішей протягом дня. У випадку відхилення від норм, встановленими відділом ОТК, одразу повідомляють, як відділ ОТК, так і начальника виробничої дільниці.

4.1 Відділ головного металурга й технологічна служба цеху

Головний металург підпорядковується головному технологу, якому, в свою чергу, підпорядковані інженери-технологи та інженери-конструктори. Ведуться технічна документація, маршрутні карти, технолого-нормувальні карти, карти технологічних процесів та ін. Відділ надає інструкції на виготовлення та ремонт вузлів деталей, акти якості прийнятої продукції та акти відхилення від технологічних процесів, дотримання на необхідному рівні точності вимірювальних приладів. А також альбоми технологічних процесів, перелік необхідної технологічної оснастки і інструменту, норми витрат сировини, основних і допоміжних матеріалів, плани установок нового обладнання і впровадження нової технології, повідомлення про зміни технологічних процесів і норм витрат матеріалів, креслень деталей, вузлів і виробів, допомагає в опануванні нових виробів, усуненні виявлених недоліків, норми витрат по інструменту по операціях, деталях і výroбах; інструктує з експлуатації і зберігання інструменту, заявляє на виготовлення і придбання технологічної оснастки і інструменту.

Відділ приймає зауваження по розробленим відділом процесам, розробкам, щомісячних технічних звітів по встановленим формам, попереднім розрахункам потреби в основних і допоміжних матеріалах, замовлення на виготовлення і придбання технологічної оснастки і інструменту.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Відділ головного механіка

Головний механік відповідає за своєчасне забезпечення і проведення поточного і планово-попереджувального ремонту обладнання. Розробляє та веде графіки ГППР (планово-попереджувальних ремонтів) на рік, квартал, місяць, норми витрат мастильних та обтиральних матеріалів, кошторис витрат на ремонт та обслуговування обладнання, інструкції з експлуатації та нагляду за обладнанням, затверджує плани ремонтних робіт, перевіряє технічний стан технологічного обладнання, попередніх дефектних відомостей по капітальному ремонту обладнання, відомостей основних фондів та їх руху. Надає щомісячні плани ремонтних робіт; звіти про виконання цехом планово-попереджувальних ремонтів, заявки на виготовлення запасних частин, нестандартного обладнання, інструменту; акти про приймання обладнання після ремонту; зведення про простої обладнання цеху ходових частин, повідомляє про аварії, веде облік основних фондів та їх руху.

До групи механіка відносяться слюсарі та електромонтери.

4.3 Відділ головного енергетика

З відділом головного енергетика вирішуються питання щодо отримання норм витрат енергетичних ресурсів, інструкцій з проведення планово-ремонтних робіт, інструкцій з експлуатації і нагляду за електрообладнанням. Надаються заявки на ремонт електричного обладнання та устаткування. Норми споживання електроенергії складають близько 600...700 кВт/т придатного литва.

4.4 Відділ праці та заробітної плати

Основними задачами відділу організації праці і заробітної плати є постійне удосконалення організації праці і управління виробництвом, форм і систем заробітної плати, матеріального стимулювання на основі досягнень.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На відділ організації праці і заробітної плати покладається також розрахунок чисельності працівників за функціями управління і структурних підрозділів відповідно до галузевих нормативів чисельності, міжгалузевими і галузевими нормативами і нормами часу, розробка і впровадження раціональних форм організації управління виробництвом, прогресивних методів праці ІТП і службовців, здійснення роботи з удосконалення структури апарата управління, з розробки штатних розкладів, положень про структурні підрозділи підприємства і посадових інструкцій. Відділ координує діяльність інших структурних підрозділів підприємства в області організації праці, заробітної плати і управління виробництвом.

Структурно заробітна плата складається з трьох частин:

- основна заробітна плата;
- додаткова заробітна плата;
- інші заохочувальні та компенсаційні виплати.

Основна заробітна плата вираховується за виконанню роботи в межах встановлених норм праці (норми часу, виробітку, обслуговування, нормовані завдання, посадові обов'язки). Вона встановлюється у вигляді тарифних ставок (окладів).

Додаткова заробітна плата – вираховується за працю понад встановлені норми, за трудові успіхи та винахідливість і за особливі умови праці. До фонду додаткової заробітної плати входять доплати, надбавки, гарантійні й компенсаційні виплати, передбачені чинним законодавством, премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій.

Інші заохочувальні та компенсаційні виплати – це виплати в формі винагороди за підсумками роботи за рік, премії за спеціальними системами і положеннями, компенсаційні й інші виплати, які не передбачені актами чинного законодавства або які провадяться понад встановлені зазначеними актами норми.

					ФЛз71мп.7105.1110.000	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 СКЛАДСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО

Ливарним комплексом споживається значна кількість різноманітних матеріалів для виготовлення форм, стрижнів і отримання сплавів. Необхідний для безперервної роботи запас матеріалів зберігається на складах цеху. Склади шихтових матеріалів розміщуються в прогоні, який прилягає до плавильного відділення, аклади формувальних та стрижневих матеріалів – у прогоні, який прилягає до сумішоприготувального відділення, в цьому ж прогоні складається і готова продукція.

Крім того, в ливарному цеху мають бути спроектованіклади модельноопочного і стрижневого оснащення, готових стрижнів.

Для розрахунку площ складів необхідно знати кількість матеріалів, що споживаються цехом. Річні витрати основних і допоміжних матеріалів визначені на основі підсумкових даних розрахунків метало завалки і компонентів шихти, а також кількості й складових усіх сумішей, застосованих в цеху.

Загальна площа складу визначаємо за формулою:

$$F_{\text{СКЛ}} = F_{\text{ТЕХ}} + F_{\text{ЗАС}} + F_{\text{Е}} + F_{\text{ПП}}, \quad (5.1)$$

де $F_{\text{ТЕХ}}$ – площа технологічних ділянок складу, що включає площу, відведену під устаткування, проходи і залізничні шляхи, м^2 ;

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

$F_{\text{ПП}}$ – площа, зайнята пристроями для подавання матеріалів, м^2 ;

$F_{\text{Е}}$ – площа, зайнята внутрішніми естакадами і місцями для розвантаження матеріалів, м^2 .

Площа засіків для шихти визначаємо за формулою:

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

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Прудкий О.В.			СКЛАДСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО			
Перевір.								
Н. Контр.								
Затверд.					Літ. Арк. Аркушів 60 НТУУ «КПІ» ІФФ, ФЛЗ-71мп			

де f – розрахункова площа для окремих компонентів шихти, м^2 .

Її розраховуємо за формулою:

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

де M – потужність цеху, т/год;

a – норма витрат компоненту шихти від металозавалки, %;

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/м^3 .

Склади формувальних та стрижневих матеріалів розраховуються за аналогічною формулою (5.3).

Площа зайнята естакадами, визначається довжиною естакади, кількістю естакад і необхідною шириною місць розвантаження.

$$F_e = m \cdot l \cdot n, \quad (5.4)$$

де m – ширина розвантаження, м;

l – довжина естакади, м;

n – кількість естакад.

Площа, яку займає приймальне устаткування для подавання матеріалів у виробництво F_{III} становить 10...15% корисної площі.

Площа на проходи і проїзди складає 10...15% корисної площі.

Розрахунок площ складу формувальних матеріалів проводиться аналогічно розрахунку складів шихтових матеріалів.

Розрахункові площі засіків для кожного компоненту шихтових, формувальних та стрижневих матеріалів наведено в табл. 5.1.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.1 – Розрахункові площі зберігання шихтових, формувальних та стрижневих матеріалів

Матеріали	Потреба, т/рік		Об'ємна маса, т/м³	Запас на складі			Місце та спосіб зберігання	Засіки		
	за розрахунками	з урахуванням утрат, %		нв кількість діб	т	м³		висота зберігання, м	площа, м²	
									розрахована	прийнята
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Метали:										
Алюміній А0	458,34	481,26	1,5	20	26,47	17,65	штабелі	2	8,82	9
Алюміній АК7	531,86	558,45	1,5	20	30,71	20,47	штабелі	2	10,24	11
Алюміній АК9	494,82	519,56	1,5	20	28,58	19,05	штабелі	2	9,53	10
АМц	55,00	57,75	1,5	20	3,18	2,12	штабелі	1	2,12	3
Брухт:										
Чавунний	3533,05	3709,71	3,5	20	204,03	58,29	засіки	4	14,57	15
Сталевий	1284,18	1348,39	3,5	20	74,16	21,19	засіки	4	5,29	6
Стружка	1149,07	1206,52	1,2	5	66,36	55,30	засіки	4	13,83	14
ЗВВ	6790,47	7129,99	1,3	5	392,15	301,65	засіки	4	75,41	76
Феросплави:										
ФС45	456,08	478,88	1,7	20	26,34	15,49	засіки	2	7,75	8
ФМн90	93,10	97,77	1,7	20	5,38	3,16	засіки	2	1,58	2
ФМС-1	18,33	19,25	1,7	20	1,06	0,62	засіки	2	0,31	1
Формувальні та стрижневі матеріали:										
Кварцовий пісок	4324,93	4973,67	1,8	40	273,55	151,97	засіки	6	25,33	26
Бентонітова глина	317,57	365,21	1,5	30	20,09	13,39	засіки	5	2,68	3
Смола RezolitZP	41,06	47,22	1,2	20	2,59	2,16	засіки	2	1,08	2
Затверджувач Prestol R	10,27	11,81	1,2	20	0,65	0,54	засіки	1	0,54	1
Разом:										187

Загальна площа складає $F_{\text{ЗАС}} = 187 \text{ м}^2$. Площа технологічних дільниць складу: 15% від $F_{\text{ЗАС}}$, $F_{\text{ТЕХ}} = 187 \cdot 0,15 = 28,05 \text{ м}^2$.

Площа естакад: $F_{\text{Е}} = 5 \cdot 10 \cdot 2 = 100 \text{ м}^2$.

Площа на проходи і проїзди: 15% від $F_{\text{ЗАС}}$, $F_{\text{ПР}} 187 \cdot 0,15 = 28,05 \text{ м}^2$.

Площа складу загальна: $F_{\text{СКЛ}} = 187 + 28,05 + 100 + 28,05 = 343,1 \text{ м}^2$.
Приймаємо: $F_{\text{СКЛ}} = 350 \text{ м}^2$.

У цеху передбачено склад готової продукції, який розміщується в дільниці фінішного оброблення і складає:

- для чавунних виливків – 180 м^2 ;
- для алюмінієвих виливків – 100 м^2 .

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

Пісок на склад поступає у вагонах, які розвантажуються при відкриванні нижніх люків. Для сушіння піску та глини на складі передбачена дільниця обладнана барабанными сушарками.

					ФЛз71мп.7105.1110.000	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ВНУТРІШНЬОЦЕХОВИЙ ТРАНСПОРТ

У ливарному цеху, що проектується, склад шихтових матеріалів обслуговують мостовими кранами, які обладнують магнітними шайбами, за допомогою яких проводять завантаження металічної шихти у добові бункери, а також грейферами для завантаження у добові бункери сипких шихтових матеріалів.

Склад шихти і формувальних матеріалів обслуговують по 3 мостових крани вантажопідйомністю 10 тонн.

Плавильне відділення обслуговує два мостових крани вантажопідйомністю 20 тонн.

Формувально— складально— заливально— вибивальне відділення обслуговують два мостових крани вантажопідйомністю 10 тонн. Відділення фінішних операцій – 3 крани вантажопідйомністю 10 тонн кожний.

Для транспортування піску та інших сипких матеріалів – пневмотранспорт; для подачі стрижневих і формувальних сумішей до місць виготовлення форм і стрижнів – стрічкові конвейєри;

Виливки після вибивання подають за допомогою наземного рейкового транспорту; для транспортування і складання стрижнів електрокари та мостові крани.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Прудкий О.В.			ВНУТРІШНЬОЦЕХОВИЙ ТРАНСПОРТ		Літ.	Арк.
Перевір.								Аркупів
								64
Н. Контр.							НТУУ «КПІ» ІФФ, ФЛЗ-71мп	
Затверд.								

7 ЕНЕРГЕТИЧНА ЧАСТИНА

В ливарному комплексі наявна значна кількість устаткування та технологічних операцій, які потребують споживання великої кількості енергії різного типу: електроенергії, води, стисненого повітря. Паливо в цеху не використовується, усі печі електричні, операції сушіння також здійснюються з допомогою електроприладів.

7.1 Витрати електроенергії

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. $K = 1,05$.

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

$$W_T = P_T \cdot G_P, \quad (7.2)$$

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Прудкий О.В.			ЕНЕРГЕТИЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ				Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.											65	
Н. Контр.												
Затверд.												
					НТУУ «КПІ» ІФФ, ФЛЗ-71мп							

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

P_T – питомі витрати електроенергії на технологічні потреби на одну тону придатного литва, кВт·год;

G_P – річний випуск придатного литва, т / рік.

$$W_T = 1145 \cdot 11000 = 1,3 \cdot 10^8 \text{ кВт·год.}$$

Річні витрати електроенергії на електроприводи силового устаткування безперервної дії розраховуємо за наступною формулою:

$$W_{c.б.} = \sum P_{п} \cdot \Phi_{д} \cdot \eta, \quad (7.3)$$

де $W_{c.б.}$ – річні витрати електроенергії на електроприводи силового устаткування безперервної дії, кВт · год;

$\sum P_{п}$ – сумарна моторна потужність устаткування, кВт;

$\Phi_{д}$ – дійсний річний фонд роботи устаткування, год;

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

$$W_{c.б.} = 240 \cdot 3600 \cdot 0,75 = 648000 \text{ кВт·год.}$$

Витрати електроенергії на освітлення розраховуємо за формулою:

$$W_o = 0,001 \cdot \rho \cdot F \cdot \Phi_o, \quad (7.4)$$

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

ρ – середні витрати електроенергії за 1 год на 1 м² площі, Вт;

F – площа, яка освітлюється, 50 м²;

Φ_o – річна кількість освітлювального навантаження, 2400 год.

$$W_o = 0,001 \cdot 12 \cdot 12520 \cdot 2400 = 360576 \text{ кВт год.}$$

Загальні витрати електроенергії визначаємо за формулою (7.1):

$$W = (1,3 \cdot 10^8 + 648000 + 360576) \cdot 1,05 = 13,76 \cdot 10^7$$

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.2 Витрати стисненого повітря

Витрати стисненого повітря на річну програму проводимо за формулою:

$$Q_{\text{в}} = 1,5 \cdot d \cdot G_{\text{р}}, \quad (7.5)$$

де $Q_{\text{в}}$ – річні витрати стисненого повітря на річну програму, м^3 ;

d – витрати стиснутого повітря на 1 т литва, м^3 ;

$G_{\text{р}}$ – випуск виливків за рік, т;

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

$$Q_{\text{в}} = 1,5 \cdot 1450 \cdot 11000 = 239 \cdot 10^5 \text{ м}^3$$

7.3 Витрати води

Витрати води на технологічні потреби визначаємо за формулою:

$$V_{\text{в. т.}} = P_{\text{н.в.}} \cdot G_{\text{р}}, \quad (7.6)$$

де $P_{\text{н.в.}}$ – норми витрат води на технологічні потреби на 1 т литва, м^3 ;

$G_{\text{р}}$ – річний випуск виливків, т;

$$V_{\text{в. т.}} = 14 \cdot 11000 = 154000 \text{ м}^3/\text{рік}$$

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 м^2 за добу.

7.4 Витрати теплоти

Втрати теплоти розраховуємо за формулою:

$$G = V_{\text{б}} \cdot q, \quad (7.7)$$

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де V_6 – площа будівлі ($V_6 = 12520 \text{ м}^3$);

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

Приймаємо $q = 90 \text{ Вт/м}^3$;

$$G = 12520 \cdot 90 = 1,2 \cdot 10^6 \text{ Вт}$$

Тепло подають у цех у вигляді перегрітої до 150°C пари, трубами та через калорифери.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						68
Змі.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

8.1 Загальні положення

Площа комплексу цеху, який проектується, розташована в м. Буча, де розрахункова температура для опалення в зимовий час 20 °С, розрахункова температура для вентиляції у зимовий час – 6 °С, у літній – 20 °С. Тривалість опалювального сезону – 150 днів. Глибина промерзання ґрунту в Київській області – 1м.

8.2 Елементи конструкції будівлі

Поперечні прогони, в яких розміщують склад формувальних, шихтових матеріалів і плавильне відділення мають ширину 18 метрів.

Носійними конструкціями будівлі ливарного цеху є фундамент, колони, стіни, перекриття. Ливарний цех, що проектується, відносять до великопрогонових будівель, виконують 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 виготовляють 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.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	АРХІТЕКТУРНО- БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА				Літ.	Арк.	Аркушів	
Розроб.	Прудкий О.В.										69	
Перевір.												
Н. Контр.												
Затверд.					НТУУ «КП» ІФФ, ФЛЗ-71мп							

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.

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 4,0×4,2 метри. Пройоми обладнують повітро – тепловими завісами. Розміри воріт на залізничний транспорт мають 4,7×5,6 метра. Покриття підлоги – чавунні плити, які укладають на бетонну стяжку.

8.3 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

8.4 Опалення та вентиляція

У цеху передбачена система повітряного опалення, яка сполучена з приточною вентиляцією, з підігрівом приточного повітря в калориферах.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Температура підігрітого повітря не більше 60°C, 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.

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

					ФЛз71мп.7105.1110.000	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

9.1 Технологія виготовлення виливка із сірого чавуну

9.1.1 Загальна характеристика литої деталі

Деталь «Корпус» використовується для захисту внутрішніх частин робочих механізмів залізничного стрілкопереводу. Відповідно, повинна мати достатні механічні і експлуатаційні властивості, витримувати прикладені динамічні навантаження, чинити опір агресивній дії робочого середовища і водночас має бути виготовлена з недорогого, недефіцитного, легко оброблюваного (технологічного з механічної точки зору) матеріалу.

Враховуючи вище перераховані умови деталь виготовляється із сірого чавуну марки СЧ18 (замінником може бути сірий чавун марки СЧ20) ГОСТ 1412-85:

1) Хімічний склад чавуну: 3,2...3,5 %C; 2,3...2,6 %Si; 0,5...0,8 %Mn; до 0,15 %S, до 0,20 %P.

2) Властивості: піддається термообробленню; (нормалізація 860...880°C, відпуск 600...630°C); твердість матеріалу 163...215 НВ; обробляється різанням; схильна до утворення усадкових раковин та усадкової пористості; задовільна рідкотекучість; лінійна (вільна) усадка 2,0...2,4%; ливарна (утруднена) усадка 1,8...2,0%.

Габаритні розміри деталі: 780x416x165 мм. Переважна товщина стінки деталі – 7 мм. Максимальна товщина стінки 30 мм, мінімальна – 5 мм. Деталь має

великі розміри та доволі складну конфігурацію із багатьма отворами, канавками та значну кількість переходів від товстостінності до тонкостінності.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА		
Розроб.		Прудкий О.В.					
Перевір.							
Н. Контр.							
Затверд.					Літ. Арк. Аркушів		
						72	
					НТУУ «КПІ» ІФФ, ФЛЗ-71мп		

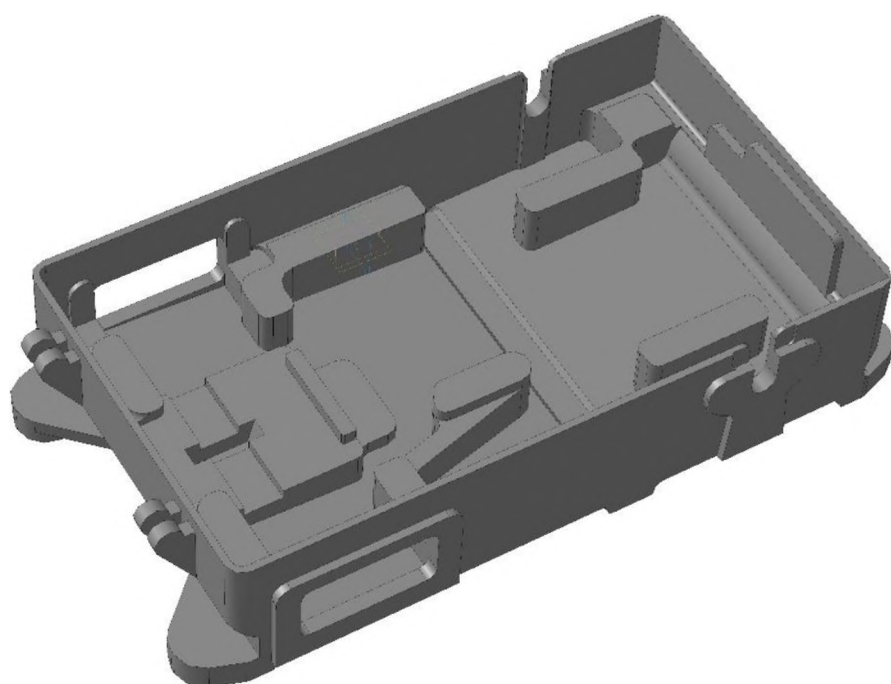


Рисунок 9.1 – 3D модель деталі «Корпус». Ізометрія, вигляд зверху

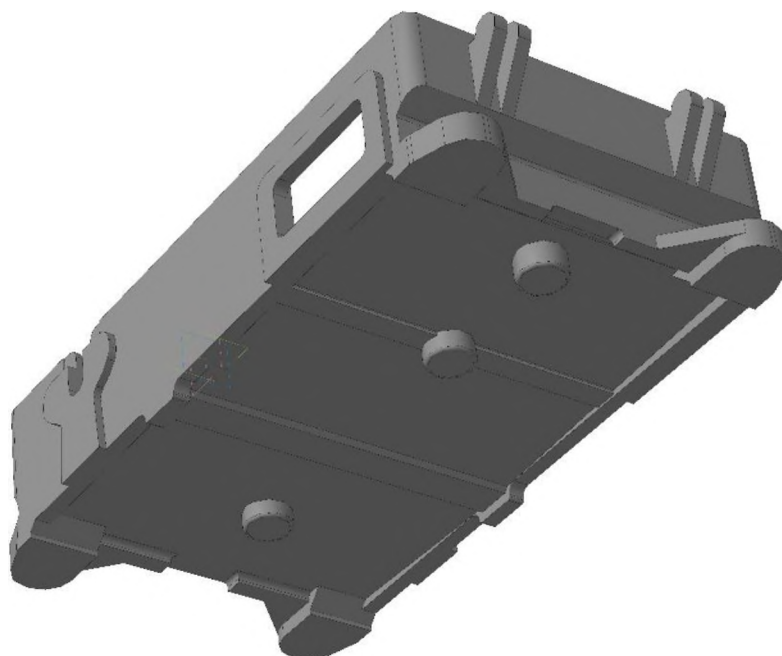


Рисунок 9.2 – 3D модель деталі «Корпус». Ізометрія, вигляд знизу

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

9.1.2 Відповідність деталі вимогам ливарної технології

Конструкція литої деталі відповідає вимогам ливарної технологічності:

- геометрична форма та матеріал деталі сприяють отриманню необхідної кількості виливків з заданими експлуатаційними властивостями та точною геометрією;
- дозволяє створити направлене твердіння виливка;
- має достатні розміри отворів, котрі дозволяють отримати їх за допомогою стрижнів та болванів, виконати обрубні та зачисні операції внутрішніх поверхонь, а також здійснити транспортування виливка.

9.1.3 Аналіз можливих способів виготовлення виливка

Технологічний процес має забезпечити виготовлення в необхідній кількості виливків з дотриманням технічних вимог, щодо геометричної, розмірної та масової точності, повинен мати високі техніко-економічні показники.

Остаточний вибір технологічного процесу, з числа рівноцінно можливих, здійснюється на основі аналізу основного показника - економічної ефективності (сумарні витрати на одиницю продукції), котрий залежить від групи складності виливка, роду сплаву, маси та габаритних розмірів, характеру виробництва.

Для виготовлення заданого виливка «Корпус» існує декілька технологічних процесів:

1) в сухих піщано-глинястих роз'ємних формах. Для виготовлення ливарної форми використовуємо пресувальну машину з допресовкою. У формі розміщується один виливок.

2) Альфасет-процес з використанням двокомпонетних ХТС (фенольну лужну смолу, що затверджується ефіром). Для виготовлення ливарної форми використовуємо вібропресову машину. У формі розміщується один виливок.

					ФЛз71мп.7105.1110.000	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Не дивлячись на те, що другий спосіб є економічно-вигідним, якіснішим та технологічним. Обираємо змішаний спосіб формовки – «постіль» у форму буде виконана із піщано-глинястої суміші, а основна конфігуруюча частина виконується за допомогою ХТС стрижнів. Таким методом обґрунтований характером виробництва на підприємстві та зменшенням витрат на компоненти ХТС суміші.

9.1.4 Обґрунтування вибору положення виливка при заливанні та площини розрізу моделі та форми

Аналізуючи досвід і спроби виготовлення деталі «Корпус», враховуючи форму і розміри деталі обираємо один варіант положення виливка в формі: роз'єм форми робимо таким чином, щоб виливок знаходився в нижній півформі для забезпечення більшої точності при відливанні (рис.18.3).

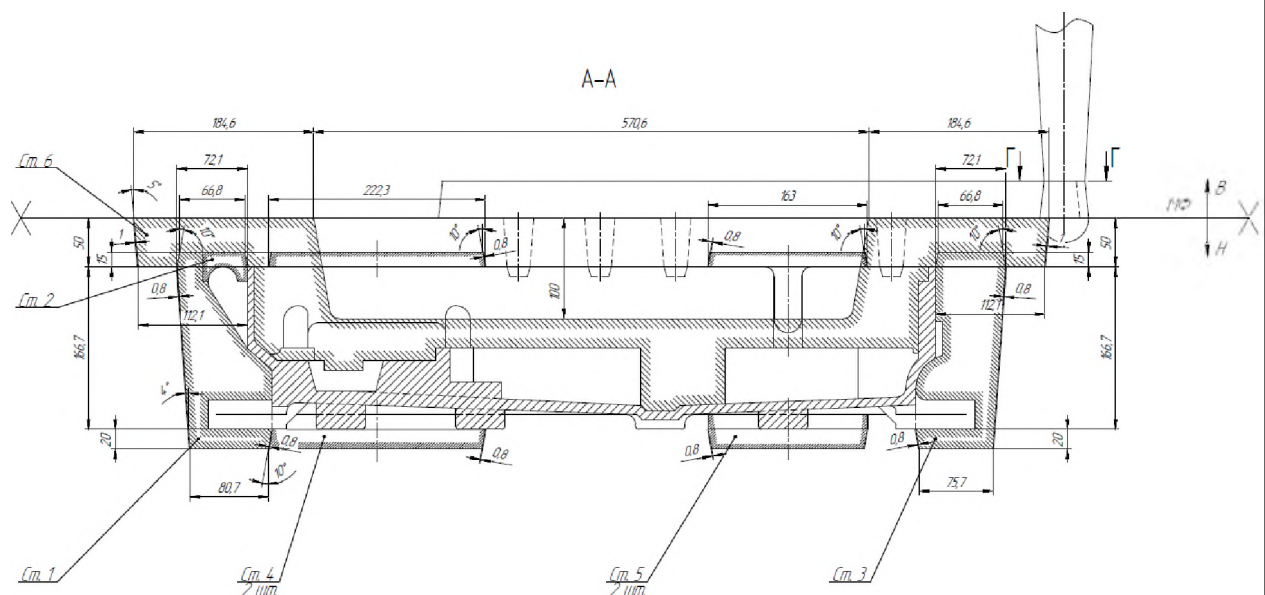


Рисунок 9.3 – Схема розміщення виливка у формі та роз'єму форми й моделі

9.1.5 Припуски на механічне оброблення поверхонь виливків

Величину припусків на механічне оброблення призначаємо у відповідності до вимог ГОСТ 26645-85.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Припуск на механічне оброблення, з урахуванням масштабу, зображаємо тонкою суцільною лінією.

9.1.6 Розрахунок ливникової системи

Оскільки матеріалом виливка є СЧ 20, то використовуємо закриту ливникову систему, найвужчим перетином якої є перетин живильника.

Сумарну площу живильників розраховуємо за формулою:

$$\Sigma F_{ж} = \frac{G_{вил}}{0,31 \cdot \tau \cdot \mu \cdot \sqrt{H_p}} \quad (9.1)$$

де $G_{вил}$ – маса виливка, кг;

τ – час заливання, с;

μ – коефіцієнт витрат, який характеризує загальний гідравлічний опір металу в формі. Для заливання в сиру форму приймаємо $\mu = 0,35$;

H_p – розрахунковий металостатичний напір, см.

Масу виливка розраховуємо за формулою:

$$G_{вил} = (1,2 \dots 1,4) \cdot G_{дет} \quad (9.2)$$

де $G_{дет}$ – маса деталі, кг;

$$G_{вил} = 1,3 \cdot 74 = 96,2 \text{ кг}$$

Розрахунковий металостатичний напір визначаємо за формулою:

$$H_p = H_0 - \frac{p^2}{2 \cdot C} \quad (9.3)$$

де H_0 – початковий напір, приймаємо $H_0 = 22$ см;

p – висота частини виливка, що знаходиться вище горизонтальної осі живильника, приймаємо $p = 0$ см;

C – висота виливка в положенні при зливанні, приймаємо $C = 16,665$ см.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H_p = 22 - \frac{0^2}{2 \cdot 16,665} = 22 \text{ см}$$

Час заповнення формирозраховуємо за формулою:

$$\tau = S \cdot \sqrt{G_{\text{вил}}} \quad (9.4)$$

де S —коефіцієнт часу заповнення форми. Так як товщина стінки виливка 10 мм, то приймаємо $S = 2,2$;

$G_{\text{вил}}$ —маса виливка, кг.

$$\tau = 2,2 \cdot \sqrt{96,2} = 21,6 \text{ с}$$

Підставивши всі отримані значення в формулу (1.1) отримаємо:

$$\Sigma F_{\text{ж}} = \frac{96,2}{0,31 \cdot 21,6 \cdot 0,35 \cdot \sqrt{22}} = 8,8 \text{ см}^2$$

По знайденому значенню перетину живильника знаходимо площу перерізу шлаковловлювача та стояка. Для тонкостінних виливків (до 30 мм) та вагою до 450 кг виконується співвідношення:

$$\Sigma F_{\text{ж}} : \Sigma F_{\text{шл}} : \Sigma F_{\text{ст}} = 1,0 : 1,1 : 1,15 \quad (9.5)$$

$$\Sigma F_{\text{шл}} = 1,1 \cdot 8,8 = 9,7 \text{ см}^2$$

$$\Sigma F_{\text{ст}} = 1,15 \cdot 8,8 = 10,1 \text{ см}^2$$

9.1.7 Характеристика технологічного оснащення

Технологічне оснащення складається з наступних складових одиниць:

- опоки для виготовлення форм;
- підмодельна плита;
- модель виливка;
- моделі елементів ливникової системи;
- комплект стрижневих ящиків для виготовлення стрижнів.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

9.1.8 Опис технології виготовлення виливка

Порядок операцій при формуванні, складанні форми та зилванні

Виливок відноситься до середнього литва, форми виготовляються з піщано-глинястої суміші на вібропресових формувальних машин, послідовність виготовлення форми буде наступною:

- модельна плита із закріпленою на ній моделі виливка та ливникової системи встановлюють на формувальну машинку;
- поверхню моделі та підмодельної плити покривають розділовим покриттям;
- встановлюють та закріплюють опоку;
- заповнюють опоку сумішшю з надлишком;
- ущільнюють формувальну суміш вібрацією, а потім допресовують;
- розгладжують поверхню форми;
- піднімають півформу на штифтах, знімаючи з модельної плити;
- кантують півформу;
- транспортують півформу на дільницю складання форм;
- встановлюють усі стрижні та накривають нижню півформу надставкою з стояком та ливниковою чашою;
- зібрану форму навантажують наважками та транспортують на дільницю заливання;
- заливають форму чайниковим ковшем сірим чавуном маркою СЧ18;
- охолоджують залиті форми до температури виливка $\sim 300 \dots 400^{\circ}\text{C}$;
- транспортують форми на дільницю фінішних операцій;
- вибивають форму на інерційній вибивній гратці.

Порядок операцій при виготовленні стрижнів

Для відтворення внутрішньої порожнини виливка застосовують 6 стрижнів, які виготовляють за наступною послідовністю:

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- робочі поверхні половинок стрижневого ящика покривають розділовим покриттям;
- скріплюють половинки стрижневого ящика;
- заповнюють стрижневий ящик ХТС з надлишком;
- ущільнюють суміш вібрацією;
- зрізають надлишок суміші;
- продувають суміш газоподібним затверджувачем – метилформіатом (метиловий ефір мурашиної кислоти HCOO-CH_3) ~30 с;
- розкривають стрижневий ящик та виймають стрижень;
- пульверизатором на стрижень наносять протипригарну фарбу;
- витримують стрижень протягом 60 хв для висихання фарби;
- готовий стрижень транспортують на ділянку складання форм;
- наформовують місця підвісок стрижня та зафарбовують.

Фінішні операції

Після інерційної вибивної ґратки виливки з ливниковою системою транспортують на ділянку фінішних операцій.

На ділянці фінішних операцій відокремлюють ливникову систему від виливків, вибивають залишки стрижнів та очищують виливків в дробометній установці. Проводять контроль якості виливків, піддають механічному обробленню, миттю, сушінню, фарбуванню та повторному сушінню.

Після проведення операцій на ділянці фінішних операцій готові деталі транспортують на склад готової продукції.

Креслення технології виливка, моделі виливка та стрижневих ящиків наведені в додатку 3.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

9.2 Технологія виготовлення виливка з алюмінію

9.2.1 Загальна характеристика литої деталі

Деталь «Корпус» зі сплаву АК9 ГОСТ 1583-93 масою 0.7 кг, габаритними розмірами 60×90×98 мм, переважною товщиною стінки 10 мм.

Дана деталь використовується в якості технологічної оснастки при автоматизованому виробництві конструкцій в машинобудуванні та як несуча деталь в підвісних конструкціях.

Сплав АК9 (8...11% Si) відноситься до сплавів першої групи системи Al-Si (силуміни), а саме до доєвтектичних силумінів. Такі сплави широко використовують у авіаційній, автомобільній, приладобудівній, машинобудівній, судобудівній, електротехнічній та інших галузях промисловості.

Всі силуміни кристалізуються у вузькому інтервалі температур, мають невелику лінійну усадку, високу рідкотекучість, малу схильність до утворення тріщин при струдженій усадці і до утворення розсіяної усадкової поруватості.

Виливки з силумінів, які розливають у форми при відносно невисокій температурі 680...720°C, можна виготовляти як у разових піщаних формах, так і у багатократних металевих формах усіма спеціальними способами лиття.

					ФЛз71мп.7105.1110.000	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

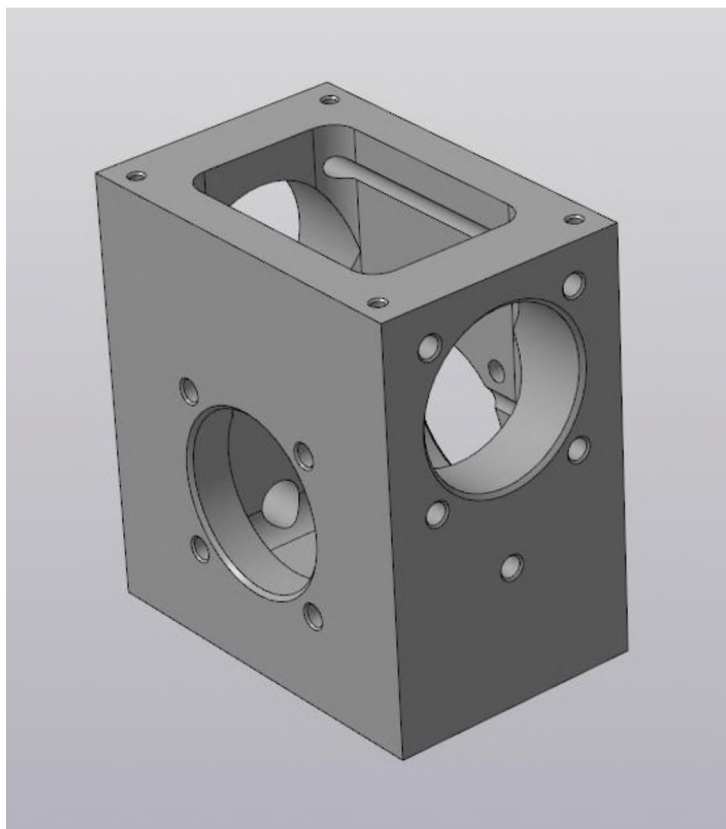


Рисунок 9.3 – 3D модель деталі «Корпус». Ізометрія, вигляд зверху

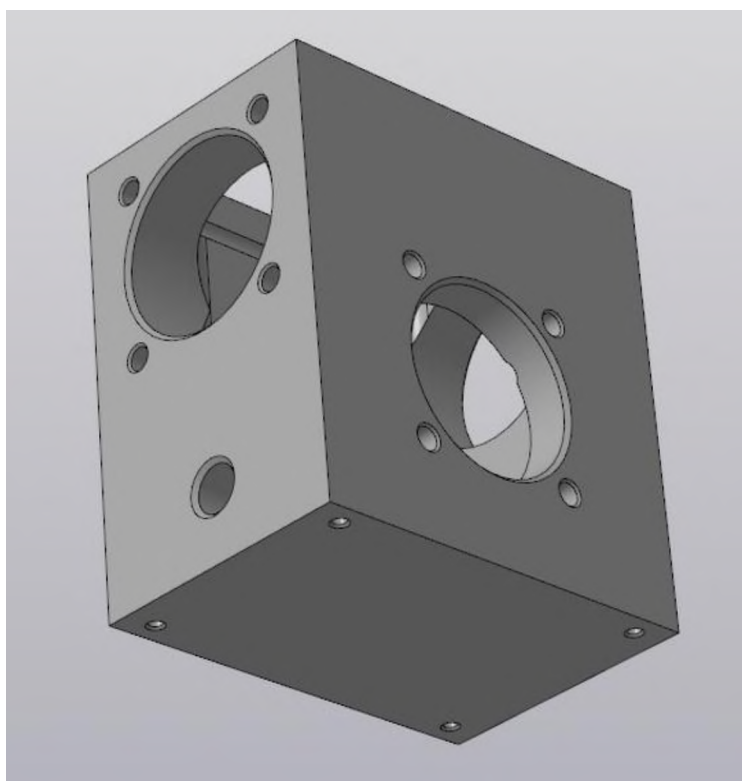


Рисунок 9.4 – 3D модель деталі «Корпус». Ізометрія, вигляд знизу

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9.2.2 Аналіз можливих способів виробництва виливка

Проаналізувавши загальну характеристику деталі можна зазначити, що таку деталь можна виготовляти литтям в кокіль та литтям під тиском. Але, враховуючи серійність виробництва доцільно застосовувати метод лиття під тиском.

Лиття під тиском дозволяє одержувати тонкостінні деталі складної конфігурації з високою точністю розмірів, що повністю усуває або зводить до мінімуму припуски на механічне оброблення, підвищує продуктивність і покращує умови праці. Недоліком способу є необхідність застосування дорогого устаткування, великі трудомісткість виготовлення і вартість прес-форм, але враховуючи серійність виробництва 1млн. шт./рік вона окупається.

Основними перевагами лиття під тиском є:

- багаторазове використання прес-форми;
- повна відсутність формувальної та стрижневої суміші;
- завдяки високій чистоті поверхні та точної геометрії робочої порожнини прес-форми, а також високому тиску на метал - отримуємо виливок з високою чистотою поверхні та високу точність розмірів;
- відсутні трудомісткість операції формовки, збирання та вибивання форм;
- значно покращуються санітарні норми праці.

9.2.3 Обґрунтування положення виливка в формі

Виливок «корпус» доцільно розташувати у рухомій прес-формі з метою легкого видалення виливка з форми за допомогою виштовхувачів. Так як габаритні розміри 60×90×98 мм, то слід виготовляти два виливка у формі та розташовувати їх горизонтально по довжині. Це дозволить отримати якісну поверхню, забезпечити зручне підведення ливниково-живильної системи,

					ФЛз71мп.7105.1110.000	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вилучення виливка з прес-форми без ускладнень, мінімізувати знос самої прес-форми.

9.2.4 Розрахунок ливникової системи на ПЕОМ

Ливникові системи для лиття під тиском підрозділяють на прямі, внутрішні і зовнішні.

Зовнішня ливникова система – єдиний можливий спосіб підвода металу в багатогніздових формах, в яких для збільшення числа виливків використовують колектори, які слугують також додатковими теплоносіями (підтримують необхідну температуру в живильниках). В одногніздових формах, що призначені для крупногабаритних виливків, колектори потрібні для одночасного підвода металу у різні ділянки відтворюючої порожнини.

Місце підвода живильника залежить від конфігурації виливка. До плоских тонкостінних виливків слід підводити один широкий живильник для запобігання захвату газів зустрічним потоком[2].

Розрахунок ливникової системи для кольорових сплавів і різних видів лиття по методу Озана і КПП.

(С) Макаревич А.П. 02 – ОСТ – 87 V.M. 01.02. 19:00

Вихідні дані розрахунків:

Маса заливаємого металу в форму $G=2,0$ [кг]

Переважаюча товщина стінки виливка $D=1$ [см]

Висота виливка при заливанні $C=9$ [см]

Висота стояка з чашею $H_1=50$ [см]

Висота виливка від місця підводу металу $H_2=4,5$ [см]

Кількість виливків в формі $N_1=2$ [шт]

Кількість стояків в формі $N_2=1$ [шт]

Кількість шлаковловлювачів у формі $N_3=10$ [шт]

Кількість живильників на один вилівок $N_4=1$ [шт]

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Литво під тиском

Вид сплаву: АК9

Розрахунок за методикою КПП

Переважна товщина стінки виливка $D=10$ [мм]

Внутрішній діаметр камери пресування $D1=55$ [мм]

Швидкість заpresовки $V1=5$ [м/с]

Режим заповнення форми : турбулентний

Швидкість впуску металу $V2=30$ [м/с]

Результати розрахунку:

Сумарна площа живильників $F1=2,957709$ [см²]

Площа перерізу одного живильника $F2=1,478859$ [см²]

Висота живильника $H1=6$ [мм]

Ширина живильника $B1=35.96181$ [мм]

Площа підвідного каналу $F3=5.145021$ [см²]

Висота підвідного каналу $H2=153.1837$ [мм]

Ширина підвідного каналу $B2=3.358725$ [мм]

Тепловий розрахунок

Товщина стінки пресформи, мм 30

Тривалість повного циклу: 11 хв. 14 сек.

При товщині стінки виливка, мм 10

час кристалізації виливка в прес-формі: 1хв. 59 сек.

Час охолодження прес-форми до температури 230 °С: 5хв.15сек.

Якщо заливається метал – алюміній, то температура заливання

Повинна бути 726,52 °С

9.2.5 Вентиляційна система та промивники

Кількість виливків у формі складає 2 шт., кількість промивників вибираємо 5 шт. на виливок.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Промивники – це перегонні резервуари, в які метал потрапляє разом з газами, захопленими високотурбулентним чи дисперсним потоком, що сприяють зменшенню пористості виливка. Також промивники підтримують оптимальний тепловий баланс форми, особливо при виготовленні тонкостінних виробів.

Для усунення повітря і газів, що утворились при згоранні мастильних матеріалів, із порожнини прес-форми у процесі її заповнення рідким металом створюється вентиляційна система (канали). Розташування вентиляційних каналів залежить від характеру заповнення. Найчастіше їх виконують у площині роз'ємну форми у вигляді прямокутних проточок, глибина яких залежить від типу сплаву.

9.2.6 Опис технологічного процесу виготовлення виливка

При литті під тиском сплав у рідкому стані подається в камеру пресування спеціальної машини під тиском, створюваним поршнем, що переміщається в камері, з високою швидкістю через ливникові канали заповнює порожнину прес-форми і затвердіває в ній під тиском.

Існує чотири основних схеми процесу лиття під тиском:

1. Лиття під тиском на машинах з гарячою камерою пресування.
2. Лиття на машинах с холодною вертикальною камерою пресування.
3. Лиття на машинах с холодною горизонтальною камерою пресування.
4. Лиття на поршневих і компресорних машинах.

В останні роки технологія отримання виливків на машинах з холодною горизонтальною камерою пресування отримала найбільше розповсюдження як у нас в країні, так і за кордоном.

Порядок операцій виготовлення виливка

Лиття на машинах з холодною горизонтальною камерою пресування. Прес-форма складається з двох частин: рухомої та нерухомої. Нерухому

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

частину прес-форми за допомогою плити 1 кріплять до пресуючого блоку машини з горизонтальною камерою пресування, а рухому з допомогою плити – до постаменту. Розплавлений метал заливається в камеру пресування, розташовану горизонтально по осі машини і перпендикулярно до площини роз'ємну форми, безпосередньо зв'язану з нерухомою половиною форми. У плиті-обоймі, змонтовані спеціальні вкладиші, в яких оформляється зовнішній контур виливка.

Після заливання металу та повної кристалізації виливка прес-форма розкривається і виливок залишається у рухомій частині. Рухомий стрижень висувається похилим клин-пальцем. При переміщенні рухомої півформи плита, з'єднується з плитою виштовхувачів, наштовхуються на нерухомі упори і зупиняються. Виштовхувачі вилучають виливок. При закритті прес-форми зворотні штовхальники упираються в нерухому обойму і повертають виштовхувачі у вихідне положення. Центрування нерухомої і рухомої півформ здійснюється колонами. Під час роботи прес-форма охолоджується водою, що потрапляє по гумовому шлангу.

Підготовка металевих форм до роботи

Перед роботою прес-форму змазують мастильним матеріалом з метою зменшення прикладання зусиль, необхідних для видалення виливка з прес-форми і стрижнів із виливка, тобто з метою забезпечення безперервної роботи прес-форми.

Технологія формоутворення

Формотворні деталі є найбільш відповідальними, тому що вони стикаються з рідким металом, у тім або іншому ступені беруть участь в оформленні поверхонь виливків і найбільше сильно піддаються термічному впливу й механічним навантаженням. Для підвищення зносостійкості і зменшення хімічної взаємодії зі сплавом такі деталі піддають термообробці.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Формоутворення здійснюють за допомогою вкладишів, вставок та стрижнів. Вкладишами називають деталі прес-форм, що мають порожнину, у якій оформляються зовнішні поверхні виливків. Найчастіше вкладиші мають прямокутну або циліндричну форму.

Якщо виливок має складні по конфігурації виїмки чи отвори, що оформляються стрижнями великої довжини чи складної форми, то вкладиші збирають із декількох вставок. Вставки слугують також для додаткової вентиляції прес-форми.

Стрижні можуть бути рухомими, нерухомими, різьбовими та іншими. Нерухомі стрижні установлюють у прес-формі перпендикулярно площині роз'єму. Вони мають конусність чи уклон. Рухомі стрижні оформлюють всі порожнини і отвори виливка, що розташовані паралельно площині роз'єму чи під кутом до неї.

Технологія заливання форм

Поряд з кожною машиною лиття під тиском розташовують роздавальний тигельний міксер електричного опору з рідким металом, який періодично поповнюють з базової плавильної печі.

Технологія видалення виливка з прес-форми

Видалення виливка із прес-форми здійснюється за допомогою механізму виштовхування. Існують наступні види виштовхування виливків із прес-форми: виштовхування не паралельно руху машини, виштовхування за допомогою рухомої плити, виштовхування через спеціальні приливи і виштовхування після відводу виштовхувачів.

Механізм виштовхування за допомогою рухомої плити широко використовується в одногніздових та багатогніздових прес-формах для зняття тонкостінних виливків з крупних стрижнів. Виштовхування через приливи використовують в тому випадку, коли неможливо виштовхнути виливок безпосередньо виштовхувачами чи вимоги до її поверхні не дозволяють

					ФЛз71мп.7105.1110.000	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

залишати слідів від виштовхувачів. Механізм попереднього відводу плит застосовується в тих випадках, коли бокові повзуни чи стрижні перетинаються з виштовхувачами в момент закриття прес-форми.

Креслення технології вилівка та прес-форми наведені в додатку 4.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10 ВИБІР ТА ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНОГО УСТАТКОВУВАННЯ

10.1 Загальна характеристика машини лиття під тиском

10.1.1 Призначення та область використання машини

Машина лиття під тиском моделі 71114 застосовується для виготовлення виливків із сплавів на основі кольорових металів (виливки з алюмінієвих, цинкових, магнієвих, латунних сплавів та сплавів на основі міді). Можливе також виробництво литих деталей зі сплавів на основі заліза за умови використання прес-форм, виготовлених із молібден-вольфрамових сплавів.

10.1.2 Принцип роботи машини

Процес виготовлення деталей методом литва під тиском в основному складається із запресовки металу у форму, кристалізації і видаленні виливка з форми. Крім того, машина проводить ряд допоміжних операцій.

У напівавтоматичному режимі машина здійснює наступні операції по циклу:

- закриття рухомої огорожі;
- стулення і замикання форми;
- пресування;
- витримка певний період часу на кристалізацію запресованого металу;
- розкриття форм і виштовхування залишку пресу з камери пресування;

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИБІР ТА ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНОГО УСТАТКОВУВАННЯ			
Розроб.		Прудкий О.В.						
Перевір.								
Н. Контр.								
Затверд.					Літ. Арк. Аркушів			
							89	
					НТУУ «КПІ» ІФФ, ФЛЗ-71мп			

- відкриття рухомої огорожі;
- виштовхування виливка з прес-форми;
- відведення пресс-плунжера в початкове положення.

Цикл за цією програмою починається після натиснення двох кнопок "Замикання". Після стулення прес-форм в камеру пресування заливається сплав і натискається кнопка «Уприскування». Подальші операції проводяться автоматично.

Реле часу автоматично контролює час кристалізації відливок. В той же час реле часу можна регулювати.

Машина забезпечена пристроями і приладами для:

- регулювання механізму замикання на необхідну товщину форми пресу;
- незалежного регулювання швидкостей пресування в 1-й і 2-й фазах пресування;
- регулювання часу витримки відливання в прес-формі і залишку пресу;
- регулювання ходу рухомої плити при розкритті форми;
- підйому механізму пресування при переході на іншу позицію заливки;
- контролю зусилля замикання прес-форми;
- контролю робочого тиску в гідросистемі і акумуляторної установки;
- контролю початкових і робочих положень виконавчих механізмів;
- регулювання інтенсивності охолодження прес-плунжера, 2-х позицій форми і плити механізму пресування. За зливом води з кожної охолоджуваної позиції можна спостерігати візуально.

Безпека роботи на машині забезпечується наявністю ряду необхідних блокувань, що запобігають неправильному включенню механізмів, дверима, що автоматично закриваються і захисними кожухами.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кнопкове управління машиною, а також наявність напівавтоматичного режиму в поєднанні з раціональним розміщенням органів управління і основних місць обслуговування зводить до мінімуму стомлюваність оператора, що працює на машині.

10.1.3 Опис конструкції вузлів машини

Станина.

Загальна компоновка машини виконана таким чином, що станина розвантажена від основних зусиль, що виникають на машині. Конструктивно станина є зварну конструкцію, коробчатої форми з профільного і листового прокату.

Внутрішня частина станини є місткість для робочої рідини і розділена на дві порожнини – всмоктуючу і зливну.

У станині передбачені коробки і ніша для електрокомунікацій.

Механізм запирання.

Механізм запирання машини служить для силового притискання двох або більше частин прес-форми до камери персування. Таким чином, при зусиллі пресування прес-форма не розкриється й розплавлений матеріал не розлетиться під високим тиском.

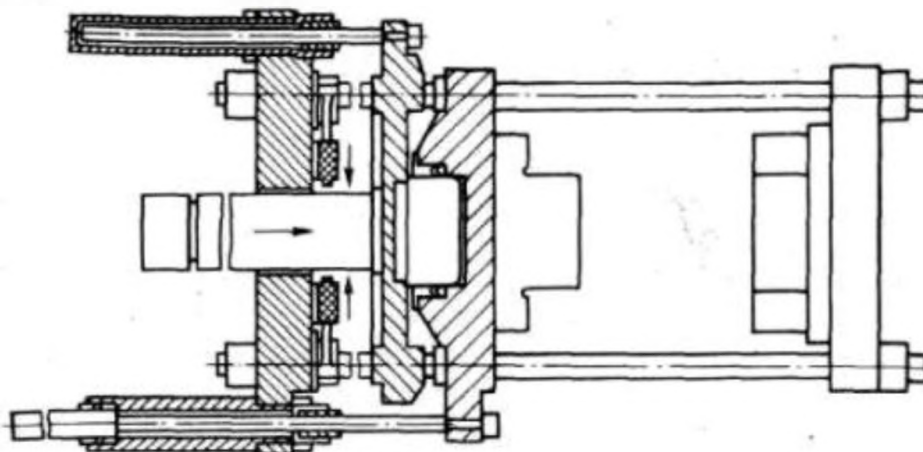


Рисунок 10.1 – Механізм запирання прес-форми

					ФЛз71мп.7105.1110.000	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

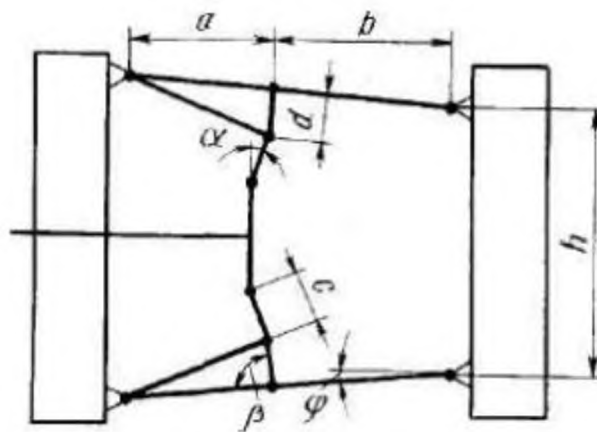


Рисунок 10.2 – Схема механізму запирання

Механізм пресування.

Механізм пресування служить для уприскування сплаву в прес-форму, забезпечує повільне перекриття вікна заливки і подальше швидке уприскування розплавленого металу у форму.

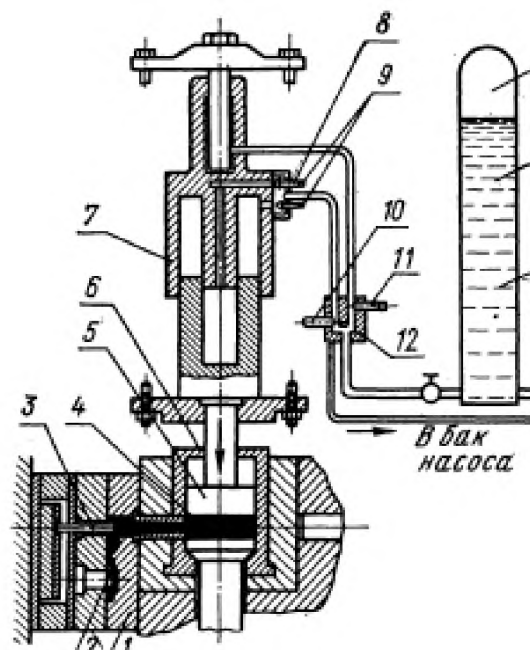


Рисунок 10.2 – Механізм пресування машини

Механізм пресування може займати два положення по висоті - для центрального литва і нижнього. Перестановка механізму пресування з верхнього положення в нижнє проводиться таким чином:

1. Вийняти стакан пресування з плити ;
2. Вивернути гвинти, що кріплять стягування до плити пресування;
3. Зняти притиски, що фіксують проставки під стійкою;
4. Включити насосну установку;
5. Включенням розподільника з ручним управлінням підвести механізм пресування вгору;
6. Видалити проставки з-під механізму пресування;
7. Рухом рукоятки управління розподільника з ручним управлінням в інший бік опустити механізм пресування в крайнє положення;
8. Вимкнути насосну установку;
9. У відповідне гніздо плити пресування установити стакан;
10. Закрутити гвинти, що кріплять стягування і встановити притиски стійки.

Підведення робочої рідини до циліндра пресування здійснюється телескопами.

Робота механізму пресування відбувається таким чином: після заливки сплаву в камеру пресування при натисненні на педаль або кнопку «уприскування» включається реверсивним розподільник управління циліндром пресування. Робоча рідина від агрегату уприскування через розподільник, телескоп поступає в поршневу порожнину пресування.

Плунжер починає повільний рух вперед, піднімаючи рівень металу в камері пресування. Після перекриття вікна заливки і повного видалення повітря з камери пресування при натисненні на кінцевий вимикач починається друга фаза пресування: швидке уприскування металу у форму. Робочий тиск в циліндрі пресування відповідає тиску газу в балоні акумуляторної установки.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

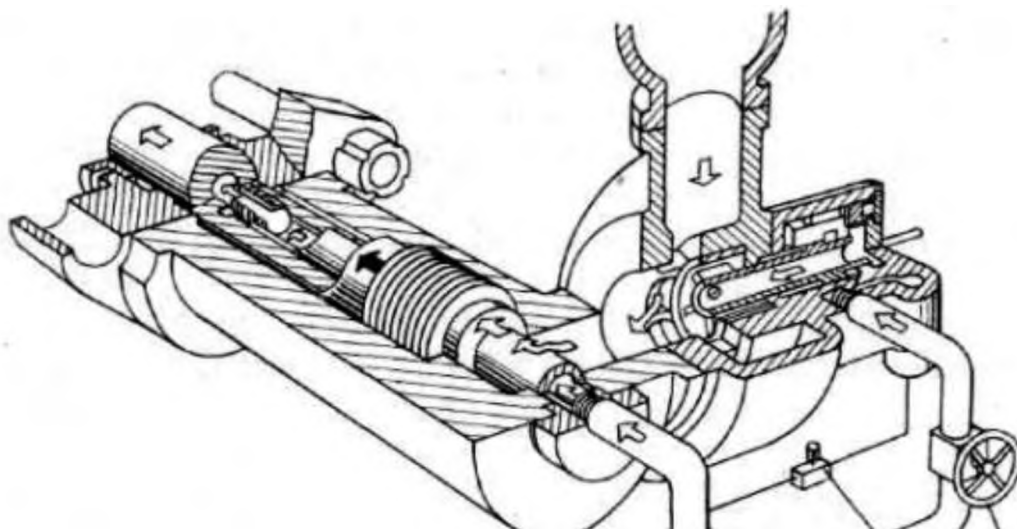


Рисунок 10.4 – Схема механізму пресування

У випадку, якщо час кристалізації відливка більше часу зарядки агрегату уприскування, у момент кристалізації можливо підвищення тиску в циліндрі пресування до тиску настройки насосів високого тиску.

Стакан і плунжер виготовляються замовником самостійно необхідних розмірів залежно від порції сплаву, що заливається.

Агрегат уприскування.

Агрегат уприскування є циліндр з плаваючим в ньому поршнем. Поршень є роздільником газового і рідкого середовищ.

У нижню панель агрегату уприскування вмонтований клапан уприскування і дросель регулювання швидкості 1-й фази пресування. На панелі змонтовані розподільники, зворотні клапани, також вентиль, призначений для зливу робочої рідини з агрегату уприскування у разі потреби при знятті або ремонті якого-небудь гідроапарату, розташованого на агрегаті уприскування.

У разі часткового або повного розбирання агрегату уприскування необхідно повністю перекрити вентиль на акумуляторній установці і за допомогою вентилля, розташованого на верхній кришці агрегату уприскування, повністю випустити газ з газової порожнини агрегату уприскування.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10.2 Розрахунок зусилля пресування

Для визначення зусилля пресування ($R_{пр.}$) приймаємо, що воно має перевищувати опір твердої корки металу на стінках камери пресування.

$$R_{пр.} = (n / \eta) \cdot f_k \cdot \sigma_T, \quad (10.1)$$

де n – коефіцієнт запасу, $n = 1,3$;

η – коефіцієнт корисної дії механізму пресування, $\eta = 0,8$;

σ_T – межа міцності на стискання, для латуні $\sigma_T = 190$ МПа;

f_k – площа поперечного перерізу, яка залежить від теплових умов у камері пресування та часу знаходження в ній металу.

$$f_k = \lambda_{см} \cdot \pi \cdot D_{пр.} \cdot (t_{кр.} - t_{пр.}) \cdot \tau_{пр.} / (\chi_{см} \cdot \rho_m \cdot r), \quad (10.2)$$

де $\lambda_{см}$ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу для змащування, $\lambda_{см} = 0,98$;

$D_{пр.}$ – діаметр камери пресування, $D_{пр.} = 0,05$ м;

$t_{кр.}$ – температура кристалізації сплаву, $t_{кр.} = 620$ °С;

$t_{пр.}$ – температура камери пресування, $t_{пр.} = 250$ °С;

$\chi_{см}$ – товщина змащувального слою, $\chi_{см} = 0,0002$ м;

ρ_m – щільність сплаву, $\rho_m = 2650$ кг/м³;

r – питома теплота кристалізації сплаву, $r = 150$ МДж/кг;

$$f_k = 0,98 \cdot 3,14 \cdot 0,05 \cdot (620 - 250) \cdot 0,15 / (0,0002 \cdot 2650 \cdot 150) = 0,107 \text{ м}^2$$

$$R_{пр.} = (1,3/0,8) \cdot 0,107 \cdot 190 = 33,1 \text{ кН}$$

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 10.1 – Характеристика машини лиття під тиском, що проектується

Параметри	Показники
Зусилля запирання прес-форми, кН	16000
Маса порції алюмінієвого сплаву, що заливається, кг	32,0
Відстань між колонами по горизонталі та вертикалі, мм	1180
Найбільша товщина прес-форми, мм	1320
Найменша товщина прес-форми, мм	600
Продуктивність машини, запресувань/год	12
Найвище зусилля пресування, кН	1500
Установлена потужність, кВт	65,0
Габаритні розміри, м:	
- довжина	12,4
- ширина	2,9
- висота	3,8
Маса, т	100,0

10.3 Техніка безпеки

1. При експлуатації машини необхідно дотримувати:

– ГОСТ 12.2.046-80 ССБТ. "Устаткування для ливарного виробництва.

Вимоги безпеки".

– "Правила техніки безпеки і виробничої санітарії в ливарному виробництві машинобудівної промисловості".

– "Правила користування-електроустановок" (ПКЕ)

– "Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів" (ПТЭ);

					ФЛз71мп.7105.1110.000	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– "Правила техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів" (ПТБЭ);

– Інструкцію по застосуванню важкоспалахуємої рідини.

2. Ливарники-оператори, а також інші особи, що залучаються до участі в наладці машини, повинні знати пристрій і роботу машини, повинні бути детально ознайомлені з керівництвом по експлуатації, а також з "Інструкцією з техніки безпеки для ливарників-операторів при роботі на машинах для литва під тиском".

3. При експлуатації, обслуговуванні і ремонті балонів газових слід керуватися "Правилами пристрою і безпечної експлуатації судин, що працюють під тиском".

4. При роботі машини забороняється кому-небудь, окрім ливарника-оператора, знаходитися біля машини, зокрема із сторони, протилежної робочому місцю оператора.

5. Забороняється експлуатація машини при знятих огорожах.

6. Необхідно підібрати заливальний ківш на той об'єм сплаву, який необхідний для отримання даного виливка з мінімальним прес-залишком. У разі отримання виливка з великим прес-залишком необхідно збільшити час кристалізації, інакше можливий розрив прес-залишку при розкритті форми.

7. Прес-форма повинна мати захисні пристрої, що запобігають розбризкуванню розплавленого металу. При експлуатації прес-форми ливарник може користуватися тампонами для мастила, спеціальними гачками для зняття виливків, щітками для очищення прес-форм, латунними зубилами для зняття частинок сплаву, що приварилися.

Вказані пристосування і інструмент повинні мати утримувачі достатньої довжини, щоб запобігти попадання рук ливарника в зону роз'єму прес-форми.

8. При технічних оглядах машини, що проводяться не рідше за один раз на тиждень, обов'язково перевіряти затягування кріплення на кришках,

					ФЛз71мп.7105.1110.000	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фланцях, всіх з'єднаннях трубопроводів гідросистеми, звертаючи особливу увагу на стики, що знаходяться в зоні розташування роздаткової печі.

9. Планово-запобіжну заміну гумових ущільнень з'єднань гідросистеми проводити з урахуванням гарантійних термінів придатності резино-технічних виробів. Заміну гумових ущільнень у вузлі пресування необхідно проводити не рідше одного разу на рік при двозмінній роботі.

10. Для перевірки ущільнень стиків і трубопроводів гідросистеми не рідше за один раз на 6 місяців проводити випробування гідросистеми на герметичність тиском на 25% вище за робочий тиск, протягом не менше 3-х хв. Ущільнення, що втратили герметичність – замінити.

11. До роботи на машині допускати людей не молодше 18 років, що пройшли медичний огляд, що вивчали пристрій, правила відходу і експлуатації машини, що добре знає технологічні процеси, що пройшов інструктаж з техніки безпеки з реєстрацією в спеціальному журналі.

12. Під час роботи на машині оператору обов'язково користуватися захисним одягом, спеціальним взуттям, захисними окулярами, спеціальним сухим інструментом, який має електроізолюючі рукоятки по всій довжині захоплення.

13. Площа перетину форм у вертикальній площині повинна бути не менше вказаної в паспорті машини.

14. Манометри і інші контрольно-вимірювальні прилади повинні піддаватися періодичній перевірці з відповідними відмітками (не рідше за один раз на 6 місяців).

15. Ливарник зобов'язаний стежити за показаннями контрольно-вимірювальних приладів і при відхиленні від рекомендованих свідчень повинен негайно зупинити машину і викликати той, що налагоджує.

16. У разі експлуатації машини на мінеральному мастилі біля машини необхідно організувати протипожежний пост. Мастилопроводи, що працюють під тиском, повинні бути укриті екранами, що запобігають можливості зіткнення мастила з гарячим металом.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

17. Стежити за температурою робочої рідини в баку машини по встановленому в районі насосної установки термометру. Температурне поле повинно бути налагоджено так, щоб гідропривід автоматично відключався досягши температури робочої рідини не більше 323K (50°C).

18. Навколо машини підлога повинна бути виконана з матеріалів, що не згорають.

19. Освітленість пульта управління і вимірювальних приладів повинна бути не нижче 300 люкс і навколо машини не нижче 150 люкс.

20. Після монтажу комплекс повинен бути випробуваний па міцність ізоляції всіх електропристроїв і на надійність заземлення. Опір заземляючого пристрою, використовуваного для заземлення електроустаткування, повинен бути не більше 4 Ом (згідно ПУЭ).

Опір ізоляції електроустаткування (не менше 1,0 МОма) і опір між болтами заземлення і металевими частинами, які можуть опинитися під напругою 42В і вище (не більше 0,1 Ом) перевіряти не рідше за один раз на 6 місяців

21. У електрошафи можуть мати доступ тільки особи електроперсоналу, обслуговуючі машину.

					ФЛз71мп.7105.1110.000	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

11.1 Організаційний розділ

11.1.1 Розрахунок чисельності основних й допоміжних робітників

Основні робітники

Чисельність основних робітників визначаємо за нормами обслуговування основного технологічного устаткування. Плановий час роботи одного працівника за рік розраховуємо шляхом складання балансу робочого часу. Цей розрахунок представлений в таблиці 11.1

Таблиця 11.1 – Плановий баланс робочого часу за рік

Найменування витрат часу	Кількість днів
1. Кількість номенклатурних днів	365
2. Неробочі дні у тому числі	114
2.1 Загальнодержавні та релігійні свята	10
2.2 Вихідні	104
3. Режимний час роботи 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 ін.	1
5. Плановий фонд робочих днів за рік	210

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

$$K_{обл.} = \Phi_{реж.} / \Phi_{пл.}, \quad (11.1)$$

					ФЛз71мп.7105.1110.000			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Прудкий О.В.			ОРГАНІЗАЦІЙНО- ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА		Літ.	Арк.
Перевір.								Аркушів
								100
Н. Контр.							НТУУ «КПІ», ІФФ	
Затверд.								

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

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

$$K_{\text{обл}} = 251/210 = 1,18$$

Допоміжні робітники

Чисельність цієї категорії персоналу за професіями та розрядами встановлюємо за даними підприємства-аналога, згідно з їх часткою по відношенню до чисельності основних робітників.

11.1.2 Управлінський персонал

Чисельність цієї категорії персоналу за професіями та розрядами встановлюємо за даними підприємства – аналога ТДВ "Булат", згідно з їх часткою по відношенню до чисельності основних робітників.

11.1.3 Загальна чисельність працівників

Чисельність персоналу цеху наведена в табл. 11.2, враховуючи кількість робочих змін та коефіцієнт облікового складу. Також зазначаємо кваліфікаційний розряд працівників.

Таблиця 11.2 – Загальна чисельність робітників в цеху

Професія, спеціальність, посада	Кваліфікація	Явочний штат		Разом	Коефіцієнт облікового складу	Обліковий склад
		1-а зміна	2-а зміна			
1	2	3	4	5	6	7
ОСНОВНІ РОБІТНИКИ						
Шихтувальник	5	3	2	5	1,18	5
Плавильник	5	3	2	5	1,18	5
Футерувальник	5	1	1	2	1,18	2
Формувальник	4	2	2	4	1,18	5
Розливальник	4	2	2	4	1,18	4
Стрижнувальник	4	3	3	6	1,18	7

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		101

Продовження табл. 11.2						
1	2	3	4	5	6	7
Вибивальник	3	1	1	2	1,18	2
Сумішоприготувач	4	1	1	2	1,18	2
Обробник	3	2	2	4	1,18	5
Шліфувальник	3	4	4	8	1,18	10
Оператор машини	5	2	-	2	1,18	4
Разом:		24	20	44		47
ДОПОМІЖНІ РОБІТНИКИ						
Крановик	4	3	3	6	1,18	6
Вантажник	1	3	3	6	1,18	6
Сортувальник	2	1	1	2	1,18	2
Комірник	4	1	1	2	1,18	2
Слюсар по ремонту технологічного устаткування	6	2	2	4	1,18	6
Слюсар по ремонту плавильного устаткування	6	2	2	4	1,18	6
Електромонтер	6	2	2	4	1,18	6
Різноробочий	3	2	1	3	1,18	3
Разом:		16	15	31		37
УПРАВЛІНСЬКИЙ ПЕРСОНАЛ						
Начальник цеху	-	2	-	2	-	2
Заст. начальника цеху	-	2	-	2	-	2
Начальник ділянки	-	2	-	2	-	2
Майстер	-	2	2	4		4
Інженер-технолог	-	3	-	3	-	3
Начальник технічного контролю	-	1	-	1	-	1
Економіст	-	1	-	1	-	1
Механік	-	1	1	2	-	2
Нормувальник	-	1	1	2	-	2
Табельник	-	1	-	1	-	1
Прибиральниця	-	2	-	2	-	2
Разом:		18	4	22		22

11.1.4 Розрахунок фондів заробітної плати

Витрати на оплату праці складаються з:

- основної заробітної плати;
- додаткової заробітної плати;

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						102
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– інших заохочувальних та компенсаційних виплат.

Розрахунок фондів заробітної плати основних та допоміжних робітників наведено в табл. 11.3.

Таблиця 11.3 – Розрахунок заробітної плати основних та допоміжних робітників

Професія, спеціальність	Тарифна ставка, грн.	Облік складу, осіб	Плановий фонд роб., год	Основна зароб. плата, грн.	Розрахунок додаткової плати, грн.				Річний фонд зарплати, грн
					Премія, 20%	Особливі умови, 12%	Відпустка, 12%	Інші, 10%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОСНОВНІ РОБІТНИКИ									
Шихтувальник	38	5	1840	349600	69920	41952	41952	34960	188784
Плавильник	42	5	1840	386400	77280	46368	46368	38640	208656
Футерувальник	42	2	1840	154560	30912	18547	18547	15456	83462
Формувальник	40	5	1840	368000	73600	44160	44160	36800	198720
Розливальник	40	4	1840	294400	58880	35328	35328	29440	158976
Стрижнувальник	36	7	1840	463680	92736	55642	55642	46368	250387
Вибивальник	34	2	1840	125120	25024	15014	15014	12512	67565
Сумішоприготувач	40	2	1840	147200	29440	17664	17664	14720	79488
Обробник	36	5	1840	331200	66240	39744	39744	33120	178848
Шліфувальник	36	10	1840	662400	132480	79488	79488	66240	357696
Оператор машин	40	4	1840	294400	58880	35328	35328	29440	158976
Разом:				3576960	715392	429235	429235	357696	1931558
ДОПОМІЖНІ РОБІТНИКИ									
Крановик	42	6	1840	463680	92736	55642	55642	46368	250387
Різноробочий	38	3	1840	209760	41952	25171	25171	20976	113270

Продовження табл. 11.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вантажник	38	6	1840	419520	83904	50342	50342	41952	226540
Сортувальник	36	2	1840	132480	26496	15898	15898	13248	71539
Комірник	36	2	1840	132480	26496	15898	15898	13248	71539
Слюсар по ремонту техн. уст.	42	6	1840	463680	92736	55642	55642	46368	250387
Слюсар по ремонту пл. уст.	42	6	1840	463680	92736	55642	55642	46368	250387
Електромонтер	42	6	1840	463680	92736	55642	55642	46368	250387
Разом:				2748960	549792	329875	329875	274896	1484438

Заробітна плата управлінського персоналу вираховується без розподілу її на основну та допоміжну (див. табл. 11.4).

Таблиця 11.4 – Заробітна плата управлінського персоналу

Посада	Місячний посадовий оклад, грн	Чисельність, осіб	Річний фонд зарплати, грн.
1	2	3	4
Начальник цеху	12600	2	25200
Заст. начальника цеху	10200	2	20400
Начальник дільниці	10000	2	20000
Майстер	9000	4	36000
Інженер-технолог	8600	3	25800
Начальник технологічного контролю	10000	1	10000
Економіст	8000	1	8000
Механік	7800	2	15600
Нормувальник	7200	2	14400
Табельник	7200	1	7200
Прибиральниця	6400	2	12800
Разом:	97000	22	195400

Загальний фонд заробітної плати складає:

$$1931558 + 1484438 + 195400 = 3611396 \text{ грн.} = 3611,4 \text{ тис. грн.}$$

11.1.5 Розрахунок показника продуктивності праці

Продуктивність праці P , т/особу – це річний обсяг продукції, виготовленої з розрахунку на одного працівника цеху:

$$P = G / n_{\text{заг}}, \quad (11.2)$$

де G – продуктивність роботи цеху, т/рік;

$n_{\text{заг}}$ – загальна кількість основних та допоміжних працівників і управлінського персоналу, осіб. $n_{\text{заг}} = 47 + 37 + 22 = 106$ осіб.

$$P = 11000 / 106 = 103,8 \text{ т/особу}$$

11.2 Визначення обсягів капітальних вкладень в комплекс, що проектується

Капітальні вкладення в виробничі фонди цеху складаються з капітальних вкладень в основні фонди (технологічне і допоміжне устаткування, транспортні засоби, оснастка, інструмент, будівельно-монтажні роботи та ін.) і оборотні нормативні кошти (затрати на створення запасів матеріалів, змінного обладнання, запасних частин, незакінчене будівництво та ін.).

Затрати на невелике електрообладнання складають 3 % від затрат на технологічне обладнання. Вартість інвентарю також приймають на рівні 3 % від вартості технологічного обладнання.

Капітальні затрати на будівельно-монтажні роботи визначають, виходячи з площі цеху і нормативів вартості.

Величина капітальних вкладень (в грн) розраховується за формулою:

$$K = K_{\text{уст}} + K_{\text{буд}} + K_{\text{п}} + K_{\text{осн}} + K_{\text{інв}} + K_{\text{м}} + K_{\text{з}}, \quad (11.3)$$

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						105
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$K_{буд}$ – капіталовкладення в будівлі;

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

$K_{осн}$ – капіталовкладення в оснащення;

$K_{інв}$ – капіталовкладення в інвентар;

$K_{м}$ – капіталовкладення в запаси матеріалів, палива, напівфабрикатів;

$K_{з}$ – капіталовкладення в заділи.

Капітальні вкладення в необхідне обладнання (в грн.) розраховують за формулою:

$$K_o = K_t + K_{пт} + K_{ен} + K_{уп}, \quad (11.4)$$

де K_t – капіталовкладення у необхідне технологічне устаткування;

$K_{пт}$ – капіталовкладення в підйомно-транспортне обладнання;

$K_{ен}$ – капіталовкладення в енергоустаткування;

$K_{уп}$ – капіталовкладення в засоби управління і контролю.

Витрати на придбання, доставку і встановлення одиниці необхідного устаткування розраховуються за допомогою наступної формули:

$$K = Ц \cdot (1 + a_t + a_b + a_m), \quad (11.5)$$

де $Ц$ – оптова або договірна ціна одиниці технологічного устаткування;

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

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

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

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		106

Таблиця 11.5 – Розрахунок капітальних вкладень в устаткування

Найменування та модель устаткування	Кількість, шт.	Вартість за од. грн.	Загальна вартість грн.	Витрати на монтаж та транспортування, грн.	Всього грн.
1	2	3	4	5	6
ОСНОВНЕ ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ					
Індукційні печі мод. ІСТ - 3,0/1,6	2	560000	1120000	30000	1150000
Індукційна піч-міксер мод. ІСТ-3	1	560000	560000	15000	575000
Змішувач котковий мод. 15114	2	34000	68000	6800	74800
Змішувач котковий мод. 15101	2	34000	68000	6800	74800
Змішувач шнековий мод. 19611	1	42000	42000	4200	46200
Лінія стрижнева мод. Л16Т	3	180000	540000	23000	563000
Лінія формувальна мод. Л651	1	720000	720000	25000	745000
Разом					3228800
ДОПОМІЖНЕ УСТАТКОВАННЯ					
Дробометний барабан мод. 326М2	1	26000	26000	2600	28600
Верстат мод. 3К634	4	12000	48000	4800	52800
Термічна піч мод. RT3-210-12	2	480000	960000	28000	988000
Стенд сушки ковшів	1	13000	13000	1300	14300
Разом					1083700
ПІДІОМНО-ТРАНСПОРТНЕ ОБЛАДНАННЯ					
Кран електромостовий, 10т	8	300000	2400000	240000	2640000
Стрічковий транспортер	8	60000	480000	48000	528000
Візок передавальний	4	6000	24000	2400	26400
Підвісний транспортер	1	200000	200000	20000	220000
Електрокара	2	250000	500000	50000	550000
Разом					3964400
Разом по цеху					8276900

При розрахунку вартості транспортного устаткування на його монтаж і наладку додають витрати у розмірі 5...25% від його вартості.

Капітальні вкладення у виробничі будівлі та споруди визначаємо із площі цеху і нормативів вартості будівельних конструкцій та проводок. Розрахунок капітальних вкладень в будівництво наведений в табл. 11.6.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		107

Таблиця 11.6 – Капітальні вкладення у споруди

Елементи будівельно- монтажних робіт	Вартість робіт, грн./м ³	Об'єм будівлі, м ³	Розміри капіталовкладення
1	2	3	4
Приміщення	350 / 300	138996 / 7258	48648600 / 2177400
Водопостачання	1,5 / 5,25	138996 / 7258	208494 / 38104,5
Каналізація	1,75 / 2,25	138996 / 7258	243241 / 16330,5
Електропроводка	2,5 / 3,0	138996 / 7258	347490 / 21774,0
Вентиляція	3,5 / 4,0	138996 / 7258	486486 / 29032
Всього			52216954

Капітальні вкладення в пристрої складають 20 % від вартості устаткування:

$$K_{\text{пр}} = 8276900 \cdot 0,2 = 1655380 \text{ грн.}$$

Вартість оснастки та інвентарю приймаємо з розрахунку 4 грн. на 1 тонну придатного литва:

$$K_{\text{осн.}} = 4 \cdot 10000 = 40000 \text{ грн.}$$

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 матеріалів розраховано за формулою:

$$K_3 = M_{\text{пл}} \cdot n_3 / T_{\text{пл}}, \text{ грн.} \quad (11.6)$$

де $M_{\text{пл}}$ – суми витрат на матеріали даного різновиду у плановому періоді, грн.;

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						108
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

n_3 – норма планового запасу матеріалів, днів;

$T_{пл}$ – кількість днів у плановому періоді.

Дані про суму витрат на матеріали зводимо до табл. 11.7.

Таблиця 11.7 – Визначення вартості основних матеріалів та флюсів

Назва матеріалу	Необхідна кількість, т.	Вартість, грн/т	Вартість загальна, грн.
1	2	3	4
Брухт чавунний	3533,05	2000	7066100
Брухт сталевий	1284,18	2130	2735303
Стружка	1149,07	800	919256
ЗВВ	6515,47	1200	7818564
Феросиліцій	456,08	22000	10033760
Феромарганець	93,1	26800	2495080
Чушки А0	133,16	12350	1644526
Чушки АК7	181,10	14500	2625950
Чушки АК9	165,11	16000	2641760
ЗВВ	798,96	1600	1278336
АМц	39,95	24500	978775
ФМС-1	13,32	28100	374292
Разом:	14362,55		40611702

Розмір капітальних вкладень у поточні виробничі запаси:

$$K_3 = 40611702 \cdot 20 / 360 = 2256206 \text{ грн.}$$

Величину резервного технологічного запасу беремо у розмірі 50 % від вартості оцінки планового запасу:

$$K_{p.3} = 0,5 \cdot 2256206 = 1128103 \text{ грн.}$$

Сума оборотних коштів у незавершеному виробництві розраховується та-ким чином:

$$K_{н.в.} = B_{пл} \cdot K_3 \cdot K_{н3} / T_{ц},$$

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						109
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $V_{\text{шт}}$ – виробництво товарної продукції у плановому періоді за виробничою собівартістю, грн.,

$K_{\text{н.з}}$ – коефіцієнт зростання втрат;

K_3 – сума вкладень в матеріали, грн.;

$T_{\text{ц}}$ – тривалість циклу виготовлення продукції, днів.

$$K_{\text{н.в.}} = 40611702 \cdot 2 \cdot 0,8 / 360 = 180496 \text{ грн.}$$

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

$$K_{\text{ост}} = 0,25 \cdot 2256206 = 564052 \text{ грн.}$$

Сумарний розмір оборотних коштів складає:

$$40611702 - (1128103 + 180496 + 564052) = 38739051 \text{ грн.}$$

Таблиця 11.8 – Розрахунок загальних капітальних вкладень

Елементи капітальних вкладень	Вартість	
	тис. грн.	%
Будівлі виробничі та побутові споруди	52216,95	94,1
Устаткування, в тому числі:	8276,9	1,75
- основне технологічне	3228,8	1,43
- допоміжне	1083,7	0,17
- підйомно-транспортне	3964,4	0,15
Нормативні оборотні кошти	826,4	4,15
Загалом у виробничі фонди	69697,15	100

11.2.1 Визначення планової собівартості одиниці продукції

Розрахунок проводимо згідно з переліком калькуляційних статей цехової собівартості:

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						110
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1) Витрати силової електроенергії в кВт·год/рік на виконання виробничих операцій визначаємо:

$$E_c = (M_y \times F_E \times K_{з.в} \times K_{з.н} \times K_o) / (K_c \times n), \quad (11.7)$$

де M_y – сумарна потужність електродвигунів, кВт;

F_E – ефективний фонд часу роботи електродвигунів за рік, год;

$K_{з.в}$ – коефіцієнт завантаження електродвигунів за часом;

K_o – коефіцієнт одночасної роботи двигунів;

$K_{з.н}$ – коефіцієнт завантаження за потужністю;

K_c – коефіцієнт завантаження електродвигунів з розрахунком витрат електроенергії;

$$n = 0,95.$$

$$E_c = (8000 \cdot 1900 \cdot 0,51 \cdot 1 \cdot 0,6) / (0,65 \cdot 0,95) = 7532310 \text{ кВт·год/рік.}$$

Визначаємо вартість електроенергії, враховуючи вартість 1 кВт·год електроенергії, яка складає 1,37 грн.

$$C_E = 7532310 \cdot 1,37 = 10319264,7 = 10319,26 \text{ тис. грн.}$$

Витрата стисненого повітря для кожної одиниці устаткування, м³:

$$n = K_n \cdot P \cdot F_E \cdot k_1 \cdot K_3, \quad (11.8)$$

де K_n – коефіцієнт, який враховує витрати повітря в трубопроводах;

P – витрати повітря за годину, м³;

k_1 – коефіцієнт використання повітря;

K_3 – коефіцієнт завантаження приміщення:

$$n = 1,5 \cdot 1500 \cdot 1900 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 3633750 \text{ м}^3.$$

Витрати на стиснуте повітря ведемо з розрахунку 26 грн. за 1000 м³:

$$C_n = 3633,75 \cdot 26 = 94,5 \text{ тис. грн.}$$

Кількість води, що витрачається, визначаємо з розрахунку на технологічні та побутові потреби: 200 л на один кран, 500 л на одну сітку

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						111
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

душа, 45 л на одну особу за зміну (господарчі потреби), 3 л на полив 1 м³ підлоги на добу.

Вартість: 1,5 грн. за 1 м³ для технологічної води та 16 грн. – для питної.

Розрахунок занесено до табл. 11.9

Таблиця 11.9 – Визначення витрат на воду

Напрямок витрат	Кількість од. обл., шт.	Фонд часу, год.	Норма витрат води, м ³ /год	Річні витрати, м ³ /рік	Ціна за 1 м ³ , грн.	Вартість, грн.
Технологічні потреби						
Печі САТ-250	2	1860	30	55800	1,5	83700
Печі ИСТ-1,0	4	1860	28	104160	1,5	156240
Побутові потреби						
Душові	-	250	3,0	750	1,5	1125
Питна вода	-	1900	0,6	1140	16	18240
Разом						259305

Газ для сушіння ковшів і піску. Середня витрата – 220 м³/год.

Загальні витрати:

$$Q_{\text{г}} = 220 \cdot 1860 = 409200 \text{ м}^3.$$

Вартість газу визначаємо з розрахунку 2000 грн. за 1000 м³. Загальна вартість газу становить:

$$2000 \cdot 409,2 = 818400 \text{ грн.}$$

2) Витрати на утримання в робочому стані та ремонт устаткування приймаються у розмірі 10...20 % від його балансової вартості:

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						112
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$8276900 \cdot 0,10 = 827690 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт будівель та споруд складають 2 % від їх вартості:

$$52216954 \cdot 0,02 = 1044339 \text{ грн.}$$

Вартість ремонту інвентарю і оснастки складає 10 % від їх вартості:

$$C_{\text{ін., осн.}} = 1695380 \cdot 0,10 = 169538 \text{ грн.}$$

3) Розрахунок річних амортизаційних відрахувань представлено в табл. 11.10.

Таблиця 11.10 – Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

Групи основних фондів	Вартість фондів, грн	Роки експлуатації	Вартість амортизаційних відрахувань, грн.
1	2	3	4
Будівлі споруди	52216954	50	1044339
Основне та допоміжне устаткування	8276900	20	413845
Оснастка та інвентар	169538	3	56513
Всього:			1514697

4) Транспортні витрати розраховуються в розмірі 120 грн. на 1 тону придатного литва:

$$C_{\text{тр.}} = 120 \cdot 10000 = 1200000 \text{ грн.}$$

5) Витрати, пов'язані з забезпеченням охорони праці та техніки безпеки, складають приблизно 250 грн. на кожного працівника:

$$106 \cdot 250 = 26500 \text{ грн.}$$

6) Витрати на утримання і експлуатацію офісної техніки, і канцелярські витрати визначаємо з розрахунку 50 грн. на одного службовця:

$$25 \cdot 50 = 1250 \text{ грн.}$$

7) Витрати на дослідження та випробовування слід приймати рівними 5 % від основної заробітної плати основних робітників:

$$1931558 \cdot 0,05 = 96578 \text{ грн.}$$

8) Витрати на винахідництво та раціоналізацію приймаються рівними 40 грн. на кожного працівника:

$$106 \cdot 40 = 4240 \text{ грн.}$$

9) Інші невраховані витрати можна приймати рівними 2...8 грн. на тонну литва:

$$6 \cdot 10000 = 60000 \text{ грн}$$

Результати розрахунку загальновиробничих цехових витрат зводимо до таблиці 11.11.

Таблиця 11.11 – Загальні виробничі витрати

Найменування статі витрат					Сума тис. грн.
Заробітна плата(основна та додаткова):					
1 – допоміжних працівників					1484,4
2 – управлінського персоналу					195,4
3 – єдиний соціальний внесок					369,38
Енергетичні витрати:					
1 – електроенергія					6214,15
2 – стиснуте повітря					94,5
3 – вода					181,2
4 – газ					818,4
Допоміжні матеріали:					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

ФЛЗ71мп.7105.1110.000

Арк.

114

1 – матеріал для здійснення технологічного процесу	25,32
2 – матеріали для експлуатації устаткування	15,76
3 – матеріали для цехових потреб	5,35
Ремонт та отримання в робочому стані	
1 – устаткування	827,69
2 – будівлі	1044,39
3 – інвентарю	169,53
Амортизація:	
1 – устаткування	1044,34
2 – будівлі	413,85
3 – інвентарю	5,65
Транспортні витрати	1200,0
Витрати на дослідження, випробування	96,58
Витрати на охорону праці	26,5
Витрати на винахідництво та раціоналізацію	4,24
Поштово-телеграфічні та канцелярські витрати	1,45
Інші витрати	60,0
Всього	11075,73

Таблиця 11.12 – Планова калькуляція собівартості 1 т. рідкого металу та придатної продукції

Найменування статей витрат	Кількість на 1 т. виливків, кг	Планова ціна за 1 т., грн	Вартість 1 т., грн
1. Металева шихта:			
– брухт чавунний	353,31	2000	706,62
– брухт сталевий	128,42	2130	273,53
– стружка	114,91	800	919,28
– ЗВВ	733,43	1400	1026,8
– феросиліцій	45,61	22000	1003,42
– феромарганець	0,93	26800	24,92
– чушки А0	13,32	12350	164,5
– чушки АК7	18,11	14500	262,59
– чушки АК9	16,51	16000	264,16
– АМц	3,99	24500	97,76
– ФМС-1	1,33	28100	37,37
Разом:	1436,26		4061,17
Угар	71,81		-
Загалом рідкого металу	1364,45		3858,11
2. Відходи власного виробництва	733,43		-1026,8
3. Заробітна плата працівників			1679
4. Відрахування у соціальний фонд			369,88
5. Енергоносії			3206
6. Загальні виробничі витрати			1392
7. Витрати від браку			203,05
Разом (цехова собівартість):			10912

11.2.2 Розрахунок показників економічної ефективності проектного рішення

Для порівняння варіантів технічних рішень застосовуємо такі показники економічної ефективності:

1 – трудомісткість продукції:

$$t = \text{Ч}_{\text{очн}} \cdot \Phi^{\text{ПЛ}}_{\text{ор}} / Q, \text{ нормо} \cdot \text{год} / \text{т}, \quad (11.9)$$

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						116
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

Q – плановий річний обсяг виробництва продукції, т.

$$t = 106 \cdot 1840 / 10000 = 19,5 \text{ нормо} \cdot \text{год/т},$$

2 – капіталомісткість продукції:

$$K_Q = K_{\text{заг}} / Q, \text{ грн./т}, \quad (11.10)$$

$$K_Q = 22256206 / 10000 = 22256,21 \text{ грн/т},$$

3 – період окупності капітальних витрат:

$$\Pi_{\text{ок}} = (K_{\text{заг}} / \text{РП}_p) < \Pi_{\text{ок}}^{\text{н}}, \text{ роки}$$

де РП_p – річна сума грошового потоку, грн.,

$\Pi_{\text{ок}}^{\text{н}}$ – нормативний період окупності (3...5 років).

$$\text{РП}_p = 0,81 \cdot (\text{Ц} - C_{\text{п}}) \cdot Q + \sum A, \quad (11.11)$$

де 0,81 – коефіцієнт частки чистого продукту;

Ц – ринкова ціна продукції, грн.;

$C_{\text{п}}$ – повна собівартість продукції, грн. $C_{\text{п}} = 10912 \cdot 1,38 = 15059$ грн.;

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

По даним заводу – аналога повна собівартість продукції, яка включає, крім цехової собівартості, ще і адміністративні витрати та поза виробничі витрати на маркетинг та збут, на 38 % перевищує цехову собівартість [7].

$$\text{РП}_p = 0,81 \cdot (20000 - 15059) \cdot 10000 + 4864000 = 43403800 \text{ грн.}$$

$$\Pi_{\text{ок}} = 22256206 / 43403800 = 0,52 \text{ років.}$$

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		117

Таблиця 11.12 – Типові порівняльні ТЕП

Найменування показників	Одиниця виміру	Значення за варіантами	
		базовий	спроектований
1. Річний плановий обсяг виробництва продукції	т	10000	11000
2. Загальна площа ділянки	м ²	1565	2160
3. Виробнича площа ділянки	м ²	1240	1836
4. Загальна чисельність працюючих робітників	осіб	88	106
5. Капіталомісткість продукції	грн./т	-	22256,21
6. Період окупності	років	-	0,52

12 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ

Охорона праці - це система правових соціально - економічних, організаційно - технічних, санітарно - гігієнічних і лікувально - профілактичних заходів і засобів спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності. [14]

Мета розділу - це аналіз небезпечних та шкідливих чинників, які мають місце при виконанні даної роботи, розробка заходів спрямованих на їхнє усунення і забезпечення здорових умов праці.

Ливарний комплекс чавунного та алюмінієвого литва потужністю 10000 т. придатних виливків на рік у своєму штаті має: працюючих – 89 чол., в загальному – 106 чол.

12.1 Мікроклімат

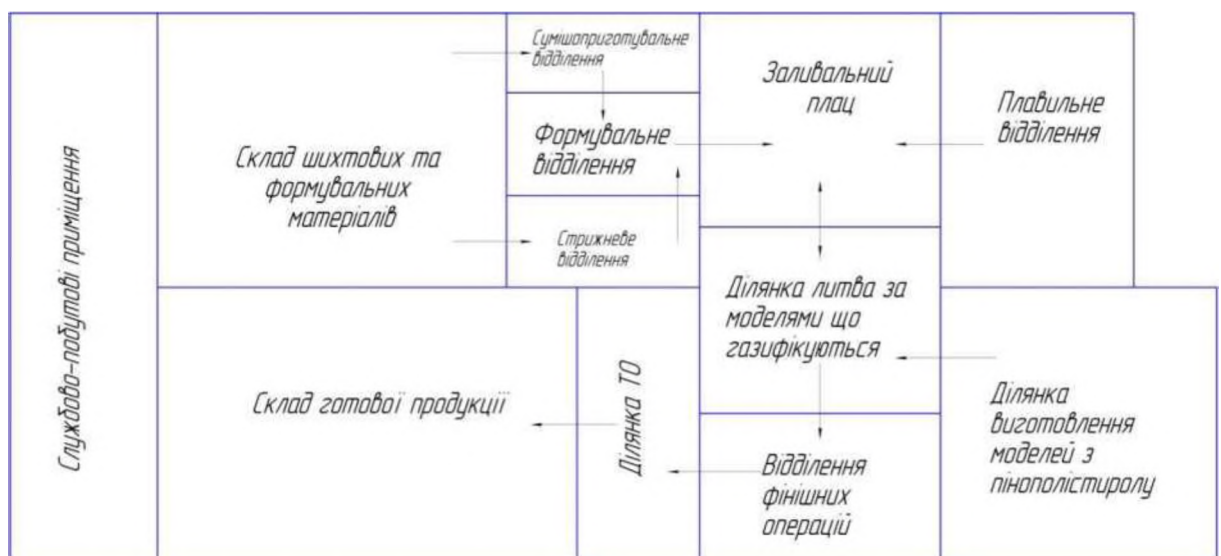


Рисунок 12.1 - План схема цеху

					ФЛз71мп.7105.1110.000			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Прудкий О.В.			ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ		Літ.	Арк.
Перевір.								119
							НТУУ «КПІ», ІФФ	
Н. Контр.								
Затверд.								

Площа цеху складає - 1972 м², об'єм - 14580 м³ розміри цеху: ширина - 42 м, довжина - 66 м, висота - 9 м. Відповідно площа цеху на одного працюючого складає 30 м², на одного виробничого робітника 40 м². Об'єм на одного виробничого робітника - 224 м³, на одного працюючого - 297 м³, що задовольняє вимогам санітарних норм та правил.

У склад цеху входять: плавильне відділення, відділення лиття в піщано-глинисті форми, відділення лиття за моделями, що газифікуються, відділення фінішних операцій та склад шихтових і формувальних матеріалів.

У цеху виплавляються виливки із сірого чавуну СЧ20, СЧ25. Виливки отримують спеціальними способами литва: литтям за моделями, що газифікуються та литтям в піщано-глинисті форми. Метал виплавляється в індукційній електропечі ІЧТ-10,0/2,5.

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

Категорії робіт за ступенем важкості у відділеннях ливарного цеху розподіляються таким чином: плавильне відділення - категорія Пб – роботи пов'язані з ходінням, переміщенням дрібних (до 4 кг) виробів або предметів в положенні стоячи або сидячи, і потребують певного фізичного навантаження; відділення лиття в піщано-глинисті форми по вогкому - Пб, відділення лиття за моделями, що газифікуються - Пб, відділення відцентрового лиття - Пб, відділення фінішних операцій – ІІІ, склад шихтових і формувальних матеріалів - ІІІ. Енерговитрати організму людини при таких категоріях робіт становлять: при Пб - 232...290 Ккал/год, при ІІІ - 291...349 Ккал/год [1].

					ФЛз71мп.7105.1110.000	Арк.
						120
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 12.1 - Параметри мікроклімату відповідно до ДБН В.2.5-28-2006

Період року	Температура повітря, °С			Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
	оптимальна	допускається на робочих місцях		оптимальна	допускається	оптимальна	допускається
		змінливих	стійливих				
холодний	19...21	15...21	13...23	60	75	0,2	0,4
тепліший	22...24	18...27	15...29	60	70	0,3	0,5

Відповідність вказаних вище значень параметрів мікроклімату буде досягатися утворенням в цеху загальної системи вентиляції, яка повинна забезпечити повітрообмін не менше 60 м³/(чол. год). У цеху передбачено систему 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. На дільницях плавки та заливки система вентиляції повинна забезпечувати допустиме значення температури. У теплий період року допускається перевищення температури не більше, ніж на 3 °С середньої температури зовнішнього середовища. При високій температурі повітря організм втрачає відповідну кількість вологи, а разом з нею і солі, які грають важливу роль у життєдіяльності людини.

Суттєві фізіологічні зміни в організмі здійснюються також при холодовому впливі, яке приводить до переохолодження організму (гіпотермія). Тому в холодний період року передбачаємо опалення.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						121
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В якості теплоносія для обігріву ливарного цеху застосовуємо гарячу воду або пару та застосовуємо приточну вентиляцію для опалення деяких відділень ливарного цеху (відділення лиття в піщано-глинисті форми по вогкому, відділення лиття за моделями, що газифікуються, відділення фінішних операцій та склад шихтових і формувальних матеріалів).

У відповідності до ГОСТ 12.1.007-76, шкідливі речовини, що виділяються при роботі цеху, а саме тверді суспензії (пил, зола, дим), оксиди вуглецю, азоту, сірки, магнію, оксиди і солі важких металів, можна поділити на чотири класи небезпеки в залежності від ГДК (гранично допустимі концентрації), яка значається за ГОСТ 12.1.005-88.

12.2 Освітлення

Освітлення у цеху природне та штучне. Освітлення повинно 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, очисне - 100...150 лк; формувальне, плавильно-заливальне відділення й ділянка ремонту виливниць - 150...200 лк.

При тривалій роботі на погано освітленому робочому місці здорове сприйняття знижується, розвивається короткозорість, з'являються захворювання очей та головні болі. За рахунок постійного напруження зору настає зорове стомлення та втрати уваги, що тягне за собою неточність виконання робіт та травматизм. Тривала робота при високому освітленні може привести до світлобоязні - збільшеної чуйності очей до світла з характерними сльозотечіями, запаленням слизистої оболонки та роговиці ока.

Для освітлення цеху у світлий період доби застосовується природнебокове освітлення, яке надходить крізь віконні отвори площею 210 м² та встановлених ліхтарів площею 215 м².

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						122
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахуємо коефіцієнт природного освітлення (КПО) [3]:

$$\text{КПО} = \frac{(S_B + S_{\text{ліх}}) \cdot t_{\text{заг}} \cdot r_1 \cdot r_2 \cdot 100}{k_3 \cdot h_B \cdot k_{\text{буд}} \cdot h_{\text{ліх}} \cdot S_{\text{п}}} \quad (12.1)$$

де $S_B, S_{\text{ліх}}$ – площа вікон й ліхтарів у цеху;

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

$h_B, h_{\text{ліх}}$ – світлова характеристика вікон та ліхтарів, $h_B = 9,5$; $h_{\text{ліх}} = 4,5$;

$k_{\text{буд}}$ – коефіцієнт, що враховує затінення вікон будівлями, які розташовані навпроти, $k_{\text{буд}} = 1$;

$t_{\text{заг}}$ – загальний коефіцієнт світлопропускання, $t_{\text{заг}} = 0,65$;

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

З формули 12.1 маємо:

$$\text{КПО} = \frac{(210 + 215) \cdot 0,65 \cdot 2,1 \cdot 2,1 \cdot 100}{1,3 \cdot 9,5 \cdot 1,0 \cdot 4,5 \cdot 1728} = 1,27 \%$$

Таким чином коефіцієнт природного освітлення в ливарному цеху становить 1,27 %, а нормативний КПО при комбінованому освітленні має становити 3% для робіт малої точності (згідно ДБН В.2.5-28-2006).

Отже, приміщення ливарного цеху не забезпечується необхідним природним освітленням, тому у денний період потрібно застосовувати суміщене освітлення.

В темний період доби застосовується штучне освітлення, для якого використовуються газорозрядні лампи. При огляді та змазуванні устаткування штучне освітлення повинно бути не менше 400 лк, тому рекомендується застосовувати переносні акумуляторні світильники напругою 12...36 В. Для цього передбачаємо наявність в цеху певної кількості розеток для підзарядки акумуляторів світильників. Для створення більшої освітленості льоток печей

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						123
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

застосовують прожектори.

Ливарний цех має: довжину 48 м, ширину 36 м, висоту 9 м.

Розрахунок проводимо методом світлового потоку по формулі [3]:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta} \quad (12.2)$$

де E – нормована освітленість, лк. Нормовану освітленість E приймаємо відповідно до ДБН В.2.5-28-2006 – $E = 200$ лк при високій точності зорових робіт та найменшим розміром об'єкта розпізнавання 1...5 мм;

S – площа приміщення, що освітлюється, м^2 . $S = 48 \cdot 36 = 1728 \text{ м}^2$;

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, $Z = 1,15$ - при використанні ртутних дугових ламп;

N – кількість світильників;

n – кількість ламп у світильнику;

η – коефіцієнт використання світлового потоку.

Рівномірність освітлення досягається при відповідному співвідношенні відстані між світильниками L та висоти їх підвісу h . За табл. 3.13 [1] визначаємо:

$$L = 0,6 \cdot 11,5 = 6,9;$$

Визначаємо необхідну кількість світильників за формулою:

$$N = \frac{S}{L^2} \quad (12.3)$$

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						124
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = \frac{1728}{6,9^2} = 38;$$

Приймаємо 42 шт.

Коефіцієнт η визначається за світлотехнічними таблицями залежно від показника приміщення i , коефіцієнтів відбиття стін та стелі.

Показник приміщення:

$$i = \frac{AB}{h(A + B)} \quad (12.4)$$

де A і B – довжина і ширина приміщення, м; $A = 48$ м, $B = 36$ м;

h – висота світильника над робочою поверхнею, м;

$$h = H - h_c = 9,0 - 0,5 = 8,5 \text{ м.}$$

H – висота приміщення, м;

h_c – висота світильника до стелі, м.

Тип світильників з люмінесцентними лампами приймаємо ЛОУ:

$$i = \frac{48 \cdot 36}{8,5 \cdot (48 + 36)} = 3,15;$$

За таблицею 3.26 коефіцієнт використання світлового потоку світильника ЛОУ при $\rho_{\text{стелі}} = 70\%$ і $\rho_{\text{стін}} = 50\%$ при $i = 3,5$ ($i = 3,15$ немає) $\eta = 0,63$ [2].

Світловий потік:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{200 \cdot 1,8 \cdot 1728 \cdot 1,15}{42 \cdot 2,0 \cdot 0,63} = 11736 \text{ лм}$$

					ФЛз71мп.7105.1110.000	Арк.
						125
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно розрахунків приймаємо люмінесцентні лампи загального призначення типу ЛБ 80, які мають світловий потік 12000 лм.

Світильники розташовані у 6 рядів по 7 шт. у кожному ряду (рис.12.2).

Визначимо сумарну електричну потужність усіх світильників, встановлених в приміщенні:

$$\Sigma P_{CB} = P_{CB} \cdot N = 80 \cdot 42 = 3360 \text{ Вт} = 3,4 \text{ кВт}$$

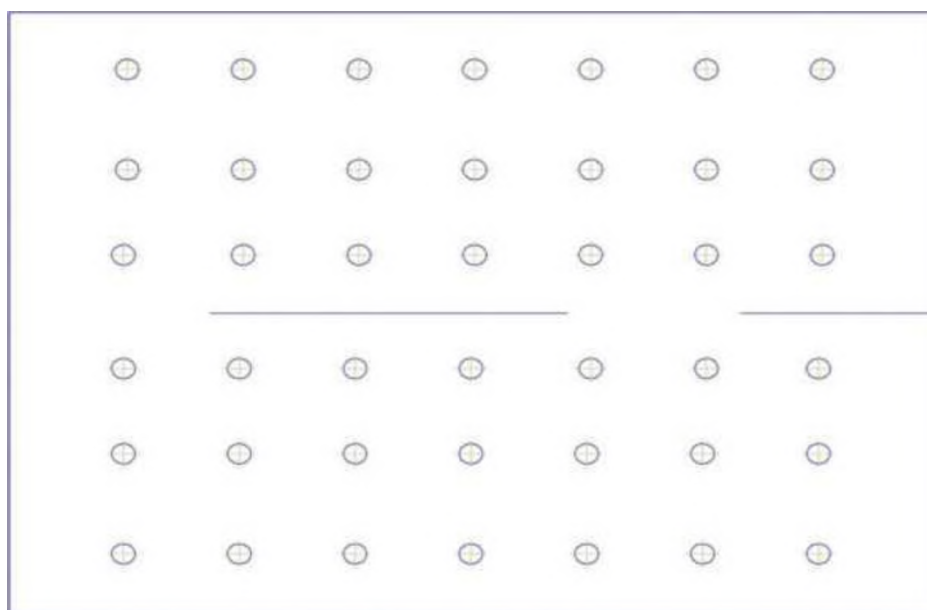


Рисунок 12.2 – Схема розташування світильників

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

12.3 Інфрачервоне випромінювання

Джерелами інфрачервоного випромінювання є індукційні електропечі. В процесі заливання металу, твердіння виливків, транспортування їх на дільницю охолодження, робітники знаходяться в зоні інфрачервоного випромінювання. Згідно ДСН 3.3.6.042 - 99, тепловий потік в 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.

Вплив ультрафіолетового випромінювання аналогічний інфрачервоному випромінюванню. Вплив ультрафіолетового випромінювання викликає запалення, приводить до електрофтальмії, впливає на органи зору. Також як і при інфрачервоному випромінюванні використовують засоби індивідуального захисту (спеціальний одяг, окуляри, мазі).

При систематичних перегріваннях з'являється збільшене сприйняття щодо простудних захворювань, збільшується втомлюваність.

Плавка сплавів супроводжується виділенням тепла, а також шкідливих газів (CO_2 , SO_2 , оксидів магнію, азоту та заліза, парів берилію). Тому у відділенні встановлені пристрої вентиляції.

При впливі електромагнітного поля в крові людини (в електролітах) виникають іонні поля, які прибавляються або віднімаються до основних, що приводить до змін біоелектричних процесів в організмі. Тому електромагнітні поля представляють собою професіональну шкідливість. Згідно ДСН 239-96, граничнодопустимі величини напруженості складових поля на робочих місцях є:

- а) електрична складова – $5,0 \text{ А/м}$;
- б) магнітна складова – до 20 В/м .

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						127
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В якості індивідуальних засобів захисту використовують одяг із радіо тканин.

У формувально-заливальному відділенні відбувається заливання форм рідким металом, при контакті металу з моделлю, яка виготовлена з пінополістиролу виділяються шкідливі гази. Тому на ділянці передбачена місцева витяжна вентиляція [1].

12.4 Шум та вібрація

У відділенні фінішних операцій при очищенні виливків, шум перевищує припустимі межі (92...101 ДБ) та вібрація [3].

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. Для захисту від впливу шуму використовують протишумові навушники. Параметри, які нормуються, визначаються ДСН 3.3.6.037-99. Рівень звуку на робочих місцях допускається до 75 дБА. Причиною шуму в цеху є повітродувні насоси печей, конвеєри, крани. Шум не повинен перевищувати 80 дБ, згідно ДСН 3.3.6.037-99.

Для послаблення шуму необхідно замінити ударні дії безударними, зворотно-поступальні рухи механізмів, які обертаються, зменшувати масу та величину поверхонь прилягання частин, які разом вдаряються. Над обладнанням, яке шумить, повинні знаходитись шумопоглиначі - плоскі або об'ємні звукопоглинаючі елементи. Повітро-тагазопроводи повинні бути устатковані глушниками. Для зменшення вібрації, яка спричинена коливальними рухами, необхідно максимально урівноважити частини, що обертаються, зменшити розбавтаність окремих частин.

Для усунення динамічного ефекту обладнання, яке викликає вібрацію,

					ФЛз71мп.7105.1110.000	Арк.
						128
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повинно бути переставлено з середини прогону до опор або на більш жорсткі елементи конструкції. Агрегати треба встановлювати на самостійні фундаменти, що послабить передачу коливань по будівним конструкціям.

В якості ослаблювача вібрації використовують амортизатори (сталеві пружини, ресори, гумові прокладки).

Для переміщення вантажів у цеху використовують мостові крани. Вантажопідйомні машини та механізми (крани) повинні проходити статичні випробування. Перед роботою та в процесі експлуатації необхідно проводити огляд найбільш навантажених та відповідальних деталей вантажопідйомних механізмів.

Вібрація може бути причиною порушення діяльності центральної нервової системи, дихальних органів, збільшення тиску. Припустимий рівень вібрації в ливарному цеху 100 Дб.

12.5 Запиленість та загазованість

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

Вміст шкідливих речовин у атмосфері повітря не повинен перевищувати гранично допустимих концентрацій (ГДК) ГОСТ 12.1.005-88. Для усунення кварцового пилу використовують пиловловлювачі - циклони.

12.6 Електробезпека

Згідно з ПУЕ-97, відділення ливарного цеху з точки зору безпеки ураження людини електричним струмом відносяться до: плавильне відділення та відділення відцентрового лиття - III-ї категорії - особливо

					ФЛз71мп.7105.1110.000	Арк.
						129
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

небезпечні, в приміщенні знаходяться індукційні печі, чинниками особливої небезпеки в приміщенні є температура, яка перевищує 35 °С наявність струмопровідної підлоги, можливість одночасного доторкання людини до неструмовідних частин електроустановки і до металоконструкції, що мають контакт з землею; відділення лиття в піщано-глинисті форми по вогкому – II-ї категорії чинники, що створюють в приміщенні небезпеку — наявність струмопровідної підлоги; відносна вологість більше 75%, але менше насичення, можливість одночасного доторкання людини до неструмовідних частин електроустановки і до металоконструкції, що мають контакт з землею; відділення лиття за моделями, що газифікуються - II-ї категорії - наявність струмопровідної підлоги; відносна вологість більше 75%, але менше насичення; можливість одночасного доторкання людини до неструмовідних частин електроустановки і до металоконструкції, що мають контакт з землею; відділення фінішних операцій та склад шихтових і формувальних матеріалів- I-ї категорії, в приміщенні відсутні чинники підвищеної та особливої небезпеки [3].

Електроустановки, що розташовані в приміщеннях цеху живляться напругою 380В.

Основними джерелами ураження електричним струмом є індукційні електропечі, електрифіковане підйомно-транспортне устаткування та ін.

Небезпека ураження може виникнути в результаті короткого замикання, іскріння, ушкодження ізоляції.

Вважають небезпечним струм у 25 мА, при якому важко самостійно відірватися від провідника, а струм величиною у 100 мА може призвести до смерті. Для напруги 42 В найбільш небезпечний змінний струм, а більше 42 В вплив однаковий, як постійного, так і змінного струму.

Найбільш небезпечна частота 50.. 60 Гц.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						130
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Причинами ураження електричним струмом можуть бути:

1. Доторкання до частин електроустановок, що випадково знаходяться під струмом внаслідок замикання фази на корпус, ушкодження ізоляції або інші несправності.
2. Ураження електричним струмом через електропровідну підлогу.
3. Ремонт обладнання при підключеному до нього живленні.

Небезпека ураження електричним струмом збільшується при невиконанні правил експлуатації електрообладнання, термінів ремонту обладнання. Дія електричного струму може викликати опіки, механічні ушкодження організму людини. Всі струмовідні частини електроустановок ізолювані, що забезпечує технічну працездатність електроустановок, зменшує вірогідність попадань людини під напругу, замикань на землю і на корпус електроустановок.

Корпуси електроустановок, які працюють в цеху з'єднані з землею за допомогою струмопровода малого опору - шунта, що забезпечує захисне заземлення, за рахунок паралельно можливого включенню людини в мережу замикання на землю струмопровід малого опору(шунт), за рахунок чого зменшується струм, що проходить через людину. Крім того, захисне заземлення зменшує [3].

Кожний рік проводиться перевірка опорів і захисту електрообладнання, обов'язкова перевірка ізоляції дротів.

Розрахунок захисного заземлення печі ІЧТ згідно "Правилам пристроїв електрообладнання" опір, що допускається пристроєм, який заземляється має напругу до 1000 В та потужність більш ніж 400 кВА дорівнює 4 Ом.

12.7 Протипожежна безпека

Для забезпечення протипожежної безпеки повинні бути обладнані стенди з засобами пожежогасіння (пісок, вогнегасники, лопати, лом, відро та ін.) на всіх дільницях.

Можливі причини виникнення пожег в цеху: запалення газів при

					ФЛз71мп.7105.1110.000	Арк.
						131
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

плавленні сплавів, запалення легко летючих матеріалів, коротке замикання.

Категорія виробництва за пожежною безпекою Г (НАПБ Б.01.005-2017) оскільки характер виконуваних робіт пов'язаний з наявністю речовин, що не згорають, і матеріалів в гарячому та розплавленому вигляді, процес обробки яких супроводжується виділенням променевого тепла, іскор та полум'я.

Електричні проводи, які зайнялися, необхідно гасити вогнегасниками ОП-1, ОП-2, ОП-5, ОП-10. Ліквідація запалення повинна проводитися при відключеній напрузі [1].

Згідно ДНАОП 0.00-1.32-01 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 1972 м², приймаємо 20 вогнегасників.

Складські приміщення, де зберігаються легко летючі матеріали, обладнані пристроями для тушіння пожеж, установками дощового та виходи на випадок евакуації.

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

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

Для запобігання пожежі необхідно дотримуватися правил пожежної безпеки та правил експлуатації електроустаткування. Застосування рідин, які легко займаються, та летючих рідин допускається тільки у витяжних шафах.

Також вагомий внесок у збереження приміщень від пожежі вносить суворе дотримання загальних правил протипожежної безпеки, що встановлені законодавством і діють в спроектованому цеху.

Зміст правил повинен бути викладений на дошках чи об'явах безпосередньо у виробничих та допоміжних приміщеннях цеху. В нашому випадку надзвичайною ситуацією може бути пожежа. Вона відноситься до надзвичайних ситуацій техногенного характеру.

					ФЛз71мп.7105.1110.000	Арк.
						132
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Горіння може бути гомогенним та гетерогенним. В даному випадку пожежа може характеризуватись гетерогенним горінням. За швидкістю поширення полум'я горіння поділяється на дефлаграційне, вибухове та детонаційне.

В даному випадку може виникнути дефлаграційне горіння, при якому швидкість полум'я в межах декількох м/с.

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).

Відповідальні особи перед закриттям приміщення проводять ретельний огляд. Перекривають воду та обезструмлюють усі установки.

Ключі здають черговому вахтеру.

Якщо пожежа трапилась, потрібно виконувати наступні правила:

- не створювати паніки;
- чітко усвідомлювати порядок виходу з приміщень;
- допомагати іншим робітникам в разі необхідності.

12.8 Забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях

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

НС техногенного характеру - транспортні аварії (катастрофи), пожежі, вибухи, аварії з викиданням (загрозою викидання) небезпечних та шкідливих хімічних та радіоактивних речовин, раптове руйнування споруд; аварії в електроенергетичних системах, системах життєзабезпечення, системах зв'язку та телекомунікацій, на очисних спорудах, у системах нафтогазового промислового комплексу, гідродинамічні аварії та ін.;

НС природного характеру - небезпечні геологічні, метеорологічні, гідрологічні явища, деградація ґрунтів чи надр, пожежі у природних екологічних системах, зміни стану повітряного басейну, інфекційна

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						133
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

захворюваність та масове отруєння людей, інфекційні захворювання свійських тварин, а саме сільськогосподарських, масова загибель диких тварин, ураження сільськогосподарських рослин хворобами та шкідниками і т. ін.;

НС соціально-політичного характеру, пов'язані з протиправними діями терористичного і антиконституційного спрямування: збройні напади, захоплення і силове утримання важливих об'єктів або реальна загроза здійснення таких акцій; збройні напади, захоплення і силове утримання атомних електростанцій або інших об'єктів атомної енергетики або реальна загроза здійснення таких акцій; замах на життя керівників держави та народних депутатів України; напад, замах на життя членів екіпажу повітряного або морського (річкового) судна, викрадення (спроба викрадення), знищення (спроба знищення) таких суден; захоплення заручників з числа членів екіпажу чи пасажирів, установлення вибухового пристрою у багатолюдних місцях, установі, організації, на підприємстві, у житловому секторі, на транспорті; зникнення або викрадення зброї та небезпечних речовин з об'єктів їх зберігання, використання, перероблення та під час транспортування; виявлення застарілих боєприпасів, аварії на арсеналах, складах боєприпасів та інших об'єктах військового призначення з викиданням уламків, реактивних та звичайних снарядів, нещасні випадки з людьми та ін. [1].

В разі пожежі безпечну евакуацію людей забезпечують евакуаційні виходи. На рис. 12.3 представлено план евакуації з приміщення.

НС військового характеру, пов'язані з наслідками застосування звичайної зброї або зброї масового ураження, під час яких виникають вторинні чинники ураження населення, що визначаються окремими нормативними документами і тому в цьому класифікаторі не деталізовані, а зазначені на найвищому рівні деталізації в угрупованні з кодом 40000 "НС воєнного характеру".

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						134
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

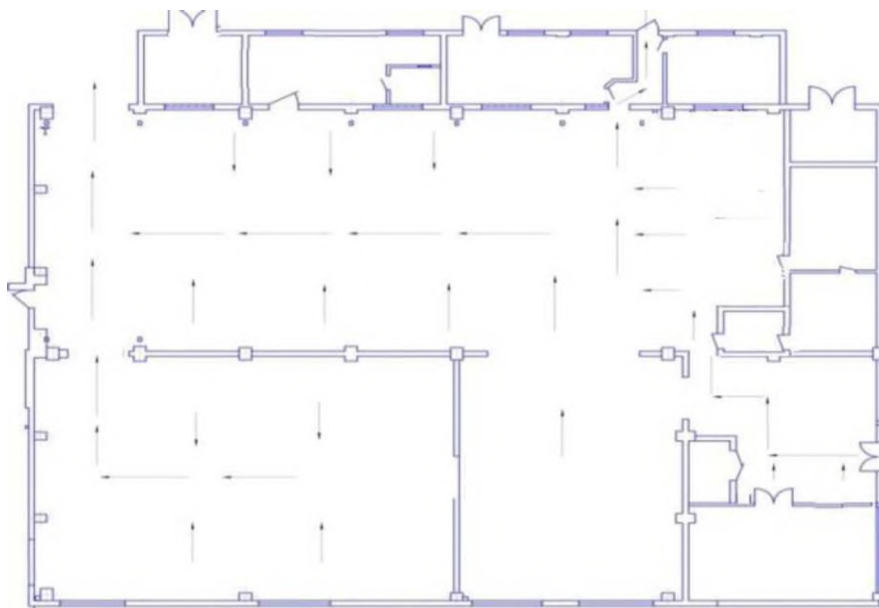


Рисунок 12.3 – План евакуації цеху

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. За швидкістю поширення полум'я горіння поділяється на дефлаграційне, вибухове та детонаційне. При дефлаграційному горінні швидкість полум'я в межах декількох м/с.

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).

Відповідальні особи перед закриттям приміщення проводять ретельний огляд. Перекривають воду та обезструмлюють усі установки. Ключі здають черговому вахтеру.

Якщо пожежа трапилась, потрібно виконувати наступні правила:

- не створювати паніки.
- чітко усвідомлювати порядок виходу з приміщень.
- допомагати іншим робітникам в разі необхідності.

13 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

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:

Федоров Г.Є. (к.т.н., доц.)

Генератор ідей та виконавець:

Прудкий О.В. (студент)

13.2 Назва проекту

«Біоніка Технолоджіз»

13.3 Короткий опис проекту

Ідея проекту полягає в створенні функціональних протезів з композитних матеріалів за вартістю, яку держава може оплатити інваліду. На даному етапі ми маємо прототип біоелектричного протезу кисті руки і плануємо розширювати горизонти функціонального протезування інших частин тіла крім кисті. Щоб поширити попит людей високотехнологічним продуктом залишивши позаду нинішніх експертів цієї галузі з їх застарілими методами, в цьому нам допоможе недавній технологічний прогрес людства.

За видом проект відноситься до проектів «новий продукт на існуючий ринок».

					ФЛз71мп.7105.1110.000		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Прудкий О.В.			РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ		
Перевір.		Федоров Г.Є.					
Н. Контр.							
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Аркушів
						136	
					НТУУ «КПІ» ІФФ, ФЛз-71мп		

13.4 Бізнес-модель

У нашому володінні є приміщення 400кв яке хочемо обладнати під фабрику виробництва і центр реабілітації, центр який ми облаштуємо необхідною технікою для виробництва протезів і культіпріємних гільз.

B2G - де ми проводимо клієнта від мірок кукси до виготовлення персонального культіпріємника, навчанню управлінням протеза, постановкою протеза, виконання гарантійних зобов'язань, технічне обслуговування.

B2B - де ми поставляємо наші протези на протезно-ортопедическіе центри, які самі займаються підгонкою культіпріємника, навчанням роботи з протезом, виконання технічного обслуговування.

Клієнт дізнається про компанії з всеукраїнського каталогу протезних виробів після відвідування МСЕК / або ж з мас-медіа.

Цінний продукт

Ми виробляємо біонічну кисть руки, а так само ведемо розробку культіпріймальної гільзи і культіпріймальника, щоб ампутант міг пройти з нами від початку до кінця протезування. Ми робимо все можливе щоб ампутант зміг отримати протез безкоштовно, за рахунок компенсації від держави.

Канали збуту

Використовуються прямі канали збуту. Безпосередній контакт з потенційними покупцями через візити на підприємства та презентації товару. Контакт через тематичні та галузеві виставки та конференції. Збут через інтернет-ресурси (інтернет-магазин), послуги компаній перевізників.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						137
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Взаємодія з споживачами

Підтримка інформаційних інтернет-ресурсів: сайт проекту, блог новин проекту, інтернет-магазин, пошукова оптимізація, реклама на інших сайтах і веб-сторінках, використання безкоштовних дошок оголошень, банерна реклама. Підтримка клієнтів через E-mail/сайт. Застосування «програми лояльності» до клієнтів (гарантійні зобов'язання).

Дохід (монетизація)

Отримання доходу з продажу готових виробів основної номенклатури та індивідуальних замовлень.

Ключові види діяльності

Виробництво виробів. Наукова діяльність. Маркетингова діяльність.

Ключові ресурси

Матеріальні – шихтові матеріали, феросплави. Технологія виробництва – лиття під тиском. Охоронні документи (патенти). Науково-технічні працівники.

Витрати

Витрати на оренду промислових потужностей. Витрати на ресурсозабезпечення, логістику, маркетинг, підтримку інтернет-ресурсів.

13.5 Споживчі властивості товару

Переваги перед закордонними зразками - в ціні, що виступає головним фактором. Перед вітчизняними - це біонічний принцип роботи,

					ФЛз71мп.7105.1110.000	Арк.
						138
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

футуристичний зовнішній вигляд, безліч хватів, зворотний зв'язок, ампутант може відчувати за допомогою вібрації мікродвигуна що він щось стискає і як сильно він це робить, для утримання тендітних предметів. Використання електронних компонентів в створенні протеза. Використання адитивних технологій і технологій 3D сканування.

13.6 Дослідження ринку

Розміри ринку визначили за допомогою кількості коштів виділених державою на протезування (Україна), це 150млн грн в рік, якщо 7% людей із загальної кількості ампутантів в рік мають висічення 1/3, 2/3 передпліччя, лучезапястного суглоба - це наші клієнти, це 10 млн 500 тис грн на рік.

13.7 Дослідження конкурентного оточення

Прямах конкурентів на Україні у нас немає. Є запозичені німецькі, Великобританський, американські бионические руки, такі як bebionic (rslSteeper), michelangelo (OttoBock), I-limb, I-digit (TouchBionics). Мінуси в тому, що вони дуже дорогі і немає можливості сервісного обслуговування на території України, а так само, дорогі комплектуючі та необхідність щорічно відправляти протез в Німеччину і тд на діагностику. У цей час близько місяця людина ходить без протеза. У Росії є прямі конкуренти створюють дешеві бионические протези компанії MaxBionic, Motorica. Де перший має цікавий продукт але немає прозорості та вартості яка буде коштувати близько 8000 \$ ймовірно, motorica - не має прототипу такої готовності як у нас і явно поступається нашому протезу.

Більшою мірою використовуються косметичні протези, які теж коштують недешево, вони виробляються "handmade", з цього такі дорогі, т.к майстер витрачає багато часу на їх створення, у них є явні мінуси: вони

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						139
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

брудняться, вони статичні - виконують тільки функцію емуляцію зовнішнього вигляду.

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

На поточному етапі існування проекту фінансовий план у необхідному обсязі не прораховувався.

Збираємося продавати по макс. сумі держ. компенсації, близько 55000 грн за протез. На протязі 5 років збираємося зарекомендувати себе на території нашої країни, а також розширити свою продукцію за кордон. На протязі 5 років випустити повний спектр протезів для рук, ніг і поставляти в нашій країні тільки нашою компанією, як найбільш технологічною і самої бюджетної. На протязі 5 років очікуємо продажі протезу кисті на території України:

- 1 рік – 6...15 тис. грн.
- 2 рік – 90 тис. грн.
- 3 рік – 180 тис. грн.

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						140
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 4 рік – 180 тис. грн.
- 5 рік – 180 тис. грн.

180 тис. грн – це макс. бюджет який може виділити держава на протезування кисті.

13.10 Резюме

Не бачу ризиків через високого рівня нашої роботи, а так само настільки низькою ціною, де в графі "ціна-якість" нам немає рівних. Єдиний ризик я бачу тільки в тому випадку, якщо біоінжиніринг і біотехнології дозволять вирощувати власні кінцівки на місці відсутніх.

Наш клієнт це люди ампутанти з видаленням передпліччя 1/3, 2/3.

Ми вирішуємо проблему доступних біонічних протезів, закордонні зразки коштують від 30,000 \$ до 50,000 \$ і ще стільки ж обходиться установка і супутні цьому послуги. Повний цінник утворює собою суму в 100,000.00 \$

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000	Арк.
						141
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

Використовування в ливарному комплексі сучасного вітчизняного устаткування дає можливість застосовувати прогресивні технічні процеси виготовлення виливків.

У чавунному відділенні виготовляються виливки з сірого чавуну у разових піщаних об'ємних формах за сучасною високопродуктивною технологією. Стрижні виконані з компонентів європейської якості. Завдяки обраному методу виготовлення форм «по-сирому» відсутня операція сушіння форм, що скорочує цикл виготовлення виливків, підвищує продуктивність цеху, а також відпадає необхідність у додаткових печах для сушки форм.

У відділенні лиття алюмінієвих сплавів під тиском використовується сучасне продуктивне обладнання високої точності, що дозволяє отримувати виливки з високою точністю, якістю й шорсткістю поверхні, а також збільшити вихід придатного литва.

Економічні розрахунки підтверджують правильність виконаного проекту цеху і вибору технологічних процесів виготовлення виливків із сплавів чавуну та алюмінію.

Ливарний комплекс на випуск 11000 т литва за рік, з яких 9000 т литва чавунного відділення та 1000 т – алюмінієволиварного відділення, може бути рекомендований для впровадження у виробництво.

					ФЛз71мп.7105.1110.000				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВКИ				
Розроб.		Прудкий О.В.							
Перевір.		Федоров Г.Є.							
Н. Контр.									
Затверд.					НТУУ «КПІ» ІФФ, ФЛз-71мп				

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Логинов И. З. Проектирование литейных цехов. – Минск: Высшая шк., 1975. – 320 с.
2. Проектирование литейных цехов и заводов, под ред. В. М. Шестопала – т.2. – М.: Машиностроение, 1974. – 294 с.
3. Фанталов Л. И., Кноре Б. В., Четвертухин С. И. Основы проектирования литейных цехов и заводов. – М.: Машиностроение, 1979. – 376 с.
4. Справочник молодого литейщика. – 3-е изд., перераб. и дополн. М.: Высшая школа, 1991. – 319 с.
5. Дорошенко С. П., Ващенко К. И. Наливная формовка. – К.: Высшая школа. Главное издательство, 1980. – 176 с.
6. Матвеев И. В., Тарский В. Л. Оборудование литейных цехов. – М.: Машиностроение, 1976. – 440 с.
7. Чунаев М. В. Анализ факторов эффективности автоматических дробеметных установок. Литейное производство, 1965, №12.
8. Проектирование литейных цехов: Учебное пособие / Б.Ф. Туманский-К.:УМК ВО, 1992. – 192 с.
9. Г.Є. Федеров, М.М. Ямшинський, В.Г. Могилатенко, І.М. Гурія, І.О. Шинський. Проектування ливарних цехів. Підручник. Частина 1. Київ НТУУ «КПІ», 2011. – 586 с.
10. Г.Є. Федеров, М.М. Ямшинський, В.Г. Могилатенко, І.М. Гурія, І.О. Шинський. Проектування ливарних цехів. Підручник. Частина 2. Київ НТУУ «КПІ», 2011. – 314 с.

					ФЛз71мп.7105.1110.000				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Літ.	Арк.	Аркушів	
Розроб.		Прудкий О.В.							
Перевір.		Федоров Г.Є.					143		
						НТУУ «КПІ» ІФФ, ФЛз-71мп			
Н. Контр.									
Затверд.									

11. Справочник проектировщика, Под ред. И. Г. Староверова – 4.2. – М.: Стройиздательство, 1978. – 509 с.
12. Методическое издание по проектированию вентиляции в сборочно – сварочных цехах в дипломных проектах Сост. Иванчук Д. Ф., Степанов А. Г., Сабарно Р. В. – К.: КПИ, 1979. – 67 с.
13. Методическое указание к экономической части дипломных проектов Сост. Кривда В. И., Елтышев В. Н. – К.: КПИ, 1981. – 22 с.
14. Сперанский Б. С., Туманский Б. Ф. Охрана окружающей среды в литейном производстве. – К.: Высшая школа. 1985. – 80 с.
15. Житецький В. Ц., Джигирей В. С., Сторожук В. М. та ін. Практикум із охорони праці. Навчальний посібник за ред. Житецького. – Львів, Афіша, 2000. – 352 с.
16. Фанталов Л. И., Кнорре Б. В., Четвертухин С. И. Основы проектирования литейных цехов и заводов. - М.: Машиностроение, 1979. - 376 с.
17. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Сторожук В.М. та ін. Практикум із охорони праці. Навчальний посібник / За ред. канд. техн. наук, доцент В.Ц.Жидецького – Львів, Афіша, 2000 – 352 с.
18. Сафронов В. Я. Справочник по литейному оборудованию.- М.: Машиностроение, 1985. – 320 с.

					ФЛз71мп.7105.1110.000	Арк.
						144
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					ФЛЗ71мп.7105.1110.000						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Прудкий О.В.			ДОДАТКИ			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Федоров Г.Є.								145	
								НТУУ «КПІ» ІФФ, ФЛЗ-71мп			
Н. Контр.											
Затверд.											