

**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 «Дунаєвецький ливарний завод» з розробленням технологій лиття»

Виконав студент VI курсу, групи ФЛ-71мп

Савощенко Гліб Володимирович _____

Керівник: доц., к.т.н., доц. **Ямшинський М.М.** _____

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. **Глущенко Я.І.** _____

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

Рецензент: к.т.н., доц. **Доній О.М.** _____

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
Савощенко Глібу Володимировичу**

1. Тема дисертації «Ливарний комплекс «Дунаєвецький ливарний завод» з розробленням технологій лиття», науковий керівник дисертації Ямшинський М.М., 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 840 т придатних виливків за рік. 4.4. Номенклатура виливків ливарного цеху масою до 100 кг – 30 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. 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 | Глуценко Я.І., доцент | | |
| Нормоконтроль | Федоров Г.Є., доцент | | |

8. 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

Г.В. Савощенко
М.М. Ямшинський

Пояснювальна записка до магістерської дисертації

на тему: Ливарний комплекс «Дунаєвецький ливарний завод» з
розробленням технологій лиття

Київ – 2018 року

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТА ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

Завданням даної магістерської дисертації є проектування та організація роботи ливарного цеху Дунаєвецького ливарно-механічного заводу, розроблення технологічного процесу виготовлення виливків «Форсунка евольвентна» масою 11,5 кг із чавуну марки СЧ20 та «Гвинт» масою 3,39 кг із сталі марки 40ХЛ, проектування ливарного устаткування, розроблення розділів з організації та економіки виробництва, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, стартапу, яке має виконувати наступні завдання та задовольняти вимогам:

- для проектування ливарного цеху використовувати номенклатуру виливків, яка наведена в табл. 1.1;
- потужність відділення що проектується складає 840 т придатних виливків на рік;
- максимально автоматизація і механізація технологічних процесів та окремих операцій;
- місце розташування цеху м. Дунаївці;

Основні джерела забезпечення роботи ливарного цеху:

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

| | | | | | | | | |
|----------|--------------|----------|--------|------|---|--------------|-------|---------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.00ПЗ | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТА ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ | Літера | Аркуш | Аркушів |
| Розроб. | Савощенко | | | | | 6 | | |
| Перев. | Ямшинський | | | | | | | |
| Н.контр. | Федоров Г.Є. | | | | | | | |
| Затверд. | | | | | | ІФФ, ФЛ-71МП | | |

РЕФЕРАТ

Обсяг магістерської дисертації: 160 сторінок, 14 рисунків, 51 таблиця, 11 креслень, 1 додаток, 25 бібліографічних найменувань за переліком посилань.

Мета магістерської дисертації – розробка технологічного процесу виготовлення виливків “Форсунка евольвентна” та “Гвинт” та організація роботи ливарного цеху Дунаєвецького ливарно-механічного заводу, який здатен забезпечити випуск 840 тон придатних виливків на рік.

Об'єкт проектування – технологічний процес виготовлення виливка з чавуну марки СЧ20 «Форсунка евольвентна» масою 11,5 кг литтям у разові об'ємні піщано-глинясті форми та виливка зі сталі марки 40ХЛ «Гвинт» масою 3,39 кг литтям у моделі, що газифікуються.

Галузь використання – машинобудування, авіабудування тощо.

У магістерській дисертації також проведено основні розрахунки організаційно-економічних чинників та приділено увагу захисту навколишнього середовища та покращенню санітарно-гігієнічних умов робочого місця за рахунок використання останніх досягнень у галузі охорони праці.

ВИЛИВОК, ЧАВУН, ПІЩАНО-ГЛИНИСТА ФОРМА, ПЛИТА МОДЕЛЬНА, СУМІШ ФОРМУВАЛЬНА, ЛИВАРНИЙ ЦЕХ, СТАЛЬ, МОДЕЛІ ЩО ГАЗИФІКУЮТЬСЯ, ІНЕРЦІЙНА РЕШТКА.

| | | | | | | | | |
|----------|------|--------------|--------|------|--------------------------|--------------|-------|---------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | РЕФЕРАТ | Літера | Аркуш | Аркушів |
| Розроб. | | Савощенко | | | | | 7 | 160 |
| Перев. | | Ямшинський | | | | | | |
| Н.контр. | | Федоров Г.Є. | | | | | | |
| Затверд. | | | | | | ІФФ, ФЛ-71МП | | |

ABSTRACT

Volume of the master's dissertation: 160 pages, 14 figures, 51 tables, 11 drawings, 1 supplement, 25 bibliographic titles in the list of references.

The purpose of the master's thesis is to develop the technological process of making castings "Spray Gate" and "Gvint" and organize the foundry works of the Dunaevetsky Foundry and Mechanical Plant, which is capable of producing 840 tons of suitable castings per year.

The object of the design is the technological process of manufacturing castings of cast iron of the mark CЧ20 «Spray gun» with a weight of 11,5 kg by casting in one-time volumetric sand-clay molds and rolling out of steel 40XL «Screw» weighing 3,39 kg casting in the model, which gasifies.

The field of use is mechanical engineering, aircraft engineering, and the like.

The Master's dissertation also carried out basic calculations of organizational and economic factors and paid attention to the protection of the environment and the improvement of the sanitary and hygienic conditions of the workplace through the use of recent advances in the field of occupational safety.

CASTING, CAST IRON, SAND FORM, PLATE MODEL, SUMMER FORMING, FINE PIPE, STEEL, MODELS WHICH GAS, INVERTEBRATE.

| | | | | | | | | |
|-----------------|---------------------|-----------------|---------------|-------------|--------------------------|---------------|--------------|----------------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | | | |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | ABSTRACT | <i>Літера</i> | <i>Аркуш</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Розроб.</i> | <i>Савощенко</i> | | | | | | 8 | 160 |
| <i>Перев.</i> | <i>Яминський</i> | | | | | | | |
| <i>Н.контр.</i> | <i>Федоров Г.Є.</i> | | | | | | | |
| <i>Затверд.</i> | | | | | | ІФФ, ФЛ-71МП | | |

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ ТА СКОРОЧЕНЬ..... | 12 |
| ВСТУП..... | 13 |
| 1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ | 14 |
| 1.1 Виробнича програма..... | 14 |
| 1.2 Характеристика виробництва і вибір технології виготовлення | 14 |
| вилітків тип і структура цеху..... | 14 |
| 2 РЕЖИМ РОБОТИ ЦЕХУ ТА ФОНДИ ЧАСУ | 20 |
| 3 РОЗРАХУВАННЯ ВИРОБНИЧИХ ВІДДІЛЕНЬ ЦЕХУ..... | 22 |
| 3.1 Розрахування плавильного відділення..... | 22 |
| 3.2 Розрахування формувальньо-складально-заливально-вибивального відділення..... | 27 |
| 3.3 Розрахування стрижневого відділення..... | 30 |
| 3.4 Розрахування сумішоприготувального відділення..... | 35 |
| 3.5 Розрахування відділення фінішних операцій..... | 38 |
| 3.6 Дільниця спеціального виду литва..... | 40 |
| 4 ДОПОМІЖНІ ВІДДІЛЕННЯ, ДІЛЬНИЦІ ТА СЛУЖБИ ЦЕХУ | 42 |
| 5 СКЛАДСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО..... | 43 |
| 6 ВНУТРІШНЬОЦЕХОВИЙ ТРАНСПОРТ..... | 45 |
| 7 ЕНЕРГЕТИЧНА ЧАСТИНА | 46 |
| 8 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА | 49 |
| 8.1 Елементи конструкції будівлі..... | 49 |
| 8.2 Побутові і адміністративно-службові приміщення..... | 50 |
| 8.3 Опалення і вентиляція..... | 50 |
| 9 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКА | 51 |

| | | | | | | | | | | |
|----------------|---------------------|----------------------|---------------------|-----------------|--------------------------|--|--|---------------|--------------|----------------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | | | | | |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | ЗМІСТ | | | <i>Літера</i> | <i>Аркуш</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Розроб.</i> | <i>Савощенко Г.</i> | <i>Ямшинський М.</i> | <i>Федоров Г.С.</i> | <i>Затверд.</i> | | | | 9 | 160 | ІФФ, ФЛ-71МП |

| | |
|--|-----|
| 9.1 Розроблення технології виготовлення деталі «Форсунка евольвентна»..... | 51 |
| 9.2 Розроблення технології виготовлення деталі «Вінт»..... | 82 |
| 10 ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНОГО УСТАТКОВУВАННЯ..... | 91 |
| 10.1 Призначення машини та межі її використання..... | 91 |
| 10.2 Кінематична схема машини..... | 91 |
| 10.3 Розрахунок основних технологічних та конструктивних параметрів решітки..... | 93 |
| 10.4 Правила експлуатації машини..... | 98 |
| 11 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА..... | 100 |
| 11.1 Організаційни розділ..... | 100 |
| 11.2 Визначення обсягів капітальних вкладень в цех, що проектується..... | 104 |
| 12 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ..... | 117 |
| 12.1 Заходи щодо запобігання непередбачених викідів..... | 118 |
| 12.2 Аналіз мікроклімату..... | 119 |
| 12.3 Розрахунок освітлення..... | 121 |
| 12.4 Випромінювання..... | 126 |
| 12.5 Джерела шуму..... | 127 |
| 12.6 Загазованість та запилення..... | 128 |
| 12.7 Електробезпека..... | 131 |
| 12.8 Протипожежна безпека..... | 133 |
| 12.9 Захист навколишнього середовища..... | 135 |
| 12.10 Безпека виготовлення вилівка «Форсунка евольвентна»..... | 136 |
| 12.11 Забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях..... | 137 |
| 13 БІЗНЕС-ПРОЕКТ..... | 139 |
| 13.1 Команда..... | 139 |
| 13.2 Назва проекту..... | 139 |
| 13.3 Короткий опис проекту..... | 139 |

| | |
|--|-----|
| 13.4 Бізнес модель..... | 140 |
| 13.5 Споживачі властивості товару..... | 142 |
| 13.6 Дослідження ринку..... | 143 |
| 13.7 Дослідження конкурентного оточення..... | 143 |
| 13.8 Маркетингова стратегія просування..... | 143 |
| 13.9 Елементи фінансового плану..... | 143 |
| ВИСНОВКИ..... | 147 |
| ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ..... | 148 |
| ДОДАТКИ..... | 150 |

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ,
ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

ПГС- піщано-глиняста суміш;
 ХТС – холоднотвердіюча суміш;
 Н – ньютон, с – секунда;
 мм – міліметр;
 см – сантиметр;
 хв. – хвилина;
 год. – година;
 ° – градус;
 L – довжина;
 В – ширина;
 Н – висота;
 Нр – розрахунковий металостатичний напір;
 Qв – маса вилівка;
 Qд – маса деталі;
 Р – підймальна сила;
 τ – тривалість заливання форми;
 δ – переважаюча товщина стінки вилівка;
 ДСТУ – Державний стандарт України;
 ГОСТ – Міждержавний стандарт, мова російська.

| | | | | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--|---------------|--------------|----------------|-----|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | Літера | Аркуш | Аркушів | |
| Розроб. | | Савощенко Г. | | | ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ | | | | |
| Перев. | | Ямшинський М. | | | | | | 12 | 160 |
| Н.контр. | | Федоров Г.С. | | | | | | | |
| Затверд. | | | | | | | | | |
| | | | | | | ІФФ, ФЛ-71МП | | | |

ВСТУП

На даний момент в більшості розвинених країн ливарне виробництво є одним із найважливіших галузей економіки. Воно є основою заготівельної бази машинобудування.

На сьогоднішній день річний обсяг виробництва виливків в світі перевищує 80 мільйонів тонн. Маса литих деталей в машинах складає в середньому від 40 до 80 %, а вартість і трудомісткість їх виготовлення – приблизно 25% всіх витрат на виріб.

Завдання даної дисертації – ливарний комплекс «Дунаєвецький ливарний завод» з розробленням технологій лиття».

При виконанні дисертації розроблені питання вибору оптимальних технологічних процесів, високопродуктивного устаткування, розміщення устаткування і транспортних засобів з виключенням перетинання вантажопотоків, а також покращення умов праці в цеху, організації і економіки виробництва.

| | | | | | | | | |
|-----------------|----------------------|-----------------|---------------|-------------|--------------------------|---------------|--------------|----------------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | | | |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | ВСТУП | <i>Літера</i> | <i>Аркуш</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Розроб.</i> | <i>Савоценко Г.</i> | | | | | | 13 | 160 |
| <i>Перев.</i> | <i>Ямшинський М.</i> | | | | | | | |
| <i>Н.контр.</i> | <i>Федоров Г.С.</i> | | | | | | | |
| <i>Затверд.</i> | | | | | | | | |
| | | | | | | ІФФ, ФЛ-71МП | | |

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

1 Виробнича програма

Задачею даної дисертації є проектування ливарного комплексу Дунаєвецького ливарно-механічного заводу потужністю 840 тонн придатних виливків за рік.

Цех, заданий для проектування, відноситься до ливарних цехів дрібносерійного виробництва, Маса виливків – від 0,9 кг до 85 кг. Номенклатуру виливків наведено в табл. 1.1, а точну виробничу програму цеху – в табл. 1.2

1.2 Характеристика виробництва і структура цеху

Цех призначений для виробництва виливків із чавунів та сталей марок СЧ20, СЧ25, ВЧ40, 40ХЛ. В цеху виливки виготовлятимуться за двома технологіями. Виливки зі сплавів СЧ20 та СЧ25 виготовлятимуться за методом лиття у піщано-глинясті форми. Виливки зі сплавів ВЧ40 та 40ХЛ будуть виготовлятися при литті за моделями, що газифікуються. Потужність цеху 840 тон придатного литва за рік. За характером виробництва цех відноситься до цехів дрібносерійного виробництва, який має номенклатуру в 30 найменувань. Цех виготовляє виливки низької та середньої складності.

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

| | | | | | | | | |
|-----------|------|----------------|--------|------|---|------|------|---------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Савошенко Г.В, | | | АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЦТВА, ВИБІР ТИПУ І СТРУКТУРИ ЦЕХУ | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Перевір. | | Ямшинський М. | | | | | 14 | 160 |
| Н. Контр. | | Федоров Г.Є | | | <i>ІФФ, ФЛ-71мп</i> | | | |
| Затверд. | | Ямшинський М. | | | | | | |

Таблиця 1.1- Номенклатура виливків ливарного цеху

| Індекс деталі | Код деталі | Найменування деталі | Матеріал виливка | Маса виливка, кг | Кількість деталей на один виріб, шт. | Маса виливків на 1 виріб | Габаритні розміри | | | Режим термічного оброблення |
|---------------|------------------|---------------------|------------------|------------------|--------------------------------------|--------------------------|-------------------|--------|--------|--|
| | | | | | | | довжина | ширина | висота | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | 32.04.00.01-024 | Повзун | 40ХЛ | 1,4 | 2 | 2,8 | 150 | 40 | 20 | Нормалізація (860-880°С) + Відпуск (580-650°С) |
| 2 | 33.04.00.01-027 | Заглушка | 40ХЛ | 1,2 | 1 | 1,2 | Ø100 | Ø100 | 25 | |
| 3 | 213.01.02.01-00 | Стакан | 40ХЛ | 2,6 | 2 | 5,2 | Ø150 | Ø150 | 60 | |
| 4 | 33.01.00.01-013 | Підкладка | 40ХЛ | 2,5 | 4 | 10 | Ø250 | Ø250 | 10 | |
| 5 | 213..01.00.16-00 | Шків | 40ХЛ | 7,8 | 1 | 7,8 | Ø220 | Ø220 | 35 | |
| 6 | 26.03.04.01-019 | Ролик | 40ХЛ | 1,5 | 1 | 1,5 | 158 | 118 | 30 | |
| 7 | 08.02.00.01-021 | Кронштейн | 40ХЛ | 8,0 | 2 | 16 | 310 | 75 | 35 | |
| 8 | 34.10.01.01-000 | Патрубок | 40ХЛ | 6,5 | 2 | 13 | Ø150 | Ø150 | 200 | |
| 9 | 22.01.00.05-000 | Фланець 1 | 40ХЛ | 1,3 | 4 | 5,2 | Ø250 | Ø250 | 3 | Відпал (900-950°С) + Відпуск (700°С) |
| 10 | 32.00.00.02-023 | Фланець 2 | 40ХЛ | 1,5 | 4 | 6 | Ø250 | Ø250 | 5 | |
| 12 | 34.11.00.02-014 | Гвинт | 40ХЛ | 3,8 | 4 | 15,2 | Ø95 | Ø95 | 135 | |
| 11 | 32.19.01.06-005 | Ричаг | ВЧ400-15 | 1,7 | 1 | 1,7 | 280 | 180 | 25 | |
| 13 | 34.10.00.02-004 | Кришка редуктора | ВЧ400-15 | 1,2 | 1 | 1,2 | Ø100 | Ø100 | 25 | |
| 14 | 34.10.00.04-008 | Втулка | ВЧ400-15 | 0,9 | 2 | 1,8 | Ø60 | Ø60 | 40 | |
| 15 | 33.00.00.02-026 | Поршень | ВЧ400-15 | 5,5 | 4 | 22 | Ø140 | Ø140 | 175 | |
| 16 | 34.00.00.07-008 | Перехідник | ВЧ400-15 | 3,5 | 1 | 3,5 | 150 | Ø220 | Ø180 | |
| 17 | 34.01.00.01-016 | Корпус підшипника | ВЧ400-15 | 7,0 | 4 | 28 | Ø200 | Ø200 | 40 | Відпал (520-570°С) |
| 18 | 32.00.00.01-039 | Корпус редуктора | ВЧ400-15 | 2,8 | 1 | 2,8 | 158 | 118 | 30 | |
| 19 | 32.01.00.02-004 | Вантаж | СЧ20 | 25,0 | 1 | 25 | 300 | 120 | 100 | |
| 20 | 213.01.04.01-01 | Форсунка | СЧ20 | 11,5 | 2 | 23 | 405 | 256 | 180 | |
| 21 | 32.01.00.01-010 | Станина | СЧ20 | 78,0 | 1 | 78 | 350 | 230 | 200 | |
| 22 | 34.10.00.03-001 | Опора | СЧ20 | 32,0 | 2 | 64 | 550 | 260 | 50 | |
| 23 | 25.03.04.08-005 | Основа | СЧ25 | 28,0 | 1 | 28 | 620 | 280 | 150 | |
| 24 | 34.06.00.01.-014 | Колосник 1 | СЧ25 | 24,4 | 10 | 244 | 550 | 300 | 30 | |
| 25 | 34.09.00.02-006 | Колосник 2 | СЧ25 | 33,0 | 4 | 132 | 500 | 250 | 30 | |
| 26 | 31.01.00.02-043 | Плита | СЧ25 | 85,0 | 1 | 85 | 640 | 280 | 50 | |
| 27 | 213.01.00.02-00 | Барабан | СЧ20 | 25,0 | 2 | 50 | Ø300 | Ø200 | 70 | |
| 28 | 34.06.00.02-006 | Коліно | СЧ20 | 22,0 | 1 | 22 | 280 | 250 | 180 | |
| 29 | 34.09.00.06-007 | Диск | СЧ20 | 23,0 | 2 | 46 | Ø300 | Ø200 | 60 | |
| 30 | 37.01.06.01-106 | Маховик | СЧ20 | 37,0 | 1 | 37 | Ø260 | Ø160 | 50 | |

ФЛ71МП.71МН1.110.000.ПЗ

Арк.

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

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

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

- виробничі відділення:

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

- допоміжні:

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

- склади:

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

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71мн.71мн11.1110.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 16 |

Таблиця 1.2 – Точна виробнича програма

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

ФДЛ71МП.71МП1.1110.000.ПЗ

| 2-а група Лиття за моделями що газифікуються | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|-------------------|----------|------|-----|---|-------|--------|---------|----|-------|--------|--------|---------|
| Виливки із сталі 40ХЛ | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | 32.04.00.01-024 | Повзун | 40ХЛ | 1,26 | 1,4 | 2 | 0,003 | 7448 | 10,428 | 10 | 828 | 1,159 | 8276 | 11,586 |
| 2 | 33.04.00.01-027 | Заглушка | 40ХЛ | 1,08 | 1,2 | 1 | 0,001 | 3724 | 4,469 | 10 | 414 | 0,497 | 4138 | 4,966 |
| 3 | 213.01.02.01-00 | Стакан | 40ХЛ | 2,34 | 2,6 | 2 | 0,005 | 7448 | 19,366 | 10 | 828 | 2,152 | 8276 | 21,518 |
| 4 | 33.01.00.01-013 | Підкладка | 40ХЛ | 2,25 | 2,5 | 4 | 0,010 | 14897 | 37,242 | 10 | 1655 | 4,138 | 16552 | 41,380 |
| 5 | 213..01.00.16-00 | Шків | 40ХЛ | 7,02 | 7,8 | 1 | 0,008 | 3724 | 29,049 | 10 | 414 | 3,228 | 4138 | 32,276 |
| 6 | 26.03.04.01-019 | Ролик | 40ХЛ | 1,35 | 1,5 | 1 | 0,002 | 3724 | 5,586 | 10 | 414 | 0,621 | 4138 | 6,207 |
| 7 | 08.02.00.01-021 | Кронштейн | 40ХЛ | 7,2 | 8,0 | 2 | 0,016 | 7448 | 59,587 | 10 | 828 | 6,621 | 8276 | 66,208 |
| 8 | 34.10.01.01-000 | Патрубок | 40ХЛ | 5,85 | 6,5 | 2 | 0,013 | 7448 | 48,415 | 10 | 828 | 5,379 | 8276 | 53,794 |
| 9 | 22.01.00.05-000 | Фланець 1 | 40ХЛ | 1,17 | 1,3 | 4 | 0,005 | 14897 | 19,366 | 10 | 1655 | 2,152 | 16552 | 21,518 |
| 10 | 32.00.00.02-023 | Фланець 2 | 40ХЛ | 1,35 | 1,5 | 4 | 0,006 | 14897 | 22,345 | 10 | 1655 | 2,483 | 16552 | 24,828 |
| 12 | 34.11.00.02-014 | Гвинт | 40ХЛ | 3,42 | 3,8 | 4 | 0,015 | 14897 | 56,608 | 10 | 1655 | 6,290 | 16552 | 62,898 |
| Всього: | | | | | | | 0,084 | 100553 | | | 11173 | | 111726 | 347,178 |
| Виливки із чавуну ВЧ40 | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 32.19.01.06-005 | Ричаг | ВЧ400-15 | 1,53 | 1,7 | 1 | 0,002 | 3724 | 6,331 | 10 | 414 | 0,703 | 4138 | 7,035 |
| 13 | 34.10.00.02-004 | Кришка редуکتора | ВЧ400-15 | 1,08 | 1,2 | 1 | 0,001 | 3724 | 4,469 | 10 | 414 | 0,497 | 4138 | 4,966 |
| 14 | 34.10.00.04-008 | Втулка | ВЧ400-15 | 0,81 | 0,9 | 2 | 0,002 | 7448 | 6,704 | 10 | 828 | 0,745 | 8276 | 7,448 |
| 15 | 33.00.00.02-026 | Поршень | ВЧ400-15 | 4,95 | 5,5 | 4 | 0,022 | 14897 | 81,932 | 10 | 1655 | 9,104 | 16552 | 91,036 |
| 16 | 34.00.00.07-008 | Перехідник | ВЧ400-15 | 3,15 | 3,5 | 1 | 0,004 | 3724 | 13,035 | 10 | 414 | 1,448 | 4138 | 14,483 |
| 17 | 34.01.00.01-016 | Корпус підшипника | ВЧ400-15 | 6,3 | 7,0 | 4 | 0,028 | 14897 | 104,278 | 10 | 1655 | 11,586 | 16552 | 115,864 |
| 18 | 32.00.00.01-039 | Корпус редуکتора | ВЧ400-15 | 2,5 | 2,8 | 1 | 0,003 | 3724 | 10,345 | 10 | 414 | 1,149 | 4138 | 11,494 |
| Всього: | | | | | | | 0,061 | 52139 | | | 5793 | | 57932 | 252,326 |
| Всього 2-а група: | | | | | | | 0,145 | 152692 | | | 16966 | | 169658 | 599,504 |
| Всього: | | | | | | | 0,979 | 159950 | | | 17772 | | 177722 | 839,826 |

ФЛ71МЦ.71МЦ1.1110.000.ПЗ

Зм.

Арк.

№ док.ум.

Підпис

Дата

18

Арк.

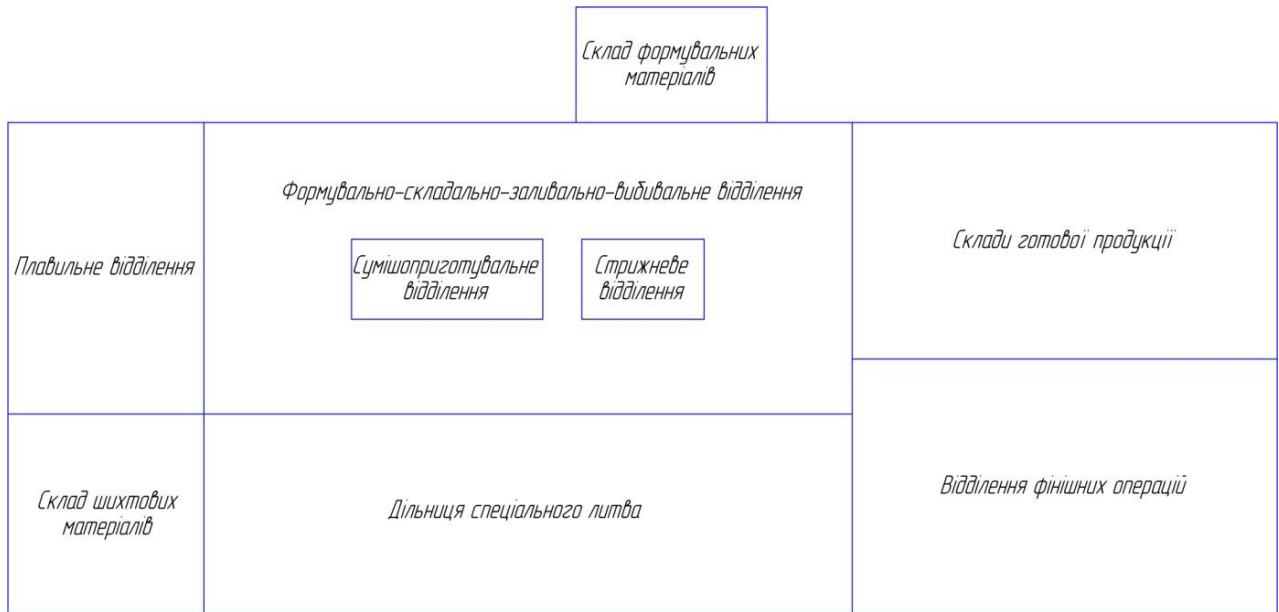


Рисунок 1.1 – Схема технологічного компонування ливарного цеху

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 19 |

2 РЕЖИМ РОБОТИ УСТАТКУВАННЯ ТА РОБІТНИКІВ

Для роботи Дунаєвецького ливарно-механічного заводу потужністю 840 тонн придатних виливків найоптимальнішим на початок запуску підприємства є однозмінний паралельний режим.

Далі встановлюємо фонди часу роботи устаткування та робітників.

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

– Φ_n - номінальний, Φ_n , час, протягом якого може виконуватися робота за прийнятним режимом, без урахування планових і непередбачуваних утрат часу. З урахуванням святкових і вихідних днів рік має 250 робочих днів. За однозмінного режиму роботи робочого номінальний фонд становить

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

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

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

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

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

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

| | | | | | | | | |
|-----------|------|----------------|--------|------|---|------|------|---------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Савошенко Г.В, | | | РЕЖИМ РОБОТИ УСТАТКУВАННЯ ТА РОБІТНИКІВ | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Перевір. | | Ямшинський М. | | | | | 20 | 160 |
| Н. Контр. | | Федоров Г.Є | | | <i>ІФФ, ФЛ-71мп</i> | | | |
| Затверд. | | Ямшинський М. | | | | | | |

Таблиця 2.1-Режим роботи ливарного цеху та річні фонди часу

| Інд. поз. | Найменування відділень дільниць, тип устаткування | Кількість робочих змін на добу | Дійсний річний фонд часу, год | |
|-----------|---|--------------------------------|-------------------------------|------------|
| | | | устаткування | робітників |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Плавильне відділення з дільницею підготовки шихти , GW-1-750/1JJ | 1 | 1900 | 1840 |
| 2 | Формувальне відділення з дільницею підготовки формувальної суміші, ливарний конвеєр на базі формувальних машин FOROMAT 40 | 1 | 1840 | 1840 |
| 3 | Стрижневе відділення із складами зберігання стрижнів і стрижневих ящиків, стрижнева машина Mono 25, інерційно-ударна вибивна гратка IP -120 | 1 | 1880 | 1840 |
| 4 | Сумішоприготувальне відділення з бункерами відстійниками, котковий змішувач з вертикальнообертливими катками 1A11, лопатевий змішувач безперервної дії моделі 19611 | 1 | 1840 | 1840 |
| 5 | Відділення фінішних операцій, галтувальний очисного барабан безперервної дії 4133, стаціонарний шліфувальний круг | 1 | 1860 | 1840 |
| 6 | Дільниця термічного оброблення, камерна термічна піч з висувним подом СДО 10.20.8/12 | 2 | 3760 | 1840 |
| 7 | Допоміжні служби | 1 | 1900 | 1840 |

| | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | 21 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ | | | | |

3 РОЗРАХУВАННЯ ВИРОБНИЧИХ ВІДДІЛЕНЬ ЦЕХУ

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

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

Допоміжне устаткування та необхідна кількість оснащення мають забезпечити безперебійну роботу основного технологічного устаткування.

3.1 Розрахування плавильного відділення

Вихідними даними для розраховування плавильного відділення є кількість рідкого металу кожної марки ливарних сплавів, необхідна для забезпечення виробничої програми. Для плавлення чавунів та сталей марок СЧ20, СЧ25, ВЧ40, 40ХЛ використовуємо індукційну піч GW-1-750/1JJ місткістю 1т.

3.1.1 Складання балансу металу за марками сплавів, що виплавляються

Виробництво виливків у цеху, що проектується, здійснюють із чавуну та сталей марок: СЧ20, СЧ25, ВЧ40, 40ХЛ. Виливки мають масу від 0,9 до 85 кг.

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

Баланс металу наведено в табл. 3.1.

| | | | | | | | | |
|-----------|------|----------------|--------|------|--|---------------------|------|---------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Савошенко Г.В. | | | РОЗРАХУВАННЯ ВИРОБНИЧИХ ВІДДІЛЕНЬ ЦЕХУ | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Перевір. | | Ямшинський М. | | | | | 22 | 160 |
| Н. Контр. | | Федоров Г.Є | | | | <i>ІФФ, ФЛ-71мп</i> | | |
| Затверд. | | Ямшинський М. | | | | | | |

Таблиця 3.1 - Баланс металу

| Індекс позиції | Дільниця | Придатне литво | | Ливники, брак | | Рідкий метал | | Угар | | Металозавалка | | Клас шихти | Спосіб плавлення | Тип плавильного агрегату |
|----------------|----------|----------------|--------|---------------|--------|--------------|---------|------|-------|---------------|---------|------------|------------------|--------------------------|
| | | % | т/рік | % | т/рік | % | т/рік | % | т/рік | % | т/рік | | | |
| 1 | СЧ20 | 70 | 99,36 | 25 | 35,48 | 95 | 134,84 | 5 | 7,10 | 11 | 141,94 | 1 | Індукційна піч | GW-1-750/1JJ |
| 2 | СЧ25 | 70 | 140,96 | 25 | 50,35 | 95 | 191,30 | 5 | 10,07 | 15 | 201,37 | 1 | | |
| 3 | ВЧ400-15 | 60 | 252,33 | 35 | 147,19 | 95 | 399,52 | 5 | 21,02 | 31 | 420,55 | 1 | | |
| 4 | 40ХЛ | 60 | 347,18 | 35 | 202,52 | 95 | 549,70 | 5 | 28,93 | 43 | 578,63 | 1 | | |
| Разом | | | 839,83 | | 435,54 | | 1275,36 | | 67,12 | | 1342,49 | | | |

ФДТІМП.7ІМШІ.1110.000.ПЗ

Зм. Арк. № докум. Підпис Дата

3.1.2 Розрахування необхідної кількості плавильних агрегатів.

Розрахування плавильних агрегатів здійснюємо за кількістю рідкого металу, необхідного для виконання річної програми випуску придатних виливків з урахуванням витрат на ливникові системи та брак.

Визначаємо годинну потребу в рідкому металі, тобто продуктивність плавильного відділення за формулою 3.1:

$$Q_{\text{пв}} = V \cdot K_{\text{н}} / \Phi_{\text{д}}, \quad (3.1)$$

де V – кількість рідкого металу, що виплавляється в цеху, т/рік;

$K_{\text{н}}$ – коефіцієнт нерівномірності виплавляння та використання металу, для серійного виробництва приймаємо $K_{\text{н}} = 1,2 \dots 1,3$;

$\Phi_{\text{д}}$ – дійсний річний фонд часу роботи устаткування, тобто плавильних печей, год.

$$Q_{\text{т}} = \frac{1275,36 \times 1,2}{1900} = 0,8 \text{ т}$$

Місткість печі визначаємо за формулою $Q_{\text{п}} = 2,5 \cdot Q_{\text{т}} = 2,5 \cdot 0,8 = 1,6 \text{ т}$

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

Для плавлення чавунів та сталей марок СЧ20, СЧ25, ВЧ40, 40ХЛ використовуємо індукційну піч GW-1-750/1JJ місткістю 1т. Продуктивність печі дорівнює 0,9 т/год.

Кількість печей визначаємо за формулою :

$$N = \frac{V_{\text{р}} \cdot K_{\text{н}}}{\Phi_{\text{о}} \cdot q}, \quad (3.2)$$

де $V_{\text{р}}$ - кількість рідкого металу з урахуванням металу на власні потреби, т/рік;

$K_{\text{н}}$ – коефіцієнт нерівномірності виплавлення та використання рідкого металу (1,1...1,2);

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | Арк. |
| | | | | | | 24 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Φ_d - дійсний фонд часу роботи печі;

q - продуктивність плавильного агрегату, т/год.

$$N = \frac{1275,36 \times 1,2}{1900 \times 0,9} = 0,89 \text{ шт.}$$

Приймаємо 2 печі, із них одну запасну.

Коефіцієнт завантаження печей визначаємо розділивши розраховану кількість печей на їх прийняту кількість:

$$K_3 = \frac{0,89}{1} = 0,89$$

На основі проведених розрахунків складаємо відомість розрахунку плавильних печей (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 - Розрахунок електропечей

| Дільниця, поточна лінія | Марка сплаву | Потрібна кількість рідкого металу, т/год | Тип печі | Місткість печі, т | Тривалість циклу плавлення, год | Середньогодинна продуктивність, т/год | Кількість електропечей | | Коефіцієнт завантаження печей |
|-------------------------|------------------|--|--------------|-------------------|---------------------------------|---------------------------------------|------------------------|----------|-------------------------------|
| | | | | | | | розрахункова | прийнята | |
| 1 | СЧ20 СЧ25 | 326,14 | GW-1-750/1JJ | 1,0 | 0,85 | 0,8 | 0,89 | 1 | 0,89 |
| 2 | ВЧ400-15 40ХЛ | 949,22 | | | | | | | |
| Всього | | 1275,36 | | | | | | | |

3.1.3 Розрахування необхідної кількості шихти

Розраховуємо шихту для плавлення чавуну та сталей марок СЧ20, СЧ25, ВЧ40 та 40ХЛ.

Таблиця 3.3 - Відомість витрат шихтових матеріалів

| Індекс позиції | Найменування матеріалів шихти | Марка сплавів | | | | | | | | Разом | |
|----------------|-------------------------------|---------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|--------|
| | | СЧ20 | | СЧ25 | | ВЧ40 | | 40ХЛ | | | |
| | | % | т | % | т | % | т | % | т | % | т |
| 1 | Зворот власного виробництва | 25 | 35,6 | 25 | 50,4 | 35 | 147,2 | 35 | 202,5 | 32,6 | 435,7 |
| 2 | Сталевий брухт | 42 | 59,6 | 40 | 80,6 | 36 | 151,4 | 60,2 | 348,3 | 47,6 | 639,9 |
| 3 | Чавунний брухт | 31 | 43,9 | 32,6 | 65,6 | 25 | 105,2 | 3 | 17,4 | 17,2 | 232,1 |
| 4 | Феросиліцій | 1,4 | 2,0 | 1,6 | 3,2 | 1,9 | 8,5 | 0,9 | 5,2 | 1,4 | 18,9 |
| 5 | Феромарганець | 0,6 | 0,8 | 0,8 | 1,6 | 2,1 | 8,8 | 0,9 | 5,2 | 1,2 | 16,4 |
| 6 | Всього | 100 | 141,9 | 100 | 201,4 | 100 | 420,5 | 100 | 578,6 | 100 | 1342,5 |

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 26 |

3.2 Розрахування формувальньо-складально-заливально-вибивального відділення

Відділення складається з одної ділянки, на якій формовка проходить на ливарному конвеєрі на базі формувальних пресово-струшувальних машин FOROMAT 40.

Кількість форм на річну програму наведено в таблиці 3.4.

Розрахунок проводимо з умовами наявності формувальних машин на підприємстві.

Технічна характеристика пресово-струшувальної формувальної машини FOROMAT 40 наведено в таблиці 3.5

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

Заливання форм та охолодження виливків відбувається на конвеєрі. Вибивання виливків із форм виконується на інерційній вибивній гратці IP-120.

Потреба у формувальних машинах для формувального відділення визначається за формулою:

$$P = N_{\phi} / K_{\phi} \cdot q \cdot \Phi_{\text{д}}, \quad (3.4)$$

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

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

q – циклова продуктивність лінії, форм/год.;

Таблиця 3.5 - Технічна характеристика пресово-струшувальної формувальної машини FOROMAT 40.

| Параметр | Найменування |
|------------------------------------|--------------|
| | FOROMAT 40 |
| Робочі розміри стола, мм | |
| довжина x ширина | 1000×800 |
| висота | 250 |
| Циклова продуктивність, форм / год | 30 |

Таблиця 3.5 - Визначення річної кількості форм

| Індекс позиції | Код деталі | Найменування | Матеріал | Маса виливків | | Внутрішній розмір опок, мм | Виливків у формі, шт. | Маса виливків у формі, кг | Форм за рік, шт. | Об'єм форм, м3 | | | |
|---|------------------|--------------|----------|---------------|----------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------------|------------------|----------------|-------------------|--|--------|
| | | | | одного, кг | на річну програму, т | | | | | однієї | на річну програму | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| 1-а група Лиття у піщано-глинясті форми | | | | | | | | | | | | | |
| Виливки із чавуну СЧ20 | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | 32.01.00.02-004 | Груз | СЧ20 | 25,0 | 7,200 | 800×600×100/150 | 8 | 200 | 36 | 0,12 | 69,12 | | |
| 20 | 213.01.04.01-01 | Форсунка | СЧ20 | 11,5 | 6,624 | | 2 | 23 | 288 | | 138,24 | | |
| 21 | 32.01.00.01-010 | Станина | СЧ20 | 78,0 | 22,464 | | 2 | 156 | 144 | | 69,12 | | |
| 22 | 34.10.00.03-001 | Опора | СЧ20 | 32,0 | 18,432 | | 4 | 128 | 144 | | 138,24 | | |
| 27 | 213.01.00.02-00 | Барaban | СЧ20 | 25,0 | 14,400 | | 4 | 100 | 144 | | 69,12 | | |
| 28 | 34.06.00.02-006 | Коліно | СЧ20 | 22,0 | 6,336 | | 4 | 88 | 72 | | 34,56 | | |
| 29 | 34.09.00.06-007 | Диск | СЧ20 | 23,0 | 13,248 | | 4 | 92 | 144 | | 69,12 | | |
| 30 | 37.01.06.01-106 | Маховик | СЧ20 | 37,0 | 10,656 | | 4 | 148 | 72 | | 34,56 | | |
| Всього | | | | | 99,360 | | | | | | 1044 | | 125,28 |
| Виливки із чавуну СЧ25 | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | 25.03.04.08-005 | Основа | СЧ25 | 28,0 | 8,064 | 800×600×100/150 | 2 | 56 | 144 | 0,14 | 69,12 | | |
| 24 | 34.06.00.01.-014 | Колосник 1 | СЧ25 | 24,4 | 70,402 | | 1 | 24,4 | 2880 | | 691,2 | | |
| 25 | 34.09.00.02-006 | Колосник 2 | СЧ25 | 33,0 | 38,016 | | 2 | 66 | 576 | | 276,48 | | |
| 26 | 31.01.00.02-043 | Плита | СЧ25 | 85,0 | 24,480 | | 2 | 170 | 144 | | 69,12 | | |
| Всього | | | | | 140,962 | | | | 3744 | | 449,28 | | |
| Всього 1-а група | | | | | 240,322 | | | | 4788 | | 574,56 | | |

ФЛ771МП.71МП1.1110.000.ПЗ

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

28

Арк.

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

Таблиця 3.6 - Зведена відомість кількості форм

| Поточна лінія (дільниця) | Група виливків за масою, кг | Розмір опок, мм | Річний випуск | | Середньогоди нна кількість форм, шт |
|--------------------------|-----------------------------|-----------------|---------------|-----------|-------------------------------------|
| | | | виливків, т | форм, шт. | |
| 1 | До 100 кг | 800×600×100/150 | 240,32 | 4788 | 4 |

Для потокової лінії на дільниці №1 кількість ліній розраховуємо за формулою 3.4:

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

Приймаємо 2 формувальних машини на перспективи розвитку підприємства та подальшого його розширення .

Розраховуємо коефіцієнт завантаження:

$$K_3 = P_1 / n$$

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

Таблиця 3.7-Кількість формувальних автоматів, машин, ліній

| Потокова лінія або | Група виливків за масою, кг | Внутрішній розмір опок, (L×B×H), мм | Середньогоди нна кількість форм, шт. | Модель формувальної машини | Продуктивність формувальної машини | Кількість формувальних машин | | Коефіцієнт завантаження, K ₃ |
|--------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------------|----------|---|
| | | | | | | розрахована | прийнята | |
| 1 | до 100 | 800×600×100/150 | 4 | FOROMAT 40 | 30 | 0,09 | 2 | 0,045 |

3.3 Розрахування стрижневого відділення

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

Маршрутна технологія, завантаження та обсяг виробництва стрижневого відділення наведено в таблицях 3.8, 3.9, 3.10.

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

Визначаємо середньогодинну кількість стрижнів: $\frac{3168}{1880} = 2$ шт за год.

Необхідну кількість стрижневих машин розраховуємо за формулою:

$$C = \frac{B_p \cdot K_n}{\Phi_d \cdot q}, \quad (3.5)$$

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

q – продуктивність машини (лінії), зйомів/год.

Визначаємо необхідну кількість машин Mono 25 за формулою 3.5:

$$C = \frac{3168 \times 1,2}{1880 \times 30} = 0,05$$

Приймаємо 1 стрижневу машину з урахуванням перспективи розвитку та розширення виробництва.

Коефіцієнт завантаження стрижневої машини:

$$K_3 = \frac{0,05}{1} = 0,05$$

З часом розвитку підприємства, коефіцієнт завантаження буде зростати.

Результати заносимо в таблицю 3.12

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | Арк. |
| | | | | | | 30 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Таблиця 3.8 - Маршрутна технологія та завантаження стрижневого відділення

| Індекс позиції | Код деталі | Найменування деталі | Маса вилівка, кг | Кількість деталей на рік, кг | Загальні | | | | | | | | Програма та устаткування | | |
|----------------|-----------------|---------------------|------------------|------------------------------|-----------|--------------------|-------------------|--------------|----------------------|-------------------------------|--------|--------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | | | | | № стрижня | Кількість стрижнів | | маса стрижня | | габаритні розміри стрижня, мм | | | стрижнів в ящику | зйомів на річну програму | тип та модель устаткування |
| | | | | | | на деталь | на річну програму | одного, кг | на річну програму, т | довжина | ширина | висота | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 20 | 213.01.04.01-01 | Форсунка | 11,5 | 576 | 1 | 1 | 576 | 5,1 | 2,94 | 650 | 300 | 200 | 1 | 576 | Моно 25 |
| 21 | 32.01.00.01-010 | Станина | 78,0 | 288 | 1 | 1 | 288 | 5,8 | 1,67 | 400 | 300 | 250 | 1 | 288 | |
| 22 | 34.10.00.03-001 | Опора | 32,0 | 576 | 1 | 1 | 576 | 3,3 | 1,90 | 300 | 260 | 180 | 1 | 576 | |
| 23 | 25.03.04.08-005 | Основа | 28,0 | 288 | 1 | 1 | 288 | 2,8 | 0,81 | 280 | 130 | 220 | 1 | 288 | |
| 27 | 213.01.00.02-00 | Барабан | 25,0 | 576 | 1 | 1 | 576 | 6,2 | 3,57 | 350 | 70 | 150 | 1 | 576 | |
| 28 | 34.06.00.02-006 | Коліно | 22,0 | 288 | 1 | 1 | 288 | 4,7 | 1,35 | 280 | 40 | 55 | 1 | 288 | |
| 30 | 37.01.06.01-106 | Маховик | 37,0 | 288 | 1 | 1 | 288 | 3,4 | 0,98 | 200 | 150 | 100 | 1 | 288 | |

ФДТТІМП.7ІМШІІ.1110.

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

31

Арк.

Таблиця 3.9 - Обсяг виробництва стрижневого відділення

| Індекс позиції | Код деталі | Найменування деталі | Маса вилівка, кг | Кількість деталей на рік, кг | Стрижні | | | | | Потреба в стрижнях шт. | | | Маса стрижнів на річну програму, т |
|----------------|-----------------|---------------------|------------------|------------------------------|-----------|--------------|-------------------------------|--------|--------|------------------------|-------------------|--|------------------------------------|
| | | | | | № стрижня | маса стрижня | габаритні розміри стрижня, мм | | | на вилівок | на річну програму | річна з урахуванням браку вилівоків і стрижнів | |
| | | | | | | | довжина | ширина | висота | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 20 | 213.01.04.01-01 | Форсунка | 11,5 | 576 | 1 | 5,1 | 400 | 300 | 200 | 1 | 576 | 634 | 3,231 |
| 21 | 32.01.00.01-010 | Станина | 78,0 | 288 | 1 | 5,8 | 400 | 300 | 250 | 1 | 288 | 317 | 1,837 |
| 22 | 34.10.00.03-001 | Опора | 32,0 | 576 | 1 | 3,3 | 300 | 260 | 180 | 1 | 576 | 634 | 2,091 |
| 23 | 25.03.04.08-005 | Основа | 28,0 | 288 | 1 | 2,8 | 280 | 130 | 220 | 1 | 288 | 317 | 0,887 |
| 27 | 213.01.00.02-00 | Барабан | 25,0 | 576 | 1 | 6,2 | 350 | 70 | 150 | 1 | 576 | 634 | 3,928 |
| 28 | 34.06.00.02-006 | Коліно | 22,0 | 288 | 1 | 4,7 | 280 | 40 | 55 | 1 | 288 | 317 | 1,489 |
| 30 | 37.01.06.01-106 | Маховик | 37,0 | 288 | 1 | 3,4 | 200 | 150 | 100 | 1 | 288 | 317 | 1,077 |
| Всього | | | | | | | | | | | 2880 | 3168 | 14,541 |

ФД771МП.71МП1.1110.000.ПЗ

Зм.

Арк.

№ док.ум.

Підпис

Дата

Арк.

32

Таблиця 3.10 – Завантаження устаткування для виготовлення стрижнів

| Індекс | Код деталі | Найменування деталі | № стрижня | Зйомів на річну програму | Тип стрижневої машини, лінії | Продуктивність машини, лінії, зйомів/год | Необхідна кількість стрижневого устаткування, шт | Маса стрижнів на річну програму, т |
|--------|-----------------|---------------------|-----------|--------------------------|------------------------------|--|--|------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 20 | 213.01.04.01-01 | Форсунка | 1 | 634 | Моно 25 | 30 | 1 | 3,231 |
| 21 | 32.01.00.01-010 | Станина | 1 | 317 | | | | 1,837 |
| 22 | 34.10.00.03-001 | Опора | 1 | 634 | | | | 2,091 |
| 23 | 25.03.04.08-005 | Основа | 1 | 317 | | | | 0,887 |
| 27 | 213.01.00.02-00 | Барабан | 1 | 634 | | | | 3,928 |
| 28 | 34.06.00.02-006 | Коліно | 1 | 317 | | | | 1,489 |
| 30 | 37.01.06.01-106 | Маховик | 1 | 317 | | | | 1,077 |

ФДЛ71МП.71МП1.1110.000.Л3

Зм.

Арк.

№ док.ум.

Підпис

Дата

Арк.

33

Таблиця 3.11 - Технічна характеристика стрижневої машини Mono 25.

| Параметр | Числове значення |
|--------------------------------------|------------------|
| Робочі розміри ящика, мм | |
| довжина x ширина | 700 × 600 |
| висота | 500 |
| Циклова продуктивність, зйомів / год | 30 |
| Об'єм піскострельної головки, літрів | 25 |
| Габаритні розміри, мм | |
| довжина x ширина | 3750×3620 |
| висота | 3000 |
| Маса машини, кг | 10000 |

Таблиця 3.12 – Кількість стрижневих ліній, машин

| Потокова лінія або ділянка | Група стрижнів за масою, кг | Кількість стрижнів на рінчу програму, шт. | Середньогодинна кількість стрижнів, шт./год | Модель машини, лінії | Продуктивність, зйомів/год | Кількість ліній, машин | | Коефіцієнт завантаження, К _з |
|----------------------------|-----------------------------|---|---|----------------------|----------------------------|------------------------|----------|---|
| | | | | | | розрахована | прийнята | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | до 10 | 3168 | 2 | Mono 25 | 30 | 0,05 | 1 | 0,05 |

3.4. Розрахування сумішоприготувального відділення

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

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

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

Загальні витрати формувальної та стрижневої суміші визначають під час розрахування формувального і стрижневого відділень, виходячи з об'єму і кількості форм, що виготовляються протягом року, для всієї номенклатури виливків, з відрахуванням об'єму, зайнятого виливками з ливниковими системами і стрижнями. Розраховуємо потрібну кількість формувальної суміші. Результати розрахунку наведено в табл. 3.13

Вибираємо змішувачі неперервної дії моделі 1A11M, технічна характеристика якого представлена в таблиці 3.13

Кількість змішувачів визначаємо за формулою:

$$Z = \frac{P_{ну} \cdot K_n}{\Phi_d \cdot q} \quad (3.6)$$

де: $P_{ну}$ – кількість суміші на річну програму, м³/рік, $P_{ну} = 0,757P_y$;

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

q – продуктивність змішувача, м³/год.

Φ_d – фонд часу сумішоприготувального відділення, год/рік

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | Арк. |
| | | | | | | 35 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

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

ФДЛ71МЦ.71МЦ11.1110.0000.ПЗ

Таблиця 3.12 - Розрахунок витрат формувальної суміші

| Внутрішні розміри опок, мм | Випуск виливків, т/рік | Середня маса виливків у формі, кг | Розрахункова кількість форм на рік | Об'єм однієї форми, м ³ | Розрахований об'єм, м ³ /рік | | | Розраховані витрати суміші, т/рік | |
|----------------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---|--------------|----------|-----------------------------------|--------|
| | | | | | усіх форм | у тому числі | | Усього або єдиної | |
| | | | | | | металу | стрижнів | | суміші |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 800×600×100/150 | 240,32 | 104,3 | 4788 | 0,12 | 574,6 | 33,4 | 8,3 | 532,9 | 852,64 |

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

$$Z = 704 \cdot 2 / (1840 \cdot 3) = 0,25$$

Для виробництва вибираємо змішувачі моделі 1A11M на перспективі розвитку підприємства, технічна характеристика якого представлена в таблиці 3.14.

Таблиця 3.14 – Технічна характеристика змішувача періодичної дії моделі 1A11M.

| Індекс позиції | Найменування параметра | Значення |
|----------------|---|-----------|
| 1 | Продуктивність, м ³ /год. | 3 |
| 2 | Частота обертання, хв ⁻¹ . | 48 |
| 3 | Діаметр чаші, мм | 1500 |
| 4 | Висота чаші, мм | 600 |
| 5 | Діаметр котка | 550 |
| 6 | Витрати стиснутого повітря, м ³ /год | 54 |
| 7 | Зусилля тиску котка, кН | 0,6...1,5 |
| 8 | Габаритні розміри, мм | |
| 9 | Довжина x ширина | Ø1680 |
| 10 | Висота | 2140 |
| 11 | Маса, кг | 2500 |

Коефіцієнт завантаження змішувачів моделі 1A11M: $K_3 = 0,25/1 = 0,25$.

Результати розрахунку кількості змішувачів заносимо до таблиці 3.14

Таблиця 3.15 – Розрахунок кількості змішувачів

| Формувальна машина | Змішувачі | | | | |
|--------------------|-----------|--------------------------------------|-------------|----------|--------------------------------|
| | тип | продуктивність, м ³ /год. | кількість | | коефіцієнт завантаження, K_3 |
| | | | розрахована | прийнята | |
| FOROMAT 40 | 1A11M | 3 | 0,25 | 1 | 0,25 |

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

Приготування ХТС здійснюється на лопатевих змішувачах безперервної дії моделі 19611.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 37 |

Таблиця 3.15 – Технічна характеристика лопатевого змішувача безперервної дії моделі 19611.

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

3.5 Розрахування відділення фінішних операцій

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

Вибивання стрижнів для виливків відбувається на лінії формовки.

Кількість устаткування розраховуємо за формулою:

$$n = Q \cdot K_n / \Phi_d \cdot q, \quad (3.7)$$

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.

Визначаємо кількість галтувальних барабанів для очистки виливків:

$$n = 839,826 \cdot 1,5 / 1860 \cdot 5 = 0,3 .$$

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

Приймаємо 1 галтувальний очисний барабан безперервної дії моделі 4133 з розрахунком на перспективи розвитку підприємства. Технічна характеристика галтувального барабану наведена в табл. 3.15

Таблиця 3.15 – Технічна характеристика галтувального очисного барабану безперервної дії 4133. [1]

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

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

Для виливків із сплавів СЧ20, СЧ25, ВЧ400-15, 40ХЛ передбачена термічна обробка виливків. Для нормалізації виливків приймаємо термічні камерні печі з висувним подом з одночасним навантаженням 8 т .

Розрахунок однотипних термічних печей ведеться за формулою:

$$n = Q \cdot K_n / \Phi_d \cdot P , \quad (3.8)$$

де n – кількість однотипних печей;

Q – маса виливків на річну програму, т;

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

P – продуктивність печі, т/год.

Продуктивність печей періодичної дії розраховуємо за формулою:

$$P = m / t , \quad (3.9)$$

де m – садка печі, т;

t – тривалість циклу термооброблення виливків, год.

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

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 39 |

$$n = 839,8 \cdot 1,1 / 3680 \cdot 0,5 = 0,5$$

$$K_3 = 2,8/3=0,76$$

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

Таблиця 3.16 - Технічна характеристика камерної печі з виїзним подом моделі СДО 10.20.8/12

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

3.6 Дільниця спеціального литва

Для виготовлення виливків методом лиття за газифікованими моделями використовується наступне устаткування:

- підспінюючий пристрій МВП-2;
- автоклав ГП-400;
- вібростіл з розміром робочої плити 800x1200мм.

Відділення лиття за моделями, що газифікуються та яка проектується, поділяється на дільниці: підготовки пінополістиролу (підспінення, задування в прес-форму), виготовлення моделей, складання в блоки та їх фарбування протипригарною фарбою із наступним сушінням, формування блоків моделей у контейнерах на вібростолі, транспортування контейнерів на ливарний конвеєр під заливання, охолодженням та вибиванням форми.

На території відділення передбачені склади або баки для зберігання підспіненого пінополістиролу, складених моделей у блоки перед фарбуванням, а також після фарбування, готових до формування та вакуумних контейнерів [2].

Для виготовлення моделей використовуються ливарний полістирол дрібних фракцій 0,3 мм — 0,9 мм. Полістирол попередньо підспінюється на

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | Арк. |
| | | | | | | 40 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

паровій ванні и просушується. В пресс-форми задувається підспінений полістирол, пресс-форми встановлюють в автоклав и витримують до спікання гранул полістирола. Затем охолоджують и достають готові моделі та фарбують. Після цього відбувається формовка у контейнерах на вібростолі. В якості наповнювача використовується сухий пісок. Після цього контейнери на ливарному конвеєрі подаються на зону заливки.

Таблиця 3.18 – Властивості сухого піску. [3]

| | |
|---------------------------------|--------|
| Форма зерен піску | кругла |
| Об'ємна вага, г/см ³ | 1,5 |
| Кут внутрішнього тиртя | 28,5 |

Таблиця 3.19 - Технічна характеристика пристрою МВП 2 – мінівспінювача полістиролу [4]

| | |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| Продуктивність, м ³ /год | 2...3 |
| Напруга живлення | 50Гц, 380В |
| Енерговикористання, кВт/год | 10...15 |
| Ємність водяного баку, л | 35 |
| Парогенератор | Вбудований, електричні ТЕНи |
| Габаритні розміри, мм | 400×350×1400 |
| Маса, кг | 90 |

Таблиця 3.20 - Технічна характеристика пристрою автоклава ГП-400 [4]

| | |
|--|--------------------|
| Об'єм камери, м ³ | 2...3 |
| Продуктивність встановленого парогенератора, кг/год пара | 50 |
| Розміри робочої камери, мм | 900 × 630 × 710 |
| Висота завантаження, мм | 850 |
| Напруга, В | 380 |
| Встановлена потужність | 43 |
| Габаритні розміри, мм | 1320 × 1000 × 1800 |
| Маса, кг | 900 |

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 41 |

4 ДОПОМІЖНІ ВІДДІЛЕННЯ, ДІЛЬНИЦІ ТА СЛУЖБИ ЦЕХУ

4.1 Цехові комори для зберігання допоміжних матеріалів, інструменту і спецодягу

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

| | | | | | | | | |
|-----------|------|----------------|--------|------|---|------|------|---------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Савошенко Г.В, | | | ДОПОМІЖНІ ВІДДІЛЕННЯ, ДІЛЬНИЦІ ТА СЛУЖБИ ЦЕХУ | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Перевір. | | Ямшинський М. | | | | | 42 | 160 |
| Н. Контр. | | Федоров Г.Є | | | <i>ІФФ, ФЛ-71мп</i> | | | |
| Затверд. | | Ямшинський М. | | | | | | |

5. СКЛАДСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО

Склад шихтових матеріалів знаходиться поряд з плавильним відділенням.

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

Загальна площа складу визначається за формулою:

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

$F_{\text{тех}}$ – площа технологічних ділянок, м²;

$F_{\text{зас}}$ – площа засіків, м²;

$F_{\text{пу}}$ – площа, занята пристроями для подачі матеріалів, м².

Площа засіків для шихти:

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

f – розрахункова площа для окремих компонентів шихти, м². Її розраховуємо за формулою:

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

M – потужність цеху, т/год;

a – норма витрат компоненту шихти від металозавалки, %

b – норма зберігання компоненту шихти, днів;

k – вихід придатного, %;

$\Phi_{\text{д}}$ – річний фонд роботи обладнання, днів

H – висота зберігання компонентів шихти, м.

γ – насипна маса компонентів шихти, т/м³.

| | | | | | | | | |
|-----------|------|----------------|--------|------|----------------------------------|------|------|---------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Савошенко Г.В, | | | СКЛАДСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Перевір. | | Ямшинський М. | | | | | 43 | 160 |
| Н. Контр. | | Федоров Г.Є | | | <i>ІФФ, ФЛ-71мп</i> | | | |
| Затверд. | | Ямшинський М. | | | | | | |

Таблиця 5.1 – Розраховані площі зберігання шихтових матеріалів

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

6 ВНУТРІШНЬОЦЕХОВИЙ ТРАНСПОРТ

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

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

Плавильне відділення обслуговує одна кран-балка вантажопідйомністю 3 тони.

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

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

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

| | | | | | | | | |
|-----------|------|----------------|--------|------|----------------------------------|---------------------|------|---------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | | | |
| | | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | ВНУТРІШНЬОЦЕХОВИЙ ТРАНСПОРТ | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Розроб. | | Савошенко Г.В, | | | | | | |
| Перевір. | | Ямшинський М. | | | | | 45 | 160 |
| | | | | | | <i>ІФФ, ФЛ-71мп</i> | | |
| Н. Контр. | | Федоров Г.Є | | | | | | |
| Затверд. | | Ямшинський М. | | | | | | |

7 ЕНЕРГЕТИЧНА ЧАСТИНА

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

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

Загальні витрати електроенергії цехом визначають за формулою:

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

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

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

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

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

K – коефіцієнт втрат електроенергії у мережі.

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

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

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

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

G_T – річний випуск придатного литва, т / рік.

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

| | | | | | | | | |
|-----------|------|----------------|--------|------|----------------------------------|------|------|---------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Савошенко Г.В, | | | ЕНЕРГЕТИЧНА ЧАСТИНА | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Перевір. | | Ямшинський М. | | | | | 46 | 160 |
| Н. Контр. | | Федоров Г.Є | | | <i>ІФФ, ФЛ-71мп</i> | | | |
| Затверд. | | Ямшинський М. | | | | | | |

Витрати електроенергії на силові установки дорівнюють

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

Розрахування витрат електроенергії на освітлення проводимо за формулою:

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

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

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

F – освітлювальна площа, м²;

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

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

Отже загальна потреба в електроенергії на рік дорівнює:

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

Розрахування витрат стисненого повітря проводимо на річну програму за формулою:

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

де Q_b – річні витрати стисненого повітря на річну програму, м³.

d – витрати стиснутого повітря на 1 т литва, м³.

G_p – випуск виливків за рік, т;

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

$$Q_b = 1,5 \cdot 800 \cdot 840 = 1 \cdot 10^6, \text{ м}^3$$

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

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

де V_b – витрати води на рік, м³;

y – процент вологи у суміші, %;

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

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | Арк. |
| | | | | | | 47 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$V_B = 5 \cdot 1276,5 / 100 = 63,8 \text{ м}^3$$

Витрати води на технологічні потреби визначаємо за формулою:

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

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

G_p – річний випуск виливків, т;

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

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.

Втрати теплоти розраховуємо за формулою:

$$G = V_6 \cdot q, \tag{7.6}$$

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

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

Приймаємо $q = 95 \text{ Вт/м}^3$;

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

Тепло подається у цех у вигляді перегрітої до $150 \text{ }^\circ\text{C}$ пари, трубами та через калорифери.

Витрати природного газу на рік визначаємо за формулою: (при цьому приймаємо, що 1 м^3 природного газу дорівнює $1,17 \text{ кг}$ умовного палива)

$$M = 1,17 \cdot q_r \cdot G_p, \tag{7.7}$$

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

G_p – маса придатного литва на рік, кг.

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

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 48 |

8 БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

8.1 Елементи конструкції будівлі

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

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

Фундамент під колони виконують із залізобетонної ступінчастої конструкції і підколонника.

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

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

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

| | | | | | | | | |
|-----------|------|----------------|--------|------|----------------------------------|---------------------|------|---------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | | | |
| | | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Розроб. | | Савошенко Г.В. | | | | | | |
| Перевір. | | Ямшинський М. | | | | | 49 | 160 |
| | | | | | | <i>ІФФ, ФЛ-71мп</i> | | |
| Н. Контр. | | Федоров Г.Є | | | | | | |
| Затверд. | | Ямшинський М. | | | | | | |

8.2 Побутові і адміністративно – службові приміщення

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

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

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

8.3 Опалення і вентиляція

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

У цеху використовують загальнообмінну і місцеву вентиляції.

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

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

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | Арк. |
| | | | | | | 50 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

9 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКУ

9.1 Розроблення технології виготовлення деталі «Форсунка евольвентна»

9.1.1 Загальна характеристика литої деталі

Деталь «Форсунка евольвентна» застосовують за необхідності грубого розпилювання, вона розрахована на різні витрати рідини залежно від тиску. З огляду на те, що евольвентні форсунки надійні в експлуатації – можуть працювати навіть на оборотній воді – їх широко застосовують під час очищення і охолодження газу.

Виливок «Форсунка евольвентна» за призначенням відноситься до групи виливків невідповідального призначення, відноситься до 3 групи складності.

Матеріал для виготовлення деталі «Форсунка Евольвентна» – чавун СЧ20 ГОСТ 1412-85, склад якого вказана в табл. 9.1, а механічні властивості в табл. 9.2.

Таблиця 9.1 – Склад чавуну марки СЧ20 ГОСТ 1412 – 85

| Fe,% | Si,% | C,% | Mn,% | S,% | P,% |
|------|---------|---------|-------|---------|--------|
| ~92 | 1,4-2,4 | 3,3-3,5 | 0,7-1 | До 0,15 | До 0,2 |

| | | | | | | | | |
|-----------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---|---------------|--------------|----------------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | | | |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Розроб.</i> | | Савощенко Г. | | | РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКУ | <i>Літера</i> | <i>Аркуш</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Перев.</i> | | Ямшинський М. | | | | | 51 | 160 |
| <i>Н.контр.</i> | | Федоров Г.С. | | | | ІФФ, ФЛ-71МП | | |
| <i>Затверд.</i> | | | | | | | | |

Таблиця 9.2 – Механічні властивості чавуну марки СЧ20 ГОСТ 1412 – 85

| Марка сплаву | Тимчасовий опір на розтяг, МПа |
|--------------|--------------------------------|
| СЧ20 | 200 |

Габаритні розміри деталі складають: довжина – 405 мм, ширина – 256 мм, висота – 180 мм. Маса деталі – 11,5 кг.

За масою виливок відносить до 1 групи – дрібні виливки (до 100 кг), за складністю конфігурації відноситься до 3 групи – виливки середньої складності, які виготовляють із використанням стрижнів, за типом ливарного виробництва – до дрібносерійного.

Зовнішню та внутрішню конфігурацію виливка виконуємо за допомогою одного стрижня складної конфігурації стрижнів.

9.1.2 Обґрунтування положення виливка в формі та вибір площини розніму моделі і форми

З урахуванням форми та розмірів, керуючись правилами розташування виливків у формі, виливок розміщуємо горизонтально, основна частина виливка в нижній півформі. Таке положення виливка забезпечує розташування частини виливка в нижній півформі, поздовжні осі виливка в вертикальному положенні, що є бажаним для такого типу виливків, зручність видалення моделей з форми, організація направленої твердіння. Також це положення виливка зручне для підведення металу в порожнину ливарної форми та повного заповнення її.

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

Положення виливка при заливанні показуємо суцільною основною лінією, обмежену стрілками і перпендикулярною до лінії.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 52 |

Схема положення виливка у формі показана на рис 9.1

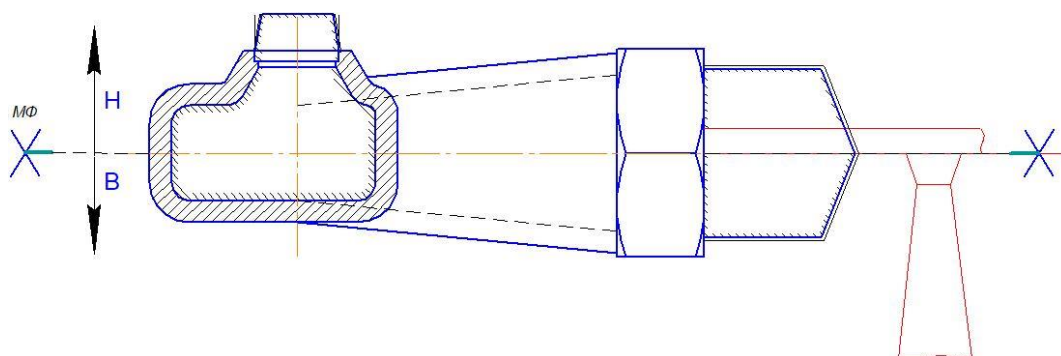


Рисунок 9.1 Схема положення виливка в формі

9.1.3 Усадка сплаву

Усадкою називають зменшення об'єму сплаву під час переходу його з рідкого стану у твердий. Зменшення лінійних розмірів виливка називають ливарною усадкою. Її величина для кожного конкретного виливка залежить від марки сплаву, його конфігурації і податливості форми і стрижнів.

Для виливків з СЧ20 ливарна усадка складає 1,2 % [13].

9.1.4 Припуски на механічне оброблення поверхонь виливка

Припуски на механічне оброблення – це шар металу на виливку, який потрібно видалити з поверхні механічним обробленням, з метою одержання потрібної форми і розмірів деталі, а також заданої шорсткості поверхні.

Припуски на механічне оброблення визначаємо згідно з ГОСТ 26645-85. Обрані параметри записуємо в таблицю 9.3.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 53 |

Таблиця 9.3 Припуски на механічне оброблення.

| | | | | | | | |
|----|---------------------------------------|-------------------|-----|-----|-----|------|------|
| 1 | Тип сплаву | СЧ20 ГОСТ 1412-85 | | | | | |
| 2 | Найбільший габаритний розмір, мм | 405 | | | | | |
| 3 | Клас розмірної точності вилівка | 8 | | | | | |
| 4 | Ступінь жолоблення вилівка | 9 | | | | | |
| 5 | Ступінь точності поверхонь вилівка | 10 | | | | | |
| 6 | Клас точності маси вилівка | 9 | | | | | |
| 7 | Ряд припуску на механічне оброблення | 5 | | | | | |
| 8 | Шорсткість поверхні | 3,2 | 6,3 | 6,3 | 6,3 | 12,5 | 12,5 |
| 9 | Номінальний розмір | 117 | 69 | 125 | 8 | 16 | 123 |
| 10 | Допуск розмірів вилівка, мм | 1,6 | 1,6 | 1,8 | 0,9 | 1,0 | 1,6 |
| 11 | Допуск форми | 0,8 | 0,8 | 1,2 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| 12 | Вид кінцевого оброблення | Чернова | | | | | |
| 13 | Загальний допуск елемента вилівка, мм | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 1,6 | 1,6 | 2,4 |
| 14 | Припуск на механічне оброблення | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 1,6 | 1,6 | 2,0 |

Точність вилівка 8-9-10-9 ГОСТ 26645-85.

Припуск на механічне оброблення, з урахуванням масштабу, зображуємо тонкою лінією червоного кольору.

9.1.5 Визначення кількості та конструкції стрижнів

Для виготовлення вилівка «Форсунка евольветна» використовуємо один стрижень складної конфігурації. За ГОСТ 3212-92 визначаємо параметри знакових частин стрижнів. У стрижня присутні 2 знакових частини.

| | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|--|--|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | | | Арк. |
| | | | | | | | | 54 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |

Формувальні ухили та технологічні зазори вказані на технологічному кресленнику «Форсунка евольвентна» та на рис. 9.2

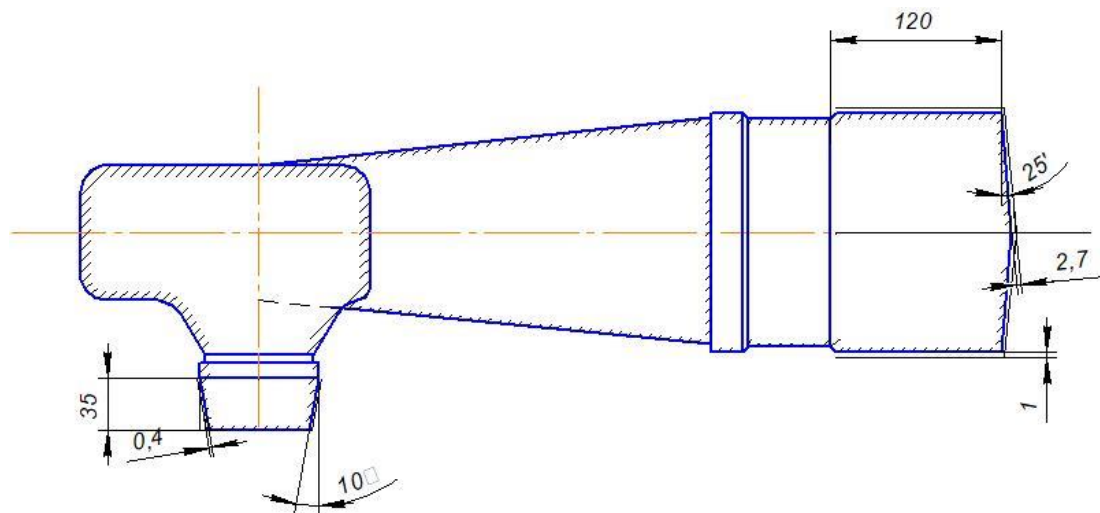


Рисунок 9.2 Схема положення стрижня у формі

Стрижень має складну конфігурацію, тому будемо виготовляти його у 2 стрижневих ящиках, після чого він буде збиратися у формі.

Також позначаємо стрілками напрям ущільнення стрижнів, місця виводу газів із стрижня позначаючи літерами ВГ (вивід газів) згідно з ГОСТ 3.1125-88 [14] (креслення ФЛ71МП.71МП11.1110.003 СК).

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 55 |

9.1.6 Розрахунок розмірів опок

Опока – пристрій, який слугує для утримання формувальної суміші, надання їй міцності та жорсткості, виконання підйомно-транспортних операцій. Точність геометрії і розміри виливків, які вимагаються, особливо у масовому та серійному виробництві, здатність крупних форм витримувати без руйнувань та деформацій значні напруження, які виникають при їх виготовленні, не можуть бути забезпечені без якісних, взаємозамінних, міцних за конструкцією опок [5].

В даній технології у формі розміщено два виливка, підведення металу здійснено по розніму форми (рис 9.3).

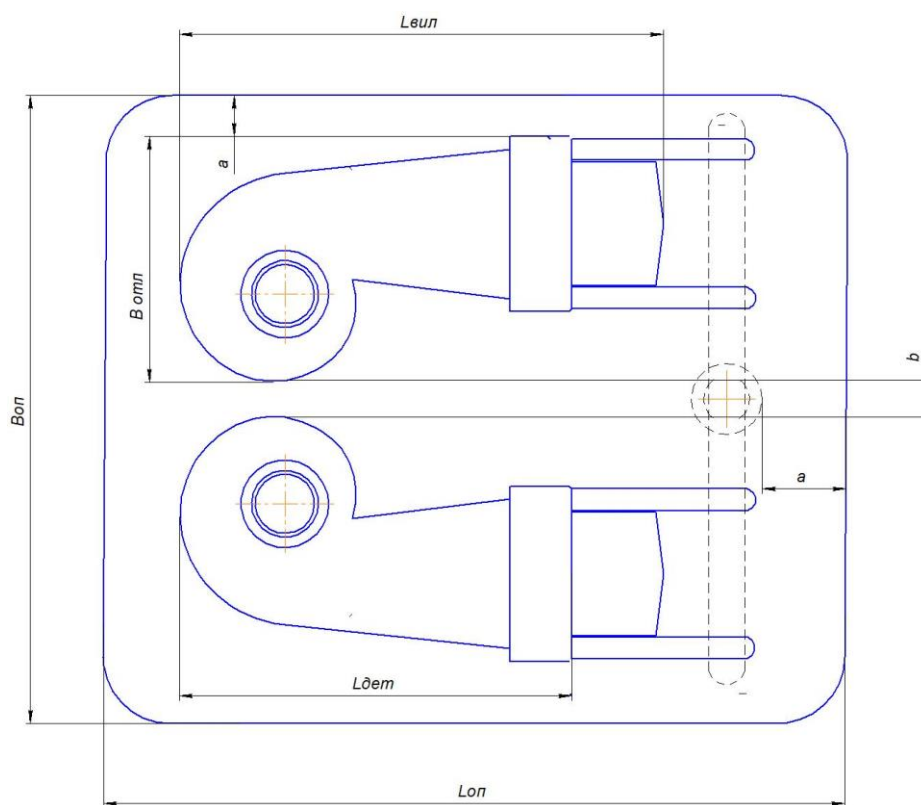


Рисунок 9.3 Схема розрахунку розмірів опок

Розраховуємо довжину опоки. Довжина опоки складає:

$$L_{\text{оп}} = L + a \cdot 2 + B_{\text{шл}} + l_{\text{жив}}, \quad (9.1)$$

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

L – довжина виливка з урахуванням стрижнів, мм;

a – відстань від виливка до стінок опоки, мм;

$B_{\text{шл}}$ – ширина ливникового ходу, мм;

$l_{\text{жив}}$ – довжина живильника, мм.

$$L_{\text{оп}} = 730 + 30 \cdot 2 + 70 + 130 = 990 \text{ мм.}$$

Розраховуємо ширину опоки. Ширина опоки складає:

$$B_{\text{оп}} = 2 \cdot B + a \cdot 2, \quad (9.2)$$

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

B – ширина виливка, мм;

a – відстань від виливка до стінок опоки, мм;

$B_{\text{шл}}$ – ширина ливникового ходу, мм;

$l_{\text{жив}}$ – довжина живильника, мм.

$$B_{\text{оп}} = 2 \cdot 256 + 40 \cdot 2 = 592 \text{ мм.}$$

Визначаємо висоту нижньої опоки за формулою:

$$H_{\text{н}} = K + e, \quad (9.3)$$

де K – висота виливка у нижній пів формі, $K = 105$ мм;

e – відстань від виливка до контр ладу опоки, $e = 40$ мм.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 57 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

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

$$H_n = 105 + 40 = 145 \text{ мм}$$

З урахуванням наявності на підприємстві двох формувальних машин FOROMAT 40 з габаритами робочого столу 1000×800, та економії суміші приймаємо опоки суцільнолиті чавунні за ГОСТ 15004-69 розмірами:

$$L \times B \times h_b / h_n = 800 \times 600 \times 100 / 150 \text{ мм.}$$

Опоки на робочий стіл машини будуть встановлюють за допомогою перехідних каркасів. Опоки мають ручки для транспортування. Скріплення опок здійснюється скобами. Центрування опок здійснюється за допомогою центрувальних і направляючих втулок і штирів.

9.1.8 Конструкція ливникової системи та підведення металу в форму

Однією з важливих умов отримання якісного виливка є правильна конструкція ливникової системи. Враховуючи розміри виливка, товщину стінок, а також масу, застосовуємо ливникову систему з підведенням розплаву по площині рознімання [5].

Технологія підведення металу до виливка показана на рис. 9.3 та на кресленні.

9.1.9 Розрахунок площі перетинів елементів ливникової системи

Розрахунок елементів ливникової системи полягає у визначенні перетинів живильників, шлаковловлювача та стояка у ливарній формі. Оскільки

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 58 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

матеріалом вилівка є чавун марки СЧ20 то використовуємо закриту ливникову систему, найвужчим перетином якої є перетин живильника.

Сумарну площу живильників розраховуємо за формулою:

$$\sum F_{жк} = \frac{1000 \cdot G_{вил}}{\tau \cdot \gamma \cdot \mu \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_p}}, \quad (9.4)$$

де $G_{вил}$ - маса виливків у формі, кг;

τ - час заливання усіх виливків в формі, с; $\tau = 2,2 \cdot \sqrt{G}$, с.

$$\tau = 2,2 \cdot \sqrt{23} = 7,5, \text{с.}$$

μ - коефіцієнт витрат, який характеризує загальний гідравлічний опір металу в формі. Для заливання в сиру форму приймаємо $\mu = 0,42$;

γ - густина рідкого металу, г/см³;

g – прискорення сили тяжіння, см/с².

H_p - розрахунковий металостатичний напір, см.

Масу вилівка розраховуємо за формулою:

$$G_{вил} = n \cdot (G_{дет} + G_{прип}), \quad (9.5)$$

де n – кількість виливків у формі;

$G_{дет}$ - маса деталі, кг;

$G_{прип}$ – маса припусків, кг;

Підставивши значення в формулу (9.5) отримаємо:

$$G_{вил} = n \cdot (11,5 + 0,6) = 24,2 \text{ кг}$$

Розрахунковий металостатичний напір визначаємо за формулою:

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ</i> | Арк. |
| | | | | | | 59 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$H_p = H - \frac{P^2}{2 \cdot C}, \quad (9.6)$$

де H_p – розрахунковий статичний напір металу, см;

H – висота стояка або частини стояка від рівня підведення металу в порожнину форми до верхнього рівня металу у ливниковій чаші, см;

C – висота вилівка без надливів та випорів, см;

P – висота вилівка або частини вилівка вище місця підведення металу в порожнину форми, см.

Підставивши значення в формулу (9.6) отримаємо:

$$H_p = 15 - \frac{9 \cdot 9}{2 \cdot 18} = 12,75 \text{ см}$$

Підставивши всі отримані значення в формулу (9.3) отримаємо:

$$\Sigma F_{ж} = \frac{1000 \cdot 24,2}{10,5 \cdot 7,25 \cdot 0,42 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 12,75}} = 47,9 \text{ см}^2$$

По знайденому значенню перетину живильників знаходимо площу перерізу шлаковловлювача та стояка. Для нейтральної ливникової системи:

$$“F_{ж}” = “\Sigma F_{ш}” = “\Sigma F_c” = 1,0:1,1:1,3$$

На один вилівок йде 2 живильника, загальна сума живильників 4.

Щоб визначити площу перетину кожного живильника потрібно загальну площу поділити на кількість живильників:

$$F_{ж} = \frac{\Sigma F_{ж}}{4} \quad (9.7)$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 60 |

Підставивши значення в формулу отримаємо:

$$F_{\text{ж}} = \frac{47,9}{4} = 11,2 \text{ см}^2$$

Форма перерізу живильника – трапеція, така форма дає полегшення щодо вилучення моделі живильника, далі визначаємо розміри перерізу.

Висоту живильника визначаємо за наступною формулою

$$h_{\text{ж}} = \sqrt{F_{\text{ж}}} , \quad (9.8)$$

де $F_{\text{ж}}$ – площа перетину живильника, см^2 .

Підставивши значення в формулу отримаємо:

$$h_{\text{ж}} = \sqrt{11,2} = 3,3 \text{ см}$$

Площу живильника визначаємо за формулою:

$$F_{\text{ж}} = \frac{a+B}{2} \cdot h_{\text{ж}} , \quad (9.9)$$

де $F_{\text{ж}}$ – площа перетину живильника, см^2 ;

a, B – довжина верхньої та нижньої основи живильника, см ;

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

Підставивши значення в формулу отримаємо:

$$F_{\text{ж}} = \frac{3,2+3,6}{2} \cdot 3,3 = 11,2 \text{ см}^2$$

Остаточний вигляд перетину живильника зображений на рис. 9.4.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 61 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

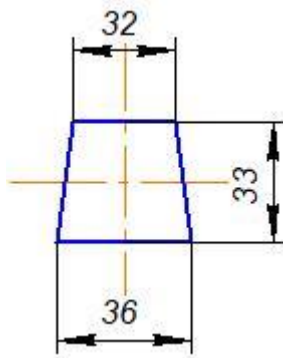


Рисунок 9.4 Вигляд перетину живильника.

Площа перетину шлаковловлювачів становить:

$$\sum F_{\text{шл}} = \sum F_{\text{ж}} \cdot 1,1, \quad (9.10)$$

Підставивши значення в формулу отримаємо:

$$\sum F_{\text{шл}} = 47,9 \cdot 1,1 = 52,7 \text{ см}^2$$

У формі маємо 2 шлаковловлювачі, площа одного шлаковловлювача:

$$F_{\text{шл}} = 52,7 / 2 = 26,35$$

Вигляд перетину шлаковловлювача зображено на рис. 9.5.

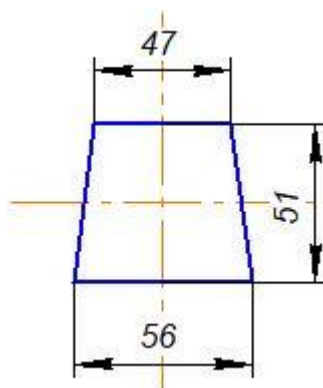


Рисунок 9.5 Вигляд перетину шлаковловлювача

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 62 |

Площа стояка $F_{ст} = 47,9 \cdot 1,3 = 62,27 \text{ см}^2$;

Діаметр стояка розраховуємо за формулою:

$$D_{ст} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{ст}}{\pi}}, \quad (9.11)$$

де $F_{ст}$ – площа перерізу стояка, см^2 .

Підставивши значення в формулу отримаємо:

$$D_{ст} = \sqrt{\frac{4 \cdot 62,27}{3,14}} = 8,9 \text{ см.}$$

Вигляд перетину стояка зображено на рис. 9.6.

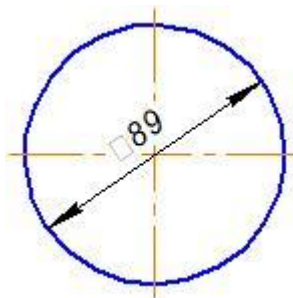


Рисунок 9.6 Вигляд перетину стояка

Кут конусності приймаємо рівним 5° .

9.1.10 Характеристика модельного комплекту

Враховуючи запланований обсяг виробництва, складність конфігурації виливка та те, що виливок не відноситься до відповідального литва, моделі виливка, стрижневих знаків, а також надливів виготовляють з алюмінієвого сплаву марки АК12 ДСТУ2839-94. Порівняно з дерев'яними, такі моделі довговічніші, мають значно вищу точність і сталість розмірів, гладку роботу

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 63 |

поверхню, не деформуються під час зберігання, мають високу зносостійкість та корозійну стійкість.

Для зменшення маси модельного комплексу та економії матеріалу, модель виконуємо порожнистою з товщиною стінки 15 мм ГОСТ 21079-75. Для надання моделі жорсткості у порожнині виконуємо відповідні ребра товщиною 10 мм на всю висоту ГОСТ 21079-75.

За конструкцією обидва стрижневих ящика роз'ємні. Їх виготовляють із двох частин. Площина розніму ящик №1 – вертикальна, ящика №2 – горизонтальна. Робочі розміри ящика 1 - 198×165×155 мм. Робочі розміри ящика 2 - 450×Ø155 мм.

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

Готову модель фарбуємо у відповідності до ГОСТ 3212-92.

Робочі розміри моделей вилівка визначаються за формулою (9.12):

$$\alpha = l_p \cdot (1 + Y/100) + T, \quad (9.12)$$

де l_p – розмір деталі, мм;

Y – усадка вилівка, яка дорівнює 1,2% для даного сплаву, %;

T – припуск на механічну обробку, мм.

Підставивши відповідні значення у формулу (9.12) отримаємо:

$$\alpha_1 = 405 \cdot (1 + 1,2/100) = 410 \text{ мм}$$

$$\alpha_2 = 90 \cdot (1 + 1,2/100) = 91 \text{ мм}$$

$$\alpha_3 = 81 \cdot (1 + 1,2/100) + 2,0 = 83,9 \text{ мм}$$

$$\alpha_4 = 56 \cdot (1 + 1,2/100) = 56,6 \text{ мм}$$

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

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 64 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

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

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

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

Готові моделі фарбуємо у відповідності до ГОСТ 3212-92:

– у червоний колір – модельний комплект, що використовується для виготовлення виливків з чавуну;

– у чорний колір – поверхні стрижневих знаків та інших частин, що не заливаються.

Для виготовлення вилівка «Форсунка евольвентна» модельний комплект складається з наступних елементів:

- модельна плита низу (1 шт);
- модельна плита верху (1 шт);
- модель вилівка (1 шт);
- модель живильника (2 шт);
- модель шлаковловлювача (1 шт);
- модель стояка (1 шт);
- стрижневі ящики №1 (1 шт);
- стрижневі ящики №2 (1 шт).

Для зменшення маси модельного комплекту та економії матеріалу, модель виконуємо порожнистою. Кріплення моделі на модельній плиті здійснюємо болтами М8, центрування моделі на модельній плиті здійснюємо за допомогою центрувальних штифтів.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 65 |

9.1.11 Вибір формувальних та стрижневих сумішей

У даному дипломному проекті для виготовлення форм застосовуємо формувальні суміші по-сирому, а для виготовлення стрижнів застосовуємо холоднотверднучу суміш [6].

Склад та властивості вибраних сумішей заносимо в табл. 9.4 та 9.5.

Формувальна суміш використовується в сучасних технологічних процесах, і має комплекс наступних властивостей: міцність, газопроникність, вогнетривкість, довговічність і тощо, забезпечує високу якість виливків та задану продуктивність машини [6].

Особливістю даної суміші являється мінімальний вміст (до 3 %) високоякісних бентонітів. Такі суміші при мінімальному вмісті вологи (від 3,5 до 4,0 %) мають наступні переваги:

- підвищена чистота поверхні виливків;
- знижений вміст бентоніту, необхідного для отримання заданої міцності суміші;
- полегшену вибиваємість виливків із форм;
- підвищену текучість та піддатливість [6].

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 66 |

Таблиця 9.4 – Склад і властивості формувальної суміші по-сирому

| Вид суміші | Склад суміші, мас.% | | | | | Властивості | | |
|--------------------------|---------------------|---|---|----------------|-----------|-----------------------------|-------------|------------------------------|
| | Оборотна суміш | Кварцевий пісок 2К ₂ О ₂ , ГОСТ 2138-91 | бентоніт, ПІТ ₁ ГОСТ 28177-89 | Мелене вугілля | Мазут | Міцність при стиску, Мпа | Вологість,% | Вміст активного бентоніту |
| Єдина формува льна | 90,0...91,0 | 6...7 | 1,0...2,0 | 1...1,5 | 0,5...0,6 | 0,05...0,07 | 3,5...4,5 | 4,0...0,6 |

Таблиця 9.5 – Склад і властивості ХТС з рідким склом.

| Склад ХТС, мас.% | | | Властивості | | |
|--------------------|---------------------------|-----------------|------------------------|---|---------------|
| Кварцовий пісок | Синтетична смола ОФ-1, | Каталізатор БСК | Газопроникність, од | Міцність після витримки, 10 ⁵ Па | Живучість, хв |
| 97...98 | 1,5...1,8 | 1,0...1,2 | 200...250 | 30...40 | 8...12 |

Для формувальної суміші зв'язувальним компонентом є бентонітова глина ПІТ₁ ГОСТ 28177-89 .

9.1.12 Технологія приготування сумішей

Приготування формувальної суміші здійснюється в змішувачах з вертикальнообертливими катками моделі 1А11.

Послідовність виготовлення суміші:

- з витратних бункерів подаються порції сипких матеріалів, після чого відкривається кран подачі води і відміряється необхідна її порція;
- процес перемішування триває від 4 до 8 хвилин;

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 67 |

– якість змішування перевіряється відбором проб суміші та їх аналізом в лабораторії;

– після аналізу за допомогою кран-балок суміш транспортується до витратних бункерів, встановлених над формувальними блоками.

Приготування ХТС здійснюється на лопатевих змішувачах безперервної дії моделі 19611.

Послідовності введення компонентів у змішувач для приготування стрижневих сумішей:

- завантаження свіжого піску;
- завантаження каоліну;
- перемішування протягом 2 хв;
- завантаження рідкого скла;
- перемішування протягом 5...6 хв.

Міцність та інші властивості формувальних і стрижневих сумішей залежать від послідовності введення компонентів у змішувач [6].

9.1.13 Технологія виготовлення та складання форми

Для виготовлення форм в даному дипломному проекті використовується ливарний конвеєр на базі формувальної машини FOROMAT 40.

На конвеєрі виконуються наступні операції: зіштовхування комплекту пустих півформ з конвеєра, роз'єднання опок, послідовне формування верхньої і нижньої півформи, витяжку моделей, встановлення півформи на конвеєр для постановки стрижнів, складання форм, передавання складених форм на конвеєр, що безперервно рухається, при вантаженні форм вантажами, заливання форм металом, зняття вантажів, охолодження і вибивку форм.

Порядок операцій формування наступний:

- на перфоровану плиту формувальної машини встановлюємо та закріплюємо модельну плиту з моделями;

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 68 |

- встановлюємо опоку, центруємо та фіксуємо відносно модельної плити;
- обдуванням проводимо покриття поверхні моделі та площини рознімання розділовим покриттям;
- затискаємо опоку з модельною плитою та наповнювальною рамкою;
- відкриваємо жалюзі бункера та заповнюємо опоку формувальною сумішшю;
- вмикаємо режим пресування, відбувається ущільнення суміші;
- надлишок суміші зрізуємо;
- виконуємо вентиляційні канали;
- видалення моделі з півформи штифтовим підймачем;
- готова півформа вилучається під заливання.

Паралельно на іншій формувальній машині виконується інша півформа.

Складання форм виконується на ливарному конвеєрі. Встановлюємо стрижні в нижню півформу, накриваємо нижню півформу верхньою за допомогою центрувальних та направляючих штирів.

Таблиця 9.6 - Технічна характеристика машини FOROMAT 40

| Параметр | Модель |
|------------------------------------|------------|
| | FOROMAT 40 |
| Робочі розміри опок, мм | |
| довжина × ширина | 1000×800 |
| висота | 250 |
| Циклова продуктивність, форм / год | 30 |

9.1.14 Технологія виготовлення стрижнів

Для виготовлення вилівка «Форсунка евольвентна» використовуємо 1 стрижень складної конфігурації, який виготовляється з двох частин у двох стрижневих ящиках, які потім кліють.

Для виготовлення стрижня використовуємо піскодувну машину моделі MONO 25. Робочий процес в стрижневій машині відбувається таким чином: при вмиканні машини стрижнева суміш, що знаходиться в лотку живильника, зміщується в приймальну горловину механізму дуття і заповнює гільзу встановлену в середині механізму дуття. Потім натискається пускова кнопка, розміщена на пульті керування, вібратор живильника вмикається і шибер механізму дуття перекриває впускний отвір гільзи. Одночасно зажими притискають стрижневий ящик. Далі в гільзу з сумішшю подається стиснене повітря, і суміш через вдувний отвір в насадці вдувається в стрижневий ящик. Після заповнення ящика і ущільнення суміші подача стисненого повітря зупиняється, а повітря яке залишилося в гільзі викидається в атмосферу [7].

Притискний стіл опускається, ящик розтискається. Стрижневий ящик знімається зі столу машини, з нього виймається стрижень, і цикл повторюється. Після цього готові стрижні подаються на формувальну дільницю.

Стрижневий ящик використовуємо з алюмінієвого сплаву АК7.

9.1.15 Способи попередження пригару з боку форми та стрижнів

Пригар - міцно з'єднаний з поверхнею вилівка шар формувального матеріалу, що утворився від взаємодії металу вилівка з матеріалом форми.

Для запобігання утворенню пригару використовують протипригарну самовисихаючу фарбу (табл. 9.7), фарбуємо стрижень та форму.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 70 |

Таблиця 9.7 – Склад та властивості протипригарної самовисихаючої фарби

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

7.1.16 Шихтові матеріали та їх підготовка

1. Зворот власного виробництва (ливникова система). Повинен бути розділений до необхідних розмірів, очищений від формувальної суміші, стружки. Повинен зберігатися в окремій тарі, не допускаючи змішування з іншими сплавами.

9.1.17 Вибір плавильного агрегату

В якості плавильного агрегату використовуємо плавильний комплекс GW-1-750/1JJ.

Таблиця 9.8 – Технічні характеристики плавильного комплексу GW-1-750/1JJ

| Найменування параметрів, одиниці виміру | Норми |
|--|-----------|
| 1 | 2 |
| 1.Ємність, т | 1,0 |
| 2. Робоча частота, Гц | 1000/500 |
| 3. Потужність, кВт | 750 |
| 4. Продуктивність по розплавленню і перегріву, т / год | 0,9 |
| 5. Робоча напруга, В | 1500/2600 |
| 6. Енергоспоживання, кВт/тн | 720 |

9.1.18 Операції технологічного процесу плавлення

Приготування чавуну СЧ 20 необхідно проводити в наступному порядку:

- в нагрітій до температури 200-300°C тигель печі завантажуюмо відходи власного виробництва до 25% СЧ 20 та інші шихтові матеріали (Шихтові матеріали перед введенням в розплав повинні бути нагріті до температури 200°C)
- доводимо температуру розплаву до 1340°C;
- перемішуємо розплав 1-2 хвилини , зняти шлак з поверхні розплаву, підняти температури до 1360°C. але не вище 1390°C;
- зливають розплавлений метал з печі у чайниковий ковш;
- заливають форму чавуном марки СЧ 20 з чайникового ковша.

9.1.19 Розрахунок температури розплаву перед випусканням його з печі

Температура заливання чавуну залежить від складу сплаву, середньої товщини стінки виливка і найбільшого шляху проходження металу по горизонталі від живильника до протилежного краю виливка. Залежно від переважної товщини стінки виливка 20 мм рекомендована температура заливання виливків із СЧ 20 становить 1300 °С.

При випусканні чавуну з печі на потоці металу втрачається 50...100 °С.

При транспортуванні температура металу знижується в ковшах ємністю до 250 кг на 10...20 °С за хвилину.

Враховуючи падіння температури при випусканні чавуну з печі та час на транспортування ковша (2 хв.), температура чавуна перед випусканням з печі складатиме:

$$t_{\text{вип.}} = t_{\text{зал.}} + 60 + 15 \cdot 2 = 1300 + 60 + 30 = 1390^{\circ}\text{C} \quad (9.12)$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 72 |

де $t_{\text{вип}}$ – температура алюмінію перед випусканням з печі, °С;

$t_{\text{зал.}}$ – температура алюмінію перед заливанням, °С.

9.1.20 Вибивання виливків з ливарної форми та стрижнів з виливка

Залита ливарна форма, яку потрібно вибити, подається на полотно інерційної вибивної решітки IP-120. При обертанні валу виникають відцентрові сили, які при наявності динамічно неврівноважених мас (дебалансів) починають коливати вал і скріплену з ним решітку. Частота коливання решітки рівна частоті обертання валу. В випадку коли форма, що підлягає вибивці стоїть на полотні решітки, вона при русі останньої вверх відривається від неї і піднявшись на деяку висоту, падає на решітку. При ударі відбувається руйнування форми [8].

Технічна характеристика інерційної вибивної решітки наведена в табл. 9.9.

Оптимальна температура виливків при вибивання із форми менше 450...500 °С.

Таблиця 9.9 – Технічна характеристика інерційної вибивної решітки IP-120 [8]

| Найменування параметрів, одиниці виміру | Норми |
|---|-------------|
| 1 | 2 |
| 1. Сила удару, т/с | 2 |
| 2. Амплітуда коливань, мм | 28 |
| 3. Розміри робочої поверхні решітки, мм | 1850 × 1330 |
| 4. Частота обертання вала вібратора, хв ⁻¹ | 147 |
| 5. Електродвигун | B80B4 |
| 6. Загальна маса, кг | 2360 |

9.1.21 Технологічний процес відокремлення елементів ливникової системи, очистка та зачищення виливків

Очистка виливків полягає у видаленні з їх поверхні прилиплої та пригорілої формувальної та стрижневої суміші. Для видалення прилиплої та пригорілої суміші використовуємо 1 галтувальний очисний барабан безперервної дії моделі 4133

Барабан очисний галтувальний 4133 призначений для очистки дрібних виливків в цехах серійного виробництва.

Таблиця 9.10 – Технічна характеристика галтувального очисного барабану безперервної дії 4133. [1]

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

Зачищення виливків відбувається на стаціонарних шліфувальних кругах.

9.1.22 Контроль якості продукції

Контроль якості включає в себе постійний контроль сирих матеріалів та спостереження за виконанням всіх вимог виготовлення форм.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 74 |

Контроль ОТК здійснюється шляхом: періодична перевірка техпроцесу; щоденна перевірка відповідності хімічного аналізу плавки з вимогами креслення даної марки чавуну. Також здійснюється візуальний контроль виливків.

9.1.23 Розрахунок піднімальної сили металу

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

$$P_{\Sigma} = k \cdot (P_{\text{впф}} + P_{\text{ст}} + P_{\text{л.с.}}) - G_{\text{впф}}, \quad (9.13)$$

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

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

$P_{\text{ст}}$ – піднімальна сила, яка діє на стрижні, Н;

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

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

Складові формули (9.13) розраховуємо за наступною методикою:

$$P_{\text{впф}} = V \cdot n \cdot \rho_{\text{м}} \cdot g, \quad (9.14)$$

де V – об'єм тіла тиску, м^3 ;

n – кількість виливків у формі;

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

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

Підставивши значення в формулу (9.14), отримуємо:

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ</i> | Арк. |
| | | | | | | 75 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$P_{\text{впф}} = 0,0016 \cdot 2 \cdot 7250 \cdot 9,81 = 227,6 \text{ Н.}$$

Розраховуємо вагу верхньої півформи:

$$G_{\text{впф}} = (m_{\text{оп}} + m_{\text{сум}}) \cdot g, \quad (9.15)$$

де $m_{\text{оп}}$ – маса верхньої опоки, кг; $m_{\text{оп}} = 81$ кг;

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

$$m_{\text{сум}} = (l_{\text{оп}} \cdot b_{\text{оп}} \cdot h_{\text{оп}} - V_{\text{в}}' \cdot n) \cdot \rho_{\text{сум}}, \quad (9.16)$$

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

$V_{\text{в}}'$ – частина об'єму виливка, яка знаходиться у верхній півформі, м³;

n – кількість виливків у формі;

$\rho_{\text{сум}}$ – щільність формувальної суміші, кг/м³;

$$m_{\text{сум}} = (0,8 \cdot 0,6 \cdot 0,10 - 0,0006 \cdot 2) \cdot 1700 = 79,6 \text{ кг.}$$

Підставивши значення в формулу (9.16), отримуємо:

$$G_{\text{впф}} = (81 + 79,6) \cdot 9,81 = 1575,5 \text{ Н.}$$

Розрахуємо силу тиску на верхню півформу в ливниковій системі:

$$P_{\text{л.с.}} = (b_{\text{ж}} \cdot l_{\text{ж}} \cdot n_{\text{ж}} + b_{\text{лх}} \cdot l_{\text{лх}} \cdot n_{\text{лх}}) \cdot g \cdot H_{\text{р}} \cdot \rho_{\text{м}}, \quad (9.17)$$

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

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

$b_{\text{лх}}$, $l_{\text{лх}}$ – ширина та довжина ливникового ходу, м;

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 76 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$n_{\text{лх}}$ – кількість ливникових ходів;

H_p – металостатичний напір у ливниковій системі, м;

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

ρ_m – щільність рідкого металу, кг/м^3 .

Підставивши значення в формулу (9.17), отримуємо:

$$P_{\text{л.с.}} = (0,03 \cdot 0,12 \cdot 4 + 0,056 \cdot 0,14 \cdot 2) \cdot 9,81 \cdot 0,1275 \cdot 7250 = 1338 \text{ Н.}$$

Розраховуємо піднімальну силу, що діє на стрижні:

$$P_{\text{ст}} = n \cdot (V_{\text{СТ}}^A \cdot \rho_m \cdot g - V_{\text{ст}} \cdot \rho_{\text{сум}} \cdot g), \quad (9.18)$$

де n – кількість стрижнів у формі, шт.;

$V_{\text{СТ}}^A$ – об'єм стрижня, який знаходиться під дією піднімальної сили, м^3 ;

ρ_m – щільність рідкого металу, кг/м^3 ;

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

$\rho_{\text{сум}}$ – щільність стрижневої суміші, кг/м^3 ;

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

$$P_{\text{ст}} = 2 \cdot (0,0035 \cdot 7250 \cdot 9,81 - 0,007 \cdot 1700 \cdot 9,81) = 264,4 \text{ Н.}$$

Таким чином, загальна піднімальна сила:

$$P_{\Sigma} = 1,4 \cdot (227,6 + 264,4 + 1338) - 1575,5 = 986,5 \text{ Н.}$$

Оскільки піднімальна сила має позитивний знак, то потрібно навантажити верхню півформу 100 кг.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 77 |

9.1.24 Розрахунок витрат формувальних матеріалів на тонну придатного
ЛИТВА

Розраховуємо об'єм формувальної суміші в опоці за формулою:

$$V_{\text{фсум}} = V_{\text{ф}} - n_{\text{в}} \cdot V_{\text{в}} - V_{\text{л.с}} - n_{\text{ст}} \cdot V_{\text{ст}}, \quad (9.19)$$

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

$V_{\text{в}}$ – об'єм виливка, м^3 ;

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

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

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

$n_{\text{в}}$ – кількість виливків;

$n_{\text{ст}}$ – кількість стрижнів.

Об'єм форми розрахуємо за формулою:

$$V_{\text{ф}} = l_{\text{ф}} \cdot b_{\text{ф}} \cdot h_{\text{ф}}, \quad (9.20)$$

де $l_{\text{ф}}$, $b_{\text{ф}}$, $h_{\text{ф}}$ – довжина, ширина та висота форми, м.

$$V_{\text{ф}} = 0,8 \cdot 0,6 \cdot 0,25 = 0,12 \text{ м}^3.$$

Розрахуємо об'єм виливка за формулою:

$$V_{\text{в}} = m_{\text{в}} / \rho_{\text{ме}}, \quad (9.21)$$

де $m_{\text{в}}$ – маса виливка, кг;

$\rho_{\text{ме}}$ – густина металу, що заливається, $\text{кг}/\text{м}^3$.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 78 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$V_B = 23 / 7200 = 0,0032 \text{ м}^3.$$

Розрахуємо об'єм ливникової системи за формулою:

$$V_{\text{л.с.}} = m_{\text{л.с.}} / \rho_{\text{ме}}, \quad (9.22)$$

де $m_{\text{л.с.}}$ – маса ливникової системи (з розрахунку на 4 виливка), кг;
 $\rho_{\text{ме}}$ – густина металу, що заливається, кг/м³.

$$V_{\text{л.с.}} = 5 / 7200 = 0,0007 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{ст}} = 0,0093 \text{ м}^3.$$

$$V_{\text{фсум}} = 0,12 - 0,0032 - 0,0007 - 0,0093 = 0,107 \text{ м}^3.$$

Масу формувальної суміші, потрібної для виготовлення 1т придатних виливків розрахуємо за формулою:

$$M_{\text{фсум(на1т)}} = V_{\text{фсум}} \cdot 1000 \cdot \rho_{\text{фсум}} / n_B \cdot m_B, \quad (9.23)$$

де $V_{\text{фсум}}$ – об'єм формувальної суміші в формі, м³;

$\rho_{\text{фсум}}$ – густина формувальної суміші, кг/м³;

n_B – кількість виливків у формі;

m_B – маса виливка, кг.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 79 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$M_{\text{фсум(на 1т)}} = 0,107 \cdot 1000 \cdot 1700 / 2 \cdot 11,5 = 7908 \text{ кг.}$$

Масу стрижневої суміші, потрібної для виготовлення 1 т придатних виливків розрахуємо за формулою:

$$M_{\text{стсум(на 1т)}} = \rho_{\text{ст.с}} \cdot 1000 \cdot n_{\text{ст}} \cdot V_{\text{ст}} / n_{\text{в}} \cdot m_{\text{в}}, \quad (9.24)$$

де $\rho_{\text{ст.с}}$ – густина стрижневої суміші, кг/м³;

$n_{\text{ст}}$ – кількість пар стрижнів у формі;

$V_{\text{ст}}$ – об'єм стрижнів, м³;

$n_{\text{в}}$ – кількість виливків у формі;

$m_{\text{в}}$ – маса виливка, кг.

$$M_{\text{стсум(на 1т)}} = 1700 \cdot 1000 \cdot 1 \cdot 0,007 / 1 \cdot 11,5 = 1034,7 \text{ кг.}$$

9.1.25 Вихід придатного литва

Технологічний вихід придатного литва розрахуємо за формулою:

$$ВП_{\text{техн.}} = n_{\text{в}} \cdot m_{\text{в}} \cdot 100 / (n_{\text{в}} \cdot m_{\text{в}} + m_{\text{л.с}} + n_{\text{в}} \cdot m_{\text{вип}}) \quad (9.25)$$

де $m_{\text{в}}$ – маса виливка, кг;

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

$n_{\text{в}}$ – кількість виливків.

$$ВП_{\text{техн.}} = 1 \cdot 11,5 \cdot 100 / (1 \cdot 11,5 + 2,3) = 83,3 \text{ \%}.$$

Металургійний вихід придатного литва розрахуємо за формулою:

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 80 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$ВП_{мет} = ((100 - У) \cdot (100 - В) \cdot (100 - Б)) \cdot ВП_{техн} / 10^6 \quad (9.26)$$

де $У = 1,2 \%$ – угар чавуну при плавленні в печі;

$В = 1,5\%$ – безповоротні втрати;

$Б = 3\%$ – брак литва при виробництві чавунних виливків.

$$ВП_{мет} = ((100 - 1,2) \cdot (100 - 1,5) \cdot (100 - 3) \cdot 64,1) / 10^6 = 78,6 \%$$

Знаючи металургійний вихід придатного литва, можна розрахувати масу металозавалки на 1 тону придатного литва, за формулою:

$$M_{мз} = 1000 \cdot 100 / ВП_{мет}, \quad (9.27)$$

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

$$M_{мз} = 1000 \cdot 100 / 78,6 = 1272,26 \text{ кг.}$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 81 |

9.2 Розроблення технології виготовлення деталі «Гвинт».

9.2.1 Загальна характеристика литої деталі

Деталь «Гвинт» машин і механізмів, представляє собою циліндричний стрижень з різьбою та неперервним вінтовим ребром. Як елемент конструкції, є деталлю для кріплення, призначена для створювання контролюемого та силового переміщення.

Виливок «Гвинт» за призначенням відноситься до групи виливків відповідального призначення, тобто виливки для деталей, що розраховуються на міцність і працюють в умовах статичних навантажень, нормальних і підвищених температур, агресивних газових і рідких середовищ, а також помірного зносу, відноситься до 3 групи складності.

До цієї деталі пред'являються підвищенні вимоги по точності виконання розмірів і по якості поверхні, так як вона працює в умовах знакозмінних навантажень.

Матеріал для виготовлення деталі «Гвинт» – сталь марки 40ХЛ ГОСТ 977 – 88, масова частка компонентів якого вказана в табл. 9.11, а механічні властивості в табл. 9.12.

Таблиця 9.11 – Хімічний склад сталі марки 40ХЛ ГОСТ 977 – 88

| Fe,% | Si,% | Mn,% | Ni,% | Cr,% | Cu,% | P,% | S,% | C,% |
|------|-----------|-----------|------|-----------|------|---------|---------|-----------|
| 97 | 0.2...0,4 | 0.4...0.9 | 0,3 | 0,8...1,1 | 0,3 | До 0,04 | До 0,04 | 0,35-0,45 |

Таблиця 9.12 – Механічні властивості сталі 40ХЛ ГОСТ 977 – 88

| Марка сплаву | Тимчасовий опір на розтяг, МПа(кгс/мм ²) | Відносне видовження, % не менш | Твердість за Бринелем, НВ |
|--------------|--|--------------------------------|---------------------------|
| 40ХЛ | 690...740 | 19...21 | 206...229 |

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 82 |

Габаритні розміри деталі складають: довжина – 133 мм, ширина – Ø98 мм.
Маса деталі – 3,39 кг.

За масою виливок відносить до 1 групи – дрібні виливки (до 100 кг), за складністю конфігурації відноситься до 3 групи – виливки середньої складності, які виготовляють із використанням стрижнів, і вони мають ребра, за типом ливарного виробництва – до серійного.

9.2.2 Обґрунтування положення виливка в формі та вибір площини розніму моделі і форми

Виливок «Гвинт» виготовляємо методом лиття за моделями, що газифікуються.

Модель має площину розніму, оскільки виготовляється з двох половинок. Форма (контейнер) немає площини розніму – одна з найбільш важливих переваг даного методу лиття – тому що модель виливка не вилучається з форми, а залишається в ній під час заливання рідким металом, а потім газифікується. [9]

9.2.3 Усадка сплаву

Усадкою називають зменшення об'єму сплаву під час переходу його з рідкого стану у твердий. Зменшення лінійних розмірів виливка називають ливарною усадкою. Її величина для кожного конкретного виливка залежить від марки сплаву, його конфігурації і податливості форми і стрижнів.

Для виливків з 40ХЛ ливарна усадка складає 2,2.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 83 |

9.2.4 Припуски на механічне оброблення поверхонь виливка

Припуски на механічне оброблення – це шар металу на виливку, який потрібно видалити з поверхні механічним обробленням, з метою одержання потрібної форми і розмірів деталі, а також заданої шорсткості поверхні.

Припуски на механічне оброблення визначаємо згідно з ГОСТ 26645-85. Обрані параметри записуємо в таблицю 9.13.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 84 |

Таблиця 9.13 – Припуски на механічне оброблення.

| | | | |
|----|--------------------------------------|--------------|-----|
| 1 | Тип сплаву | 40ХЛ | |
| 2 | Найбільший габаритний розмір, мм | 133 | |
| 3 | Клас розмірної точності вилівка | 10 | |
| 4 | Ступінь жолоблення вилівка | 7 | |
| 5 | Ступінь точності поверхонь вилівка | 11 | |
| 6 | Клас точності маси вилівка | 7 | |
| 7 | Ряд припуску на механічне оброблення | 4 | |
| 8 | Номінальний розмір | 133 | Ø48 |
| 9 | Допуск розмірів вилівка, мм | 1,8 | 1,2 |
| 10 | Допуск форми | 0,5 | 0,5 |
| 11 | Вид кінцевого оброблення | Напівчистова | |
| 12 | Мінімальний загальний припуск | 2,2 | 1,4 |
| 13 | Припуск на механічне оброблення | 2,4 | 1,6 |

Точність вилівка 10-7-11-7 ГОСТ 26645-85.

Припуск на механічне оброблення, з урахуванням масштабу, зображуємо тонкою лінією червоного кольору.

9.2.5 Розрахунок елементів ливникової системи

Розрахунок елементів ливникової системи полягає у визначенні перетинів живильників, шлаковловлювача та стояка у ливарній формі. Матеріалом вилівка є сталь марки 40ХЛ. Для визначення площі найвужчого елементу системи використовують формулу Озана, яка є спрощеним виразом рівняння Бернуллі. [10]

Сумарну площу живильників розраховуємо за формулою:

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 85 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$\sum F_{жс} = \frac{1000 \cdot G_{вил}}{\tau \cdot \gamma \cdot \mu \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_p}}, \quad (9.28)$$

де $G_{вил}$ - маса виливків у формі, кг;

Тривалість заливання форми розраховуємо за формулою:

$$\tau = C / V, \quad (9.29)$$

де τ – тривалість заливання форми, с;

C – висота виливка під час заливання: $C = 13,3$ см;

V – середня швидкість піднімання рівня металу в формі: приймаємо $V=1,5$ м/с. [10]

μ - коефіцієнт витрат, який характеризує загальний гідравлічний опір металу в формі. Коефіцієнт витрат μ для залізовуглецевих сплавів при литті за моделями, що газифікуються, має величину $\mu = 0,8 \dots 0,9$. Приймаємо $\mu = 0,9$

γ - густина рідкого металу, г/см³;

g – прискорення сили тяжіння, см/с².

H_p - розрахунковий металостатичний напір, см.

Масу виливка розраховуємо за формулою:

$$G_{вил} = (G_{дет} + G_{прип}), \quad (9.30)$$

де $G_{дет}$ - маса деталі, кг;

$G_{прип}$ – маса припусків, кг;

Підставивши значення в формулу (9.30) отримаємо:

$$G_{вил} = (3,39 + 0,3) = 3,7 \text{ кг}$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ</i> | Арк. |
| | | | | | | 86 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Розрахунковий металостатичний напір визначаємо за формулою:

$$H_p = H - \frac{P^2}{2 \cdot C}, \quad (9.31)$$

де H_p – розрахунковий статичний напір металу, см;

H – висота стояка або частини стояка від рівня підведення металу в порожнину форми до верхнього рівня металу у ливниковій чаші, см;

C – висота вилівка без надливів та випорів, см;

P – висота вилівка або частини вилівка вище місця підведення металу в порожнину форми, см.

Підставивши значення в формулу (9.31) отримаємо:

$$H_p = 20 - \frac{13,3 \cdot 13,3}{2 \cdot 13,3} = 13,35 \text{ см}$$

Підставивши всі отримані значення в формулу (9.28) отримаємо:

$$\Sigma F_{ж} = \frac{4 \cdot 1000 \cdot 3,7}{8,7 \cdot 7,82 \cdot 0,9 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 13,35}} = 14,9 \text{ см}^2$$

По знайденому значенню перетину живильників знаходимо площу перерізу шлаковловлювача та стояка. Для нейтральної ливникової системи:

$$“\Sigma F_{ж}” = “\Sigma F_{ш}” = “\Sigma F_c” = 1,7:1,1:1,0$$

На один вилівок йде 2 живильника, загальна сума живильників 8.

Щоб визначити площу перетину кожного живильника потрібно загальну площу поділити на кількість живильників:

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 87 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$F_{\text{ж}} = \frac{\Sigma F_{\text{ж}}}{8} \quad (9.32)$$

Підставивши значення в формулу отримаємо:

$$F_{\text{ж}} = \frac{14,9}{8} = 1,86 \text{ см}^2$$

Форма перерізу живильника – як на рис.9.7

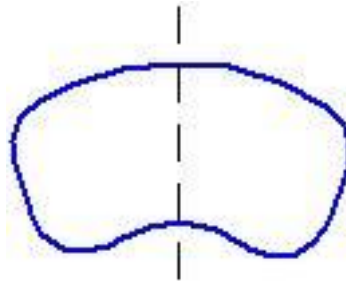


Рисунок 9.7 Вигляд перетину живильника

Площа перетину ливникового ходу становить:

$$\Sigma F_{\text{л.в.}} = \Sigma F_{\text{ж}} / 1,1, \quad (9.33)$$

Підставивши значення в формулу отримаємо:

$$\Sigma F_{\text{л.х}} = 14,9 / 1,1 = 13,5 \text{ см}^2$$

У формі маємо 4 ливникових хода, площа одного ходу:

$$F_{\text{шл}} = 13,5 / 4 = 3,4$$

Вигляд перетину ливникового зображено на рис. 9.8.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 88 |

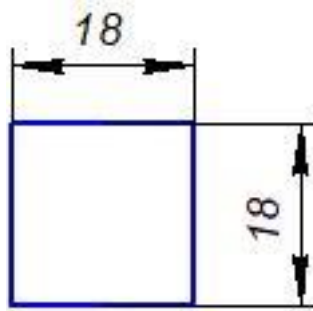


Рисунок 9.8 Вигляд перетину ливникового ходу.

Площа стояка $F_{ст} = 14,9/1,7 = 8,7 \text{ см}^2$;

Діаметр стояка розраховуємо за формулою:

$$D_{ст} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{ст}}{\pi}}, \quad (9.34)$$

де $F_{ст}$ – площа перерізу стояка, см^2 .

Підставивши значення в формулу отримаємо:

$$D_{ст} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8,7}{3,14}} = 3,3 \text{ см.}$$

Вигляд перетину стояка зображено на рис. 9.9.



Рисунок 9.9 Вигляд перетину стояка

9.2.5 Технологія виготовлення форм

В одному контейнері розміщують блок моделей, в який входять 4 виливка.

Формування та ущільнення піску в контейнерах відбувається на вібростолі. Контейнери транспортуються за допомогою кран-балки. Пісок в баддях подається також за допомогою кран-балки у бункери, які розташовані над вібростолом, після чого він подається у контейнери.

9.2.6 Технологія заливання форми

При заливанні форм забезпечують постійний рівень металу в ливниковій чаші. Температура заливання для нашого виливка 1580 °С. Тривалість заливання для нашої форми 9 секунд.

9.2.7 Фінішні операції

Вибивання форм відбувається наступним чином: контейнер з виливками за допомогою кран-балки перевертають на ґратку, пісок висипається, а виливки залишаються на полотні ґратки. Після вибивання виливки оброблюють наступним чином:

- відокремлення ливників від виливків на стаціонарному шліфувальному верстаті;
- зачищення поверхні виливків на стаціонарному-шліфувальному верстаті;
- термічне оброблення виливків 40ХЛ за ГОСТ 977-88, нормалізація , нагрівання до 860...880 °С та відпуск при 580...650 °С.
- візуальний контроль: вилівок має бути суцільним без дефектів. У випадку наявності внутрішніх дефектів вилівок передається на переплавлення.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 90 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

10 ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНОГО УСТАТКОВУВАННЯ

10.1 Призначення машини та межі її використання

Інерційна вибивна решітка призначена для вибивання ливарних форм і опок в умовах одиничного або малосерійного виробництва. Такі решітки застосовується на вибивних ділянках ливарних цехів [8].

На інерційних решітках технологічний процес вибивання форм здійснюється в такий спосіб. Залита ливарна опока, яку піддають вибиванню, подається на полотно вибивної решітки. Від зіткнень опоки з вібруючим полотном решітки запресована суміш в опоці руйнується та разом з виливком (виливками) випадає на полотно решітки, в подальшому виливки відділяються від суміші. По закінченні процесу вибивання вибиті виливки і порожня опока залишаються на решітці. Таким чином інерційні решітки виконують тільки функції вибивання, тобто руйнування запресованої опоки та відділення виливків від суміші [8].

10.2 Кінематична схема машини

Вибивна інерційна решітка (Рис. 10.1) представляє собою корпус 1, встановлений на пружинну підвіску 6 заданої жорсткості, яка спирається на раму 4. На валу 3 який обертається в підшипниках 7 встановлені закріплені та змінні важелі 5, які утворюють дебаланс. Під дією відцентрової сили, яка виникає при обертанні інерційного валу, та упругої сили підвіски корпус градки та форма яка вибивається отримують коливальний рух. Дія вібрації на електродвигун пом'якшується еластичною муфтою 8. Вибивка на цих градках здійснюється в результаті співудару між опокою 2 та решіткою.

| | | | | | | | | |
|----------|------|--------------|--------|------|---|--------------|-------|---------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Савощенко Г. | | | ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНОГО УСТАТКУВАННЯ | Літера | Аркуш | Аркушів |
| Перев. | | Ямшинський | | | | | 91 | 160 |
| Н.контр. | | Федоров Г.С | | | | | | |
| Затверд. | | | | | | | | |
| | | | | | | ІФФ, ФЛ-71МП | | |

Проте амплітуда тут непостійна и залежить не тільки від параметрів градки, а і від маси форми яка вибивається [8].

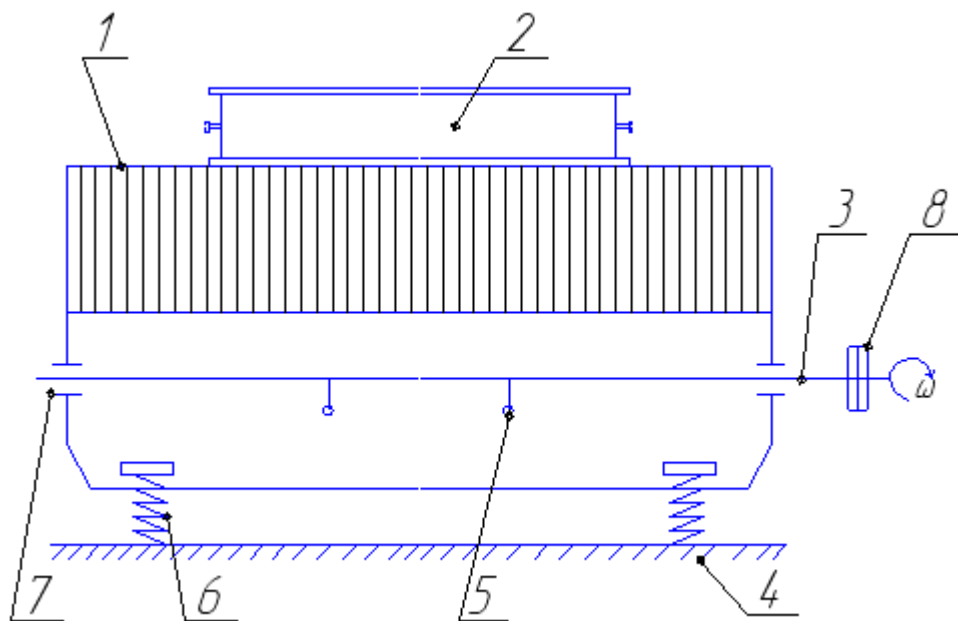


Рисунок 10.1. Кінематична схема вибивної інерційної решітки

1 – корпус; 2 – опока; 3 – інерційний вал; 4 – рама; 5 – закріплені та змінні важелі; 6 – пружинна підвіска; 7 – підшипники; 8 – еластична муфта

Інерційні решітки мають багато переваг перед іншими машинами для вибивки форм:

- змінюючи величину дебалансу на інерційній градці, можна легко змінювати питому енергію удару e_0 що дає можливість встановити його необхідне значення в залежності від показників форми яка вибивається (типу суміші, твердості, ступеня її попередньої підсушки);

- інерційні решітки можна встановлювати на більш легкому фундаменті, так як пружинна підвіска передає на нього виникаючі при вибивці зусилля та вібрацію значно послабленими.

10.3 Розрахунок основних технологічних та конструктивних параметрів решітки.

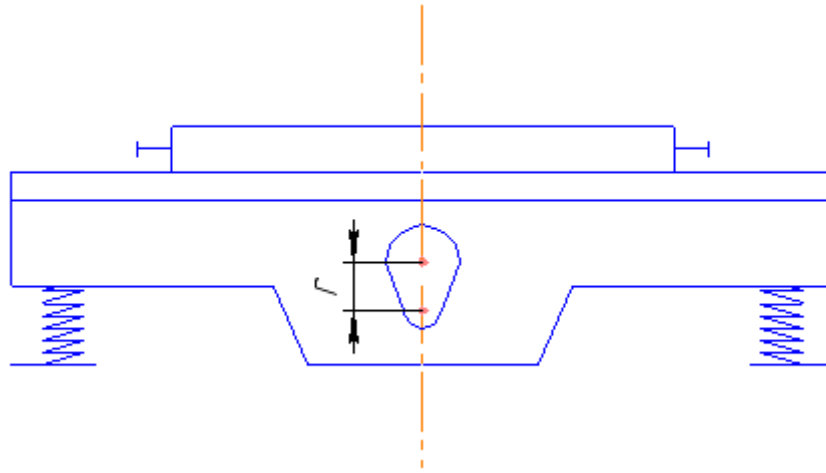


Рисунок 10.2 Схема інерційної вибивної решітки.

Вихідні данні – Вантажопід'ємність Q – 400 кг.

10.3.1 Визначення кутової швидкості валу вібратора

$$\omega = \frac{2(1 + \mu)}{\mu(1 + R)} \cdot \pi \sqrt{\frac{g}{2e_0}}, c^{-1}, \quad (10.1)$$

де ω - кутова швидкість валу вібратора;

μ – відношення маси решітки до маси форми;

R – коефіцієнт відновлення швидкості співудару тіл після удару;

$\pi = 3,14$;

g – прискорення сили тяжіння, що дорівнює 9810 мм/с^2 ;

e_0 – енергія удару, що необхідна для вибивання форми.

$$\mu = \frac{G_{\text{реш}}}{G_{\text{Фор}}}, \quad (10.2)$$

де $G_{\text{реш}}$ – маса решітки;

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 93 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$G_{\text{фор}}$ – маса форми;

$$G_{\text{реш}} = (0,8...1,0) \cdot G_{\text{ф}}.$$

Прийmemo $\mu = 1,0$.

R – коефіцієнт відновлення швидкості тіл, що співударяються:

$R = 0,15...0,20$ - для чугунних опок;

$R = 0,20...0,25$ - для сталєних опок;

Приймаємо: $R = 0,2$ – для чугунної та сталєних опок;

e_0 – енергія удару, що необхідна для вибивання форми, $e_0 = 25 \frac{\text{кг} \cdot \text{мм}}{\text{кг}}$ –

для сирих форм [8].

$$\omega = \frac{2(1+1)}{1(1+0.2)} \cdot 3.14 \cdot \sqrt{\frac{9810}{2 \cdot 25}} = 147 \text{ с}^{-1}.$$

10.3.2 Визначення числа обертів валу вібратора:

Число обертів валу вібратора визначається за формулою:

$$n_b = \frac{30\omega}{\pi}, \quad (10.3)$$

де n_b – число обертів валу вібратору, об/хв;

ω – кутова швидкість валу вібратора, с^{-1} ;

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 94 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Підставивши дані у формулу (10.3) отримуємо:

$$n_b = \frac{30 \cdot 147}{3.14} = 1405 \text{ об/хв}$$

10.3.3 Розрахунок величини збуджувальної сили:

Величина збуджувальної сили визначається за формулою:

$$F_0 = (G_{реш} + G_{ф}) \cdot \pi \cdot \left(\frac{1-R}{1+R}\right) \cdot \left(1 - \frac{\omega_{реш}^2}{\omega^2}\right), \quad (10.4)$$

де F_0 – величина збуджувальної сили;

$G_{реш}$ – маса решітки;

$G_{ф}$ – маса форми;

$\pi = 3,14$;

R – коефіцієнт відновлення швидкості співудару тіл після удару;

ω – кутова швидкість валу вібратора;

$\omega_{реш}$ – частота власних коливань решітки, $\omega_{реш} = 20..60 \text{ об/хв}$.

Приймаємо: $\omega_{реш} = 30 \text{ об/хв}$.

$$F_0 = (400 + 400) \cdot 3,14 \cdot \left(\frac{1-0,2}{1+0,2}\right) \left(1 - \frac{30 \cdot 30}{147 \cdot 147}\right) = 1607 \text{ кг}$$

10.3.4 Розрахунок маси невірноважених вантажів

Маса нерівноважних вантажів визначається за формулою:

$$G_0 = \frac{F_0 \cdot g}{\omega^2 \cdot r}, \text{ кг} \quad (10.5)$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 95 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

де G_0 – маса неврівноважених вантажів;

F_0 – величина збуджувальної сили;

g – прискорення сили тяжіння, що дорівнює 9810 мм/с^2 ;

ω – кутова швидкість валу вібратора;

r – радіус окружності, який проходить через центр тяжіння неврівноважених вантажів, $r = 0,1 \dots 0,18 \text{ м}$.

Приймаємо: $r = 150 \text{ мм} = 0,15 \text{ м}$.

$$G_0 = \frac{1607 \cdot 9,81}{147^2 \cdot 0,15} = 4,7 \text{ кг}$$

10.3.5. Визначення сумарної жорсткості пружини:

$$\sum_k = \omega_{\text{реш}}^2 \cdot M = \omega_{\text{реш}}^2 \cdot \frac{G_{\text{ф}} + G_{\text{реш}}}{g}, \quad (10.6)$$

де \sum_k – сумарна жорсткість пружини;

$\omega_{\text{реш}}$ – частота власних коливань решітки;

$G_{\text{реш}}$ – маса решітки;

$G_{\text{фор}}$ – маса форми;

g – прискорення сили тяжіння, що дорівнює 9810 мм/с^2 ;

$$\sum_k = 50^2 \cdot \frac{400 + 400}{9810} = 203 \text{ кг/см.}$$

10.3.6. Визначення жорсткості однієї пружини:

$$K_1 = \frac{\sum_k}{n}, \quad (10.7)$$

де \sum_k – сумарна жорсткість пружини;

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 96 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

n – кількість пружин, кратна 4.

Приймаємо: $n = 12$ [8].

$$K_1 = \frac{203}{12} = 16,9 \text{ кг/см}$$

10.3.7 Перевірочний розрахунок пружини на стискання, при максимальному зусиллі на пружину:

$$[P_{\max}] \leq \frac{\pi \cdot d^3}{8 \cdot D \cdot c} [\sigma], \quad (10.8)$$

$$P_{\max} = \frac{G_{\text{реш}} \cdot G_{\text{ф}}}{n}, \quad (10.9)$$

де P_{\max} – максимальне навантаження, кг;

$G_{\text{реш}}$ – маса решітки;

$G_{\text{фор}}$ – маса форми;

n – кількість пружин;

$D = 0.12 \dots 0.18$ м - діаметр дроту пружини;

$c = 1.2 \dots 1.4$ – коефіцієнт, що враховує форму перерізу, кривину витків і нерівномірність навантаження;

$[\sigma]$ - припустиме навантаження при пульсуючих нагрузках;

$[\sigma] = 50 \dots 70 \text{ кг/мм}^2$.

$$P_{\max} = (400+400)/12 = 66,6 \text{ кг},$$

$$[P_{\max}] = \frac{3,14 \cdot 12^3}{8 \cdot 120 \cdot 1,2} \cdot 50 = 236,25 \text{ кг}.$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 97 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

10.3.8. Визначення потужності електродвигуна привода решітки:

$$N = \frac{\pi \cdot g \cdot G_{\phi}}{102 \cdot \eta \cdot \omega} \cdot \frac{1-R}{1+R} \cdot \frac{1+\mu}{\mu}, \quad (10.10)$$

де N – потужність електродвигуна привода, кВт;

$$\pi = 3,14;$$

g – прискорення сили тяжіння, що дорівнює 9810 мм/с^2 ;

G_{ϕ} – маса форми;

η – коефіцієнт корисної дії для клинопасової передачі ($\eta = 0,8 \dots 0,9$);

R – коефіцієнт відновлення швидкості співудару тіл після удару;

μ – відношення маси решітки до маси форми;

ω – кутова швидкість валу вібратора.

$$N = \frac{3,14 \cdot 9,8 \cdot 400}{102 \cdot 0,8 \cdot 147} \cdot \frac{1-0,2}{1+0,2} \cdot \frac{1+1}{1} = 1,3 \text{ кВт}$$

Згідно ГОСТ 23111-78 вибираємо електродвигун В80В4 потужністю 1,5 кВт та частотою обертання 1800 об/хв.

10.4 Правила експлуатації машини

Для догляду та підтримування машини в справному стані необхідно:

– При установці пружин необхідно забезпечити, щоб їх верхні торці знаходилися на одній висоті. Допустимі відхилення не більше 1 мм. Регульовальний вантаж на привідному валі повинен легко без люфту переміщуватися при обертанні вала.

– Корпуси підшипників перед збиранням повинні бути заповнені солідолом.

– Пуск машини виконувати тільки під навантаженням.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 98 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

– Щоб машина працювала справно та без поломок потрібно проводити змащення підшипникових опор вібратора, які відбувається один раз за зміну пластичною змазкою через прес-маслянки [8].

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 99 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

11 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

11.1. Організаційний розділ

1.1.1. Розрахунок чисельності основних та допоміжних робітників

11.1.1.1 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 у таблиці 11.1.

Таблиця 11.1 – Плановий баланс робочого часу за рік

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

| | | | | | | | | |
|-----------|------|----------------|--------|------|--|---------------------|------|---------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Савощенко Г.В, | | | ОРГАНІЗАЦІЙНО- ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Перевір. | | Глуценко Я. І. | | | | | 100 | 160 |
| | | | | | | | | |
| Н. Контр. | | Федоров Г.Є | | | | | | |
| Затверд. | | Ямшинський М. | | | | | | |
| | | | | | | ІФФ, ФЛ-71мп | | |

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

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

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

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

$$K_{обл} = 251/210 = 1,18$$

11.1.1.2 Допоміжні робітники

Чисельність цієї категорії персоналу за професіями та розрядами встановлюємо за даними підприємства – аналога ТОВ КК «Дунаєвецький ливарно-механічний завод», згідно з їх часткою по відношенню до чисельності основних робітників (таблиця 10.2.).

11.1.2 Загальна чисельність працівників

Загальна чисельність робітників в цеху приведена в таблиці 11.2.

Таблиця 11.2 Загальна чисельність робітників в цеху

| Професія, спеціальність, посада | Кваліфікація, розряд | Явочний штат(1-ша зміна) | Коефіцієнт облікового складу | Обліковий склад |
|---------------------------------|----------------------|--------------------------|------------------------------|-----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ОСНОВНІ РОБІТНИКИ | | | | |
| Формувальник | 4 | 8 | 1,18 | 8 |
| Плавильник | 5 | 2 | 1,18 | 2 |
| Шихтувальник | 4 | 1 | 1,18 | 1 |
| Заливальник | 5 | 2 | 1,18 | 2 |
| Обрубник | 3 | 2 | 1,18 | 4 |

Продовження таблиці 11.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------------|---|---|------|----|
| Сумішоприготувальник | 4 | 1 | 1,18 | 1 |
| Разом | | | | 16 |
| ДОПОМІЖНІ РОБІТНИКИ | | | | |
| Слюсар по ремонту тех. уст. | 6 | 1 | 1,18 | 1 |
| Слюсар по ремонту плав. уст. | 5 | 1 | 1,18 | 1 |
| Електромонтер | 6 | 1 | 1,18 | 1 |
| Разом | | | 1,18 | 3 |
| УПРАВЛІНСЬКИЙ ПЕРСОНАЛ | | | | |
| Начальник цеху | - | 1 | - | 1 |
| Заст.. начальник цеху | - | 1 | - | 1 |
| Інженер технолог | - | 1 | - | 1 |
| Разом | | | | 3 |

11.1.3 Розрахунок фондів заробітної плати

Витрати на оплату праці складаються з:

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

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

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.0006ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 102 |

Таблиця 11.3. Розрахунок фондів заробітної плати основних та допоміжних робітників

| Професія спеціальність | Тарифна ставка, грн | Облік складу, осіб | Плановий фонд роб., год | Основна заробітна плата, осіб | Розрахунок додаткової плати | | | | |
|------------------------------|---------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------|----------------|--------------------------|
| | | | | | надбавки | | | | Разом додаткова зарплата |
| | | | | | Премія, 20% | Особливі умови, 12% | Відпустка, 12% | Інші, 10% | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| ОСНОВНІ РОБІТНИКИ | | | | | | | | | |
| Формувальник | 40 | 8 | 1840 | 588800 | 117760 | 70656 | 70656 | 58880 | 906752 |
| Плавильник | 100 | 2 | 1840 | 368000 | 73600 | 44160 | 44160 | 36800 | 566720 |
| Шихтувальник | 50 | 1 | 1840 | 92000 | 18400 | 11040 | 11040 | 9200 | 141680 |
| Заливальник | 80 | 2 | 1840 | 294400 | 58880 | 35328 | 35328 | 29440 | 453376 |
| Обрубник | 85 | 2 | 1840 | 312800 | 62560 | 37536 | 37536 | 31280 | 481712 |
| Сумішопріготувальник | 65 | 1 | 1840 | 119600 | 23920 | 14352 | 14352 | 11960 | 184184 |
| Разом | | 16 | | 1775600 | | | | | 2734424 |
| ДОПОМІЖНІ РОБІТНИКИ | | | | | | | | | |
| Слюсар по ремонту тех. уст. | 55 | 1 | 1840 | 101200 | 20240 | 12144 | 12144 | 10120 | 155848 |
| Слюсар по ремонту плав. уст. | 45 | 1 | 1840 | 82800 | 16560 | 9936 | 9936 | 8280 | 127512 |
| Електромонтер | 45 | 1 | 1840 | 82800 | 16560 | 9936 | 9936 | 8280 | 127512 |
| Разом | | 3 | | 266800 | | | | | 410872 |
| Всього по ЗП | | | | | | | | 2042400 | |

Заробітна плата управлінського персоналу вираховується без розподілу її на основну та допоміжну, таблиця 11.4.

Таблиця 11.4– Розрахунок фонду заробітної плати управлінського персоналу

| Посада | Місячний посад. оклад, грн | Чисельність, осіб | Загальний річний фонд зар. плати, грн |
|-----------------------|----------------------------|-------------------|---------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Начальник цеху | 10000 | 1 | 120000 |
| Заст.. начальник цеху | 9000 | 1 | 108000 |
| Інженер-технолог | 6500 | 1 | 78000 |
| Разом | | | 306000 |

Загальний фонд заробітної плати складає:

$$2042400 + 306000 = 2348400 \text{ грн}$$

Згідно з діючим законодавством єдиний соціальний внесок складає 22,0% від заробітної платні.

$$V_C = 0,22 \cdot 2348400 = 516648 \text{ грн}$$

11.2 Визначення обсягів капітальних вкладень в цех, що проектується

Величина капітальних вкладень (в грн) розраховується за формулою:

$$K = K_{уст} + K_{буд} + K_{п} + K_{осн} + K_{інв} + K_{м} + K_{з}, \text{ грн} \quad (11.1)$$

$K_{уст}$ - 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.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.0006ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 104 |

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

$$K_o = K_T + K_{\text{ПТ}} + K_{\text{ен}} + K_{\text{уп}}, \text{ грн} \quad (11.2)$$

K_T - капіталовкладення у необхідне технологічне устаткування;

$K_{\text{ПТ}}$ - капіталовкладення в підйомно-транспортне убування;

$K_{\text{ен}}$ - капіталовкладення в енергоустаткування;

$K_{\text{уп}}$ - капіталовкладення в засоби управління і контролю.

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

$$K = Ц(1 + a_T + a_б + a_M), \text{ грн} \quad (11.3)$$

$Ц$ - оптова або договірна ціна одиниці технологічного устаткування;

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

$a_б$ - коефіцієнт, що враховує будівельні роботи (0,02...0,08);

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

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.0006ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 105 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Таблиця 11.5 – Розрахунок загальної вартості устаткування

| Найменування та модель устаткування | Кількість, шт. | Вартість за од, грн. | Загальна вартість грн. | Витрати на монтаж та транс-ня, грн. | Всього грн. |
|--|----------------|----------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ОСНОВНЕ ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ | | | | | |
| Плавильний комплекс GW-1-750/1JJ | 1 | 600000 | 600000 | 12500 | 612500 |
| Формувальна машина FOROMAT - 40 | 2 | 32000 | 64000 | 5000 | 69000 |
| Автоклав ГП-400 | 2 | 50000 | 100000 | 5000 | 105000 |
| Стрижнева машина Mono 25 | 1 | 85000 | 85000 | 6000 | 91000 |
| Вибростол | 1 | 18000 | 36000 | 3500 | 39500 |
| Змішувач 1A11 | 1 | 85000 | 85000 | 4600 | 89600 |
| Разом | 8 | 785000 | | | 1006600 |
| ДОПОМІЖНЕ УСТАТКОВАННЯ | | | | | |
| Галтувальний очисний барабан 4133 | 1 | 35000 | 35000 | 3500 | 38500 |
| Стационарний шліфувальний круг | 1 | 15000 | 5250 | 1050 | 6300 |
| Змішувач для ХТС | 1 | 5031 | 5031 | 503 | 5534 |
| Разом | 3 | 55031 | | | 50334 |
| ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНЕ ОБЛАДНАННЯ | | | | | |
| Кран-балка, 5т | 6 | 70000 | 420000 | 14000 | 434000 |
| Кран-балка, 3т | 2 | 40000 | 80000 | 12000 | 92000 |
| Стрічковий транспортер | 2 | 37200 | 74400 | 7500 | 81900 |
| Разом | 10 | 147200 | | | 607900 |
| Разом по цеху | | | | | 1664835 |

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.0006ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 106 |

Таблиця 11.6 – Розрахунок капіталовкладень у нове устаткування

| Найменування та модель устаткування | Кількість, шт. | Вартість за од, грн. | Загальна вартість грн. | Витрати на монтаж та транс-ня, грн. | Всього грн. |
|--|----------------|----------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ОСНОВНЕ ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ | | | | | |
| Автоклав ГП-400 | 2 | 50000 | 100000 | 5000 | 105000 |
| Стрижнева машина Mono 25 | 1 | 85000 | 85000 | 6000 | 91000 |
| Вібростол | 1 | 18000 | 36000 | 3500 | 39500 |
| Змішувач 1A11 | 1 | 85000 | 85000 | 4600 | 89600 |
| Разом | 8 | 785000 | | | 325100 |
| ДОПОМІЖНЕ УСТАТКОВАННЯ | | | | | |
| Змішувач для ХТС | 1 | 5031 | 5031 | 503 | 5534 |
| Разом | 3 | 55031 | | | 5334 |
| Разом по цеху | | | | | 330634 |

При розрахунку вартості транспортного устаткування на його монтаж і наладку додають витрати у розмірі 10 – 25% від його вартості. Капітальні вкладення у виробничі будівлі та споруди не потребує.

Капітальні вкладення в пристрої складають 20% від вартості устаткування:

$$K_{\text{пр}} = 330634 \cdot 0,2 = 66126,8 \text{ грн,}$$

Розмір обігових коштів, які необхідні для безперервної виробничої діяльності цеху, розраховуються за елементами:

- виробничі запаси сировини, матеріалів;
- готова продукція;
- інші елементи.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.0006ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 107 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Розмір капітальних вкладень у виробничі запаси матеріалів розраховано за формулою:

$$K_z = M_{пл} \cdot n^3 / T_{пл}, \text{ грн} \quad (11.4)$$

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

n^3 - норма планового запасу матеріалів, днів;

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

Дані про суму витрат на матеріали зводимо до таблиці 11.7.

Таблиця 11.7 – Визначення вартості основних матеріалів та флюсів

| Назва матеріалу | Необхідний запас, т/рік | Вартість, грн./т | Вартість загальна |
|-----------------------------|-------------------------|------------------|-------------------|
| Феросиліцій (ФС45) | 19,8 | 8000 | 158400 |
| Чушковий чавун | 235,8 | 2100 | 495180 |
| Сталевий брухт | 639,2 | 2130 | 1361496 |
| Зворот власного виробництва | 489,8 | 1600 | 783680 |
| Феромарганець ФМн 1,5 | 16,9 | 10125 | 171112 |
| Всього | | | 2969868 |

Розмір капітальних вкладень у поточні виробничі запаси:

$$K_z = 2969868 \cdot 20 / 360 = 164993 \text{ грн}$$

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

$$K_{р.з} = 0,5 \cdot 164993 = 82496 \text{ грн}$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.0006ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 108 |

Сума оборотних коштів у незавершеному виробництві розраховується таким чином:

$$\Sigma_{\text{об.}} K_{\text{у.п.в.}} = V_{\text{пл}} \cdot T_{\text{д}} \cdot K_{\text{нв}} / T_{\text{пл}}, \text{грн} \quad (11.5)$$

де: $V_{\text{пл}}$ – виробництво товарної продукції у плановому періоді по виробничою собівартістю, грн.,

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

$$\Sigma_{\text{об.}} K_{\text{у.п.в.}} = 2969868 \cdot 2 \cdot 0,8 / 360 = 13200 \text{ грн}$$

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

$$K_{\text{ост}} = 0,25 \cdot 164993 = 41248 \text{ грн}$$

Сумарний розмір оборотних коштів складає:

$$164993 + 82496 + 13200 + 41248 = 301937 \text{ грн}$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.0006ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 109 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

11.2.1 Визначення планової собівартості одиниці продукції

Розрахунок проводимо згідно з переліком калькуляційних статей цехової собівартості:

1) Витрати силової електроенергії в кВт год/рік на виконання виробничих операцій визначаємо [7]:

$$E_c = (M_y \cdot F_E \cdot K_{z.v} \cdot K_{z.n} \cdot K_o) / K_c \cdot n,$$

де M_y – сумарна потужність електродвигунів, кВт;

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

$K_{z.v}$ – коефіцієнт завантаження електродвигунів за часом;

K_o – коефіцієнт одночасної роботи двигунів;

$K_{z.n}$ – коефіцієнт завантаження за потужністю;

K_c – коефіцієнт завантаження електродвигунів з розрахунком витрат електроенергії;

$$n = 0,95$$

$$E_c = (5000 \cdot 1920 \cdot 0,51 \cdot 1 \cdot 0,6) / (0,65 \cdot 0,95) = 4757247 \text{ кВт год/рік}$$

Кількість електроенергії для освітлення приміщень:

$$E_o = (C \cdot M_{cp} \cdot F_E \cdot K_c) / 1000, \text{ кВт год/рік,}$$

де: C – кількість ліхтарів, од.;

M_{cp} – середня потужність одного ліхтаря, кВт;

F_E – ефективний фонд часу роботи ліхтаря за рік, год.

$$E_o = M_n \cdot F_E \cdot n, \text{ кВт·т/рік}$$

де M_n – потужність печей, кВт;

$$E_o = 240 \cdot 1900 \cdot 0,95 \cdot 720 = 311904 \text{ кВт·т/рік}$$

Визначаємо вартість електроенергії, враховуючи вартість 1 кВт·год понад 100 кВт електроенергії, яка складає 168 коп.

$$C_E = (4757247 + 311904) \cdot 1,68 = 8516173 \text{ грн.}$$

Вартість стиснутого повітря для кожної одиниці устаткування визначається:

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.0006ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 110 |

$$n = K_n \cdot P \cdot Fe \cdot k_1 \cdot K_3, \text{ м}^3/\text{год},$$

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

P – витрати повітря за годину, м^3 ;

k_1 – коефіцієнт використання повітря;

K_3 – коефіцієнт завантаження приміщення;

$$n = 1,5 \cdot 300 \cdot 1920 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 734400 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Витрати на стиснуте повітря ведемо з розрахунку 26 грн. за 100 м^3 :

$$C_n = 1224000 \cdot 26 = 19094400 \text{ грн.}$$

Кількість води, що витрачається визначаємо з розрахунку 100 $\text{м}^3/\text{год}$ на технологічні та побутові потреби: 200 л на один кран, 500 л на одну сітку душа, 45 л на одну особу за зміну (господарчі потреби). Вартість води 12 грн. за 1 м^3 для технічної води та 16 грн. – для питної.

Розрахунок занесено до табл. 11.8.

Таблиця 11.8 – Визначення витрат на воду

| Напрямок витрачення | Кількість од. обл. | Фонд часу, год | Норма витрат води, $\text{м}^3/\text{год}$ | Річні витрати, $\text{м}^3/\text{год}$ | Вартість, грн. |
|-----------------------------|--------------------|----------------|--|--|----------------|
| ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОТРЕБИ | | | | | |
| Печі | 1 | 1900 | 5,4 | 20736 | 248832 |
| Душові | | 172 | 3,0 | 517,5 | 1035 |
| Питна вода | | | 0,6 | 337,5 | 1012 |
| Мийка | | | 0,6 | 1104 | 2208 |
| Разом | | | | | 253087 |

1) Витрати на отримання в робочому стані на ремонт(не враховується, бо не потребує ремонту) устаткування приймається у розмірі 10...20% від його балансової вартості:

$$1664835 \cdot 0,10 = 166483,5 \text{ грн.}$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.0006ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 111 |

2) Розрахунок річних амортизаційних відрахувань розраховуються за формулою:

$$A_o = (B - Л) / M \cdot T, \text{ грн/тон}$$

де A_o – річні амортизаційні відрахування на обладнання за весь період, грн;

B – первинна вартість всього обладнання, грн;

$Л$ – ліквідація вартість всього обладнання, грн (=30%);

M – кількість років роботи устаткування, (25 років);

T – кількість тон придатного литва в рік, тон.

$$A_o = (1664835 - 499450,5) / 25 \cdot 840 = 55,5 \text{ грн/тон}$$

Амортизаційні відрахування на обладнання в рік дорівнюватимуть:

$$55,5 \cdot 840 = 46620 \text{ грн}$$

3) Транспортні витрати розраховуємо у розмірі на 1 т литва:

$$12 \cdot 840 = 10080 \text{ грн.}$$

4) Витрати, пов'язані з забезпеченням охорони праці та техніки безпеки складають приблизно 30 грн. на кожного працівника: $22 \cdot 30 = 660$ грн.

5) поштово – телеграфічні витрати визначаємо з розрахунку 50 грн. на одного службовця:

$$22 \cdot 50 = 1100 \text{ грн.}$$

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

$$2734424 \cdot 0,05 = 136721 \text{ грн.}$$

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

$$22 \cdot 40 = 880 \text{ грн.}$$

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

$6 \cdot 840 = 5040$ грн. результати розрахунку загально виробничих цехових витрат зводимо до таблиці 11.9.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.0006ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 112 |

Таблиця 11.9 – Загальні виробничі витрати по цеху

| Найменування статті витрат | Сума, грн. |
|--|------------|
| Заробітна плата (основна та додаткова): | |
| 1 – основних працівників | 2734424 |
| 2 – допоміжних працівників | 410872 |
| 3 – управлінського персоналу | 306000 |
| Відрахування у соціальні фонди | 516648 |
| Енергетичні витрати: | |
| 1 – електроенергія | 8516173 |
| 2 – стиснуте повітря | 19094400 |
| 3 – вода | 253087 |
| Допоміжні матеріали | |
| 1 – матеріал для здійснення технологічного процесу | 91700 |
| 2 – матеріали для експлуатації устаткування | 50000 |
| 3 – матеріали для цехових потреб | 12140 |
| Ремонт та утримання в робочому стані | |
| 1 – устаткування (10% від вартості обладнання) | 166483,5 |
| Амортизація: | |
| 1 – устаткування | 46620 |
| Транспортні витрати | 10080 |
| Витрати на дослідження, випробування | 136721 |
| Витрати на охорону праці | 660 |
| Витрати на винахідництво та раціоналізацію | 880 |
| Поштово – телеграфні та канцелярські витрати | 1100 |
| Інші витрати | 5040 |
| Всього повна собівартість річного обсягу виробництва продукції | 32353148,5 |

Річна продуктивність цеху становить 840000кг, кількість виливків за рік 177772 шт/рік.

Повна собівартість продукції складає:

$$32353148,5/177772 = 181,99 \text{ грн/шт}$$

$$\text{або } 32353148,5/840=38515 \text{ грн/тон.}$$

Трудомісткість продукції визначається як відношення витраченої кількості праці до загального обсягу виробленої продукції. Технологічна трудомісткість одиниці продукції розраховується як сума витрат часу по окремим операціям технологічного процесу. Менш точно технологічну трудомісткість одиниці продукції розраховують за формулою:

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.0006ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 113 |

$$T = (Ч_{\text{тех}} \cdot \Phi^{\text{пл}}) / Q$$

де $Ч_{\text{тех}}$ – загальна чисельність технологічних робітників, осіб;

$\Phi^{\text{пл}}$ – плановий фонд робочого часу за рік одного виробника, год.;

Q – повний річний обсяг виробництва продукції.

$$T = (19 \cdot 1840) / 840 = 41,6 \text{ нормо-годин/т}$$

Капіталомісткість (фондомісткість) продукції (K_Q) визначається як величина загальних капітальних витрат ($K_{\text{заг}}$) у реконструкцію цеху, на технічне переоснащення виробництва до річного планового обсягу виробництва продукції:

$$K_Q = \frac{K_{\text{заг}}}{Q}, \quad (11.7)$$

$$K_Q = 1664835 / 840 = 1981,9 \text{ грн/т.}$$

Грошовий потік за рік розраховується як сума чистого прибутку та амортизаційних відрахувань, визначених за рік експлуатації цеху:

$$ГП_p = 0,82 \cdot (Ц - C_n) \cdot Q + \Sigma A,$$

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

C_n - повна собівартість одиниці продукції, грн.;

$Ц$ - ринкова відпускна ціна одиниці продукції, грн.;

Q – повний річний обсяг виробництва продукції (840), т;

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.0006ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 114 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ΣA - загальна річна сума амортизаційних відрахувань, грн.

$$ГП_r = 0,82 \cdot (40000 - 38515) \cdot 840 + 59934 = 1082802 \text{ грн.}$$

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

$$П_{ок} = \frac{K_{заг}}{ГП_r} < П_{ок}^H, \quad (11.9)$$

де $ГП_r$ - річна сума грошового потоку, грн.;

$П_{ок}^H$ - нормативний період окупності, 3 – 7 років.

$$П_{ок} = 1664835 / 1082802 = 1,5 \text{ років}$$

Через те, що розрахований цех вже має в наявності частину обладнання, будівлю та інше, робимо висновок, що розроблений проект є економічно доцільним.

Перелік техніко-економічних показників наведений в таблиці 11.10.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.0006ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 115 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Таблиця 11.10 - Техніко-економічні показники спроектованого ливарного цеху.

| Найменування показника | Одиниця виміру | Значення |
|---|----------------|----------|
| 1 | 2 | 3 |
| Річний плановий обсяг виробництва продукції (Q) | т | 840 |
| Загальна площа ділянки | м ² | 2385 |
| Виробнича площа ділянки | м ² | 2305 |
| Капіталомісткість продукції (K _Q) | грн | 1981,9 |
| Загальна чисельність працівників | осіб | 22 |
| Загальний річний фонд заробітної плати | грн | 2348400 |
| Середньомісячна зарплата одного працівника | грн | 8957,9 |
| Річний виробіток на одного працівника | т/особу | 44,2 |
| Технологічна трудомісткість продукції (Т) | нормо-години/т | 41,6 |
| Повна собівартість одиниці продукції | грн/т | 38515 |
| Період окупності (П _{ок}) | років | 1,5 |

12 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці – система правових, соціально-економічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності [11].

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

Ливарний цех потужністю 840 тонн придатних виливків на рік. Кількість всіх працюючих до 50 осіб.

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

До складу цеху входять такі відділення: формувально-складально-заливально-вибивне, сумішоприготувальне, плавильне, стрижневе, фінішних операцій, склад шихтових і формувальних матеріалів та склад готової продукції.

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

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

Однією з головних задач під час проектування ливарного цеху є охорона праці робітників, що працюють на даному підприємстві, запобігання появи професійних захворювань і виробничого травматизму, а також охорона навколишнього середовища [18].

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--|-------------------------|-------------|----------------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | | | |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Розроб.</i> | | Савошенко Г | | | <i>ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ</i> | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Акрушів</i> |
| <i>Перевір.</i> | | Ямшинський | | | | | 117 | 160 |
| <i>Н. Контр.</i> | | Федоров Г.Є. | | | | <i>ІФФ, гр..ФЛ-71мп</i> | | |
| <i>Затверд.</i> | | | | | | | | |

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

Метою даного розділу є аналіз небезпечних та шкідливих чинників у проєктованому ливарному цеху, розробка заходів і засобів, які спрямовані на мінімізацію їх несприятливого впливу на працюючих та розробка заходів з метою недопущення та мінімізації негативних наслідків надзвичайних ситуацій [21].

12.1 Заходи щодо запобігання непередбачених викидів

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

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 118 |

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

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

Додаткові поради. Проінформувати пожежну бригаду або поліцію, якщо продукт пройшов в воду або в каналізацію або якщо ґрунт або рослини були заражені [13].

12.2 Аналіз мікроклімату

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

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

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

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

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

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні встановлюємо оптимальну та допустиму температуру, відносну вологість,

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 119 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

швидкість руху повітря та інтенсивність теплового випромінювання, які наведено в табл. 12.1.

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

Температура питної води 18...20 °С. Відповідність указаних значень параметрів мікроклімату досягається утворенням у цеху загальної системи вентиляції, яка має забезпечити повітрообмін не менше 60 м³/(людину·год). На дільницях плавлення та заливання система вентиляції має забезпечувати допустиме значення температури [17].

Таблиця 12.1 – Параметри мікроклімату відповідно до ДСН 3.3.6.042-99

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

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

При опаленні цеху за допомогою припливної вентиляції температура повітря, що подається має бути не вищою за 70 °С, при цьому припливна вентиляція встановлюється на висоті більше 3,5 м від рівня підлоги. Якщо подача повітря здійснюється на висоті 3,5 м від підлоги, температура його не повинна перевищувати 45 °С, а робоче місце розташовується не ближче ніж за 2 м. У формувальних відділеннях вентиляція має забезпечувати мінімальний триразовий повітрообмін [17].

12.3 Розрахунок освітлення

12.3.1 Розрахунок природного освітлення

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

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

Для освітлення цеху, розмірами довжиною 102 м та шириною 24 м, в світлий період доби застосовується природне бічне освітлення, яке надходить крізь віконні прорізи ($S_v = 2 \times 240 \times 4 = 1920 \text{ м}^2$) та ліхтарі ($S_{\text{ліх}}=528 \text{ м}^2$). Віконні прорізи присутні у всіх відділеннях цеху. Відповідно до вимог ДБН В2.5.-28-2006 розрахуємо КПО [19]:

$$(100 \cdot S_{\text{вікон}} + S_{\text{ліхтарів}}) / S_{\text{підлоги}} = (\text{КПО} \cdot k_3 \cdot h_6 \cdot k_{\text{бюд}} \cdot h_{\text{ліх}}) / (t_{\text{заг}} \cdot r_1 \cdot r_2), \quad (12.1)$$

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

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

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

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | Арк. |
| | | | | | | 121 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$t_{заг}$ – загальний коефіцієнт світлопропускання.

$$t_{заг} = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (12.2)$$

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

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

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

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

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

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

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

$$\rho_{ср} = \frac{\rho_{стелі} S_{стелі} + \rho_{стін} S_{стін} + \rho_{підлоги} S_{підлоги}}{S_{стелі} + S_{стін} + S_{підлоги}} \quad (12.3)$$

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

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

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

З формули (12.2) можемо знайти значення КПО:

$$КПО = (100(S_{в} + S_{ліх}) \cdot t_{заг} \cdot r_1 \cdot r_2) / (k_3 \cdot h_{в} \cdot k_{буд} \cdot h_{ліх} \cdot S_{п}) \quad (12.4)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 122 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Підставивши всі значення до формули (12.4), отримаємо:

$$\text{КПО} = (100 \cdot (1920 + 528) \cdot 0,22 \cdot 2,4 \cdot 1,05) / (1,6 \cdot 6,5 \cdot 1,4 \cdot 4,5 \cdot 8340) = 0,25\%.$$

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

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

- всього 4000 лк;
- від загального 400 лк.

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

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

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

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E \cdot K \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta} \quad (12.5)$$

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

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

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 123 |

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

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

N – кількість світильників.

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

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

Кількість світильників, яка необхідна знаходимо за наступною формулою:

$$N = \frac{S}{L^2}, \quad (12.6)$$

Підставляємо дані до формули (12.6):

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

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

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

Показник приміщення становить $i = 5,3$.

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | Арк. |
| | | | | | | 124 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

За формулою (12.5) визначаємо, що світловий потік світильника становить:

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

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

Визначимо сумарну електричну потужність усіх світильників, встановлених у приміщенні [19]:

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

Штучне освітлення ливарного цеху відповідає нормі штучного освітлення

Для забезпечення нормованих значень освітленості в приміщенні потрібно проводити чищення скла віконних рам і світильників не рідше двох разів у рік і проводити своєчасну заміну перегорілих ламп. Недостатність освітлення призводить до напруження зору, послаблює увагу, призводить до настання передчасної стомленості. Надмірно яскраве освітлення викликає осліплення, роздратування і різь в очах. Неправильний напрямок світла на робочому місці може створювати різкі тіні, відблиски, тому настільки важливий правильний розрахунок освітленості [19].

Схема розташування світильників зображена на рис.12.1.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 125 |

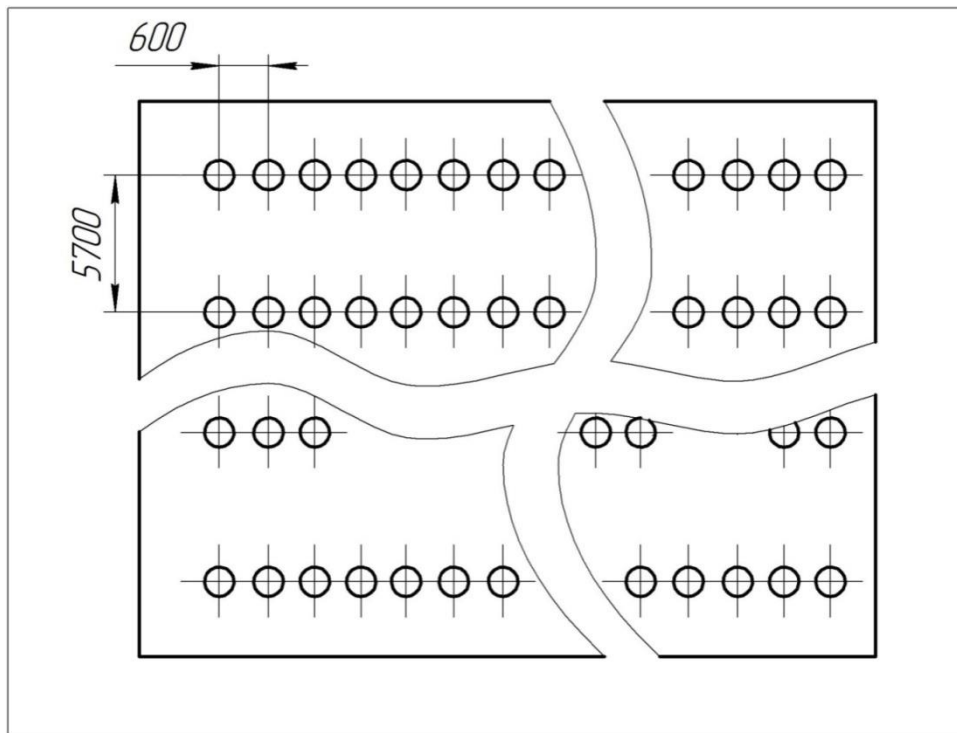


Рисунок 12.1– Схема розташування світильників

12.4 Випромінювання

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

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

У процесі заливання металу, тверднення виливків, транспортування їх на дільницю охолодження, робітники знаходяться в зоні інфрачервоного випромінювання. Згідно ДСН 3.3.6.042 – 99, тепловий потік у робочій зоні не повинен перевищувати 140 Вт/м^2 . Обов'язковим є використання засобів індивідуального захисту. Інфрачервоне випромінювання може визвати ряд патологічних змін в організмі людини: кон'юнктивіт, помутніння кришталика, опік сітчатки, порушення в серцево-судинній та нервовій системах[17].

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

ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ

Арк.

126

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

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

Як індивідуальні засоби захисту використовують одяг із радіо тканини [22].

12.5 Джерела шуму

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

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

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

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

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 127 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

частин, які разом ударяються. Над обладнанням, яке шумить, знаходяться шумопоглиначі – плоскі та об'ємні звукопоглинальні елементи[23].

12.6 Загазованість та запилення

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

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

Згідно ГОСТ 12.1.005-88 пил, який виділяється (діоксид кремнію), відноситься до фіброгенних речовин. Пил, який попадає в організм людини через дихальні шляхи, може призвести до розвитку професійних захворювань пилового бронхіту, силікозу, пневмоконкозу [14].

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

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

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | Арк. |
| | | | | | | 128 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

У табл. 12.2 наведено склад розчинника і токсикологічні характеристики його компонентів [15].

Таблиця 12.2 – Токсикологічні характеристики протипригарного покриття VELVACOAT ST 603

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

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

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Виготовлення стрижнів для виливків виконують із піщано-смоляної суміші, що твердіє в контактi з холодною оснасткою. Зв'язувальним компонентом для стрижневої суміші використовують феноло-формальдегідну смолу. При заповненні разової піщано-глинястої форми рідким металом виділяються токсичні гази. При заповненні форм з моделями що газифікуються, виділяється фосген, небезпечний токсичний газ.

Для зменшення викидів токсичних газів у атмосферу застосовується газоочисна установка АБХУ КВФ-05/15.

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

У табл. 12.3 наведені порівняльні дані за обсягами шкідливих газовиділень, віднесені до одного граму фуранової смоли при її деструкції.

Таблиця 12.3 – Питомі об'єми газовиділень за 1 годину при заливці охолодженні форм.

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

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

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

12.7 Елетробезпека

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

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

– організаційно-соціальні причини.

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

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

Класифікація методів безпечної експлуатації електроустановок:

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

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

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

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

Недоступність струмопровідних частин забезпечується наступними методами:

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 132 |

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

Згідно з «Правилами налаштування електрообладнання» допустимий опір заземлювального пристрою, для устаткування напругою до 1000 В і потужністю 100 кВт дорівнює 4 Ом. Довжина заземлювача 3 м, ширина 40 мм, відстань від поверхні до заземлювача 0,6 м [20].

12.8 Протипожежна безпека

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

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

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

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

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

Для забезпечення протипожежної безпеки передбачені наступні заходи:

- навколо цеху розміщений зовнішній водопровід, який має гідранти, розташовані через 100 м;
- передбачені проїзні дороги;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 133 |

– біля можливих місць виникнення пожежі розміщений такий інвентар: вогнегасники, як первинні засоби для боротьби з вогнем, а також: відра, ящики з піском, діжки з водою, лопати, пожежні ломи, багри, сокири, азбестове полотно;

– всі ємності з палим та вибухонебезпечними речовинами ізолювані і розташовані на необхідній відстані від можливих джерел появи полум'я; випадок виникнення пожежі передбачена сигналізація та прямий телефонний зв'язок з пожежною охороною.

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

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

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

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

Гарячі поверхні трубопроводів, опалювального устаткування ізолювані матеріалами, які не горять[24].

План евакуації зображений на рисунку 12.2.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 134 |

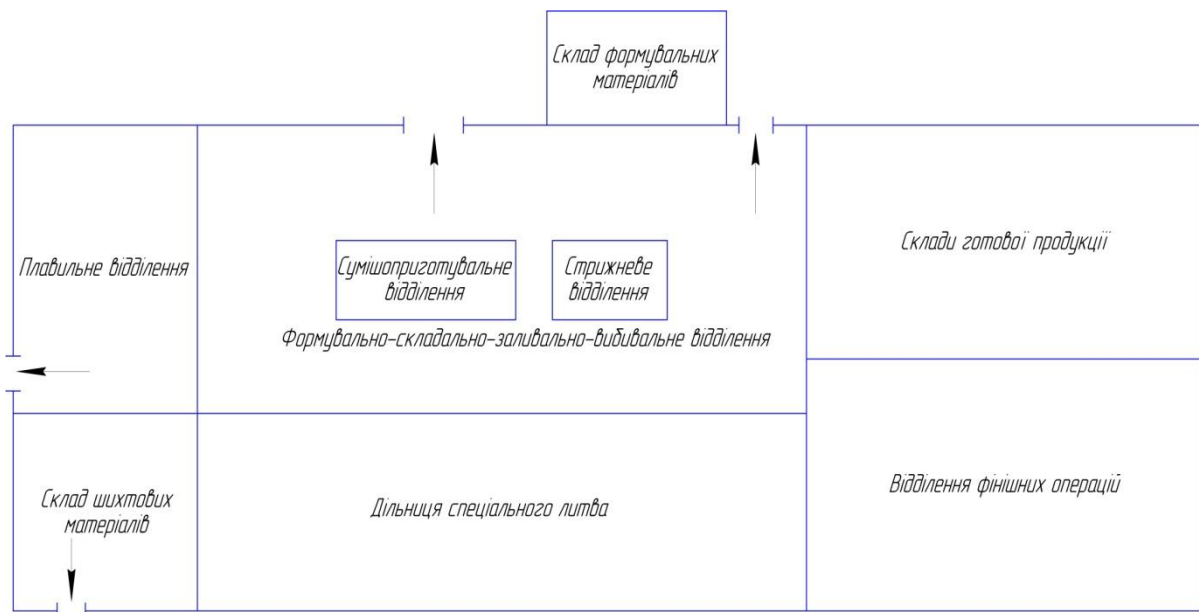


Рисунок 12.2 – Схема евакуації цеху

12.9 Захист навколишнього середовища

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

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

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 135 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

12.10 Безпека виготовлення виливка «Форсунка евольвентна»

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

Форма для даного виливка виготовляється із разової піщано – глинястої суміші. Форма виготовляється на формувальній машини FOROMAT 40. У зв'язку з тим, що під час формування виділяється пил із суміші, формувальник використовує засоби індивідуального захисту респіратор та окуляри. Робоче місце для виготовлення ливарних форм облаштоване місцевою вентиляцією.

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

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

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

Після вилучення виливка, його кладуть у короб, після заповнення якого кранбалкою передають у відділення фінішних операцій. У цьому відділенні виконується відокремлення від виливка ливниково-живильної системи. При

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 136 |

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

12.11 Забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях

Відповідно до причин походження подій, що можуть зумовити виникнення НС на території України, розрізняються [24]:

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

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

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

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

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

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).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 137 |

Якщо пожежа трапилась, потрібно виконувати наступні правила:

- не створювати паніки;
- чітко усвідомлювати порядок виходу з приміщень;
- допомагати іншим робітникам у разі необхідності[24].

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | <i>ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 138 |

13 БІЗНЕС-ПРОЕКТ

13.1 Команда

ТОВ «Керуюча компанія «ДЛМЗ»», м. Дунаївці, Хмельницька обл.

Лідер команди:

Савощенко Г.В. (студент)

Генератор ідей:

Ямшинський М.М. (к.т.н., доцент)

Маркетолог:

Івахненко М.О. (студент)

Технолог:

Багі Йозеф (студент)

13.2 Назва проекту

«Виготовлення деталі форсунка евольвентна для різних галузей виробництва»

13.3 Короткий опис проекту

Розроблено технологію виготовлення деталі «форсунка евольвентна», яка застосовується при необхідності грубого розпилювання, розрахована на різні витрати рідини в залежності від її тиску.

Оскільки така форсунка надійна в експлуатації, то можливе використання її на оборотній воді, також можливе застосування при очищенні і охолодженні газу.

| | | | | | | | |
|-----------|------|----------------|--------|------|----------------------------------|------|---------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ | | |
| | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | |
| Розроб. | | Савощенко Г.В, | | | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Перевір. | | Ямшинський М. | | | | | |
| | | | | | | 139 | 160 |
| Н. Контр. | | Федоров Г.Є | | | БІЗНЕС-ПРОЕКТ | | |
| Затверд. | | Ямшинський М. | | | | | |
| | | | | | ІФФ, ФЛ-71мп | | |

За видом проект відноситься до проектів «новий продукт на існуючий ринок».

Споживчий сегмент – B2B.

13.4 Бізнес-модель

13.4.1 Цінний продукт

Виготовлення форсунки евольвентної.

13.4.2 Сегмент споживачів

Споживачами запропонованого продукту можуть бути наступні промислові підприємства:

- Виробнича компанія «Українські Хімічні Технології ЛТД»;
- ТОВ «Теплоком»;
- ТОВ «МанКор»;
- Науково-виробнича фірма "Екополімер";
- ПП «Промгазкомплект».

13.4.3 Канали збуту

Використовуються прямі канали збуту. Безпосередній контакт з потенційними покупцями відбувається через візити на підприємства та презентації товару, що дають змогу більш детально ознайомитися з товаром. Також можливий контакт через тематичні та галузеві виставки та конференції. Збут товару здійснюється за допомогою інтернет-ресурсів (інтернет-магазин), послуги компаній перевізників.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 140 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

13.4.4 Взаємодія з споживачами

З конкретним споживачами взаємодія може відбуватися через особисті контакти, по телефону, електронній пошті; можливе застосування програм лояльності.

Із потенційними споживачами – через інформаційні інтернет-ресурси: сайт проекту, блог новин проекту, виставки, конференції.

13.4.5 Дохід (монетизація)

Отримання доходу з продажу готових виробів, а також впровадження своєї технології виготовлення для інших виробників.

13.4.6 Ключові види діяльності

1) Наукова діяльність – це інтелектуальна творча діяльність, спрямована на одержання та використання нових знань. Основними її формами є фундаментальні та прикладні наукові дослідження.

2) Виробництво продукції – певний технологічний процес отримання виробів певної конфігурації та із заданими технологічними та механічними властивостями.

3) Маркетингова діяльність – являє собою творчу управлінську діяльність, завдання якої полягає в розвитку ринку товарів, послуг і робочої сили шляхом оцінки потреб споживачів, а також у проведенні практичних заходів для задоволення цих потреб.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 141 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

13.4.7 Ключові ресурси

Ключові ресурси можна поділити на:

- матеріальні: промислові приміщення, вихідні матеріали, фінансове забезпечення;
- інтелектуальні: технологія виготовлення продукції, охоронні документи (патенти), науково-технічні працівники.

13.4.8 Ключові партнери

Ключовими партнерами є:

- підприємство, яке забезпечує виробничу базу;
- компанії з надання логістичних і маркетингових послуг;
- постачальники сировини та енергоресурсів для виробництва.

13.4.9 Витрати

Витрати на оренду промислових потужностей. Витрати на ресурсозабезпечення, логістику, маркетинг, підтримку інтернет-ресурсів.

13.5 Споживчі властивості товару

Форсунка, отримана за цією технологією виробництва дозволяє отримати дешевший виріб для різних галузей виробництва, ніж аналогічні їй.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 142 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

13.6 Дослідження ринку

За результатами аналізу існуючого ринку продукції аналогічного призначення можна зробити висновок, що виготовлення деталей, які використовуються на сьогодні для виробництва виробів аналогічного призначення можуть програвати за грошовим еквівалентом, тобто бути дорожчими за наш виріб.

13.7 Дослідження конкурентного оточення

Ймовірні конкуренти ТДВ «Булат».

13.8 Маркетингова стратегія просування

Маркетингова стратегія просування проекту складатиметься з:

- просування проекту в мережі Internet;
- участі у галузевих виставках та конференціях;
- проведення презентацій для потенційних покупців;
- зустрічей безпосередньо на підприємствах, які користуються запропонованою продукцією та проведення демонстрацій та «особистих продажів» виробів;
- поступовим опануванням ринку України та виходом на міжнародний ринок.

13.9 Елементи фінансового плану

13.9.1 Опис бізнес-проекту

Мета проекту – отримання прибутку шляхом продажу виробів, виготовлених за розробленою технологією.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 143 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Актуальність проекту – створення конкуренто спроможної технології виготовлення деталі, яка дасть змогу зменшити затрати на використання її в інших галузях виробництва.

13.9.2 Опис товару/послуги/технології

Запропоновану деталь можна використовувати для виготовлення хімічного обладнання, газового обладнання та металургійного.

13.9.3 Маркетинг та продаж

Цільовий сегмент – В2В. Підприємства виробництва хімічного, газового та металургійного обладнання.

Маркетингова стратегія просування проекту на початкових етапах включає в себе:

- просування проекту в мережі Internet;
- участь у галузевих виставках та конференціях;
- проведення презентацій для потенційних покупців.

Для продажу застосовуються прямі канали збуту:

- безпосередній контакт з потенційними покупцями;
- збут через інтернет-ресурси.

13.9.4 Фінансовий план

На поточному етапі існування проекту фінансовий план у необхідному обсязі не прораховувався. Однак, розраховано, що заплановані інвестиції для впровадження у виробництво та виробництва готових виробів в межах одного підприємства-виробника становлять:

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 144 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- оренда промислової потужності: 8000 \$
- відпрацювання технології в умовах виробництва: 2500 \$
- ресурсозабезпечення: 2000 \$
- затрати на логістику, маркетинг, з/п: 5000 \$

Поточна ситуація по проекту:

- проект на стадії відпрацювання та удосконалення технології в лабораторних умовах;
- в наявності є дослідні зразки;

13.9.5 Резюме

Проект призначений для виготовлення виробу в найлегший спосіб з найменшими затратам.

Заплановані інвестиції для впровадження у виробництво на одному підприємстві становлять 17500 \$.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 145 |



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

ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ

ВИСНОВКИ

При виконанні магістерської дисертації були розглянуті та вирішені наступні питання:

1. Розроблені технологічні процеси виготовлення виливків «Форсунка евольвентна» з чавуну СЧ20 та «Гвинт» зі сталі 40ХЛ.

2. Для виливків розроблена технологія ливарної форми, яка передбачає максимальне наближення його за розмірами та конфігурацією до готової деталі, а також підвищення якості металу у відповідних місцях виливка. Для виливка «Форсунка евольвентна» було обрано метод лиття у разові-піщані форми, для виливка «Гвинт» було обрано метод лиття за моделями що газифікуються. Обрані найоптимальніші формувальні та стрижневі суміші, було підібрано оптимальне устаткування, потрібне для виготовлення виливків.

3. Спроектовано ливарний цех, обрано висопродуктивне устаткування, яке виконує всі технологічно необхідні операції на цій ділянці, з урахуванням устаткування, що вже є в наявності на підприємстві. Встановлене допоміжне устаткування для зручності транспортування матеріалів у відділенні та виготовлення виливків.

4. Проведені економічні розрахунки підтверджують доцільність роботи відділення, обраного устаткування та технології виготовлення виливка.

5. Проведений аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів та визначені заходи з покращення екології і зниження негативного впливу виробництва на навколишнє середовище.

6. Було розроблено стартап проект для демонстрації виливка «Форсунка евольвентна».

| | | | | | | | | |
|-----------------|-------------|---------------------|---------------|-------------|--------------------------|---------------|--------------|----------------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | | | |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | ВИСНОВКИ | <i>Літера</i> | <i>Аркуш</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Розроб.</i> | | <i>Савощенко Г.</i> | | | | | | |
| <i>Перев.</i> | | <i>Ямшинський</i> | | | | | 147 | 160 |
| <i>Н.контр.</i> | | <i>Федоров Г.С</i> | | | | | | |
| <i>Затверд.</i> | | | | | | | | |
| | | | | | | ІФФ, ФЛ-71МП | | |

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Федоров Г. Є. «Проектування ливарних цехів»: підруч.: у 2 ч./ Г. Є. Федоров, М. М. Ямшинський, В. Г. Могилатенко та ін. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – Ч. 1. – 588с.
2. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Проектування ливарних цехів» / Укл. В. П. Авдокушин, Г. Є. Федоров. – К. : НТУУ «КПІ», 2000. – 46 с
3. Шуляк В.С. «Литьё по газифицируемым моделям». – СПб.: НПО «Профессионал», 2007. –408с.
4. <http://www.lgm.com.ua>– Литейное оборудование
5. Емельянова А.П., Технология литейной формы: Учеб. Пособие. – М.: Машиностроение, 1979. – 240 с.
6. Дорошенко С.П. Формувальні суміші: Навч. Посібник.- К.: ІЗМН, 1997. – 140 с.
7. В.Я. Сафронов Справочник по литейному оборудованию. М.: Машиностроение, 1985, – 320 с.
8. Аксенов П.Н. Оборудование литейных цехов. М., Машиностроение, 1977. – 134 с
9. Григорьев В. М. Литье по выжигаемым моделям / В. М. Григорьев. – Хабаровск : ХГТУ, 2002. – 56 с.
- 10.. Степанов Ю.А. и др. Технология литейного производства: Специальные виды литья. Учебник для вузов по специальностям «Машины и технология литейного производства», «Литейное производство черных и цветных металлов». – М. : Машиностроение, 1983. – 287с.

| | | | | | | | | |
|-----------------|-------------|---------------------|---------------|-------------|--------------------------|---------------|--------------|----------------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | | | |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Розроб.</i> | | <i>Савощенко Г.</i> | | | ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ | <i>Літера</i> | <i>Аркуш</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Перев.</i> | | <i>Ямшинський М</i> | | | | | 148 | 160 |
| <i>Н.контр.</i> | | <i>Федоров Г.Є</i> | | | | ІФФ, ФЛ-71МП | | |
| <i>Затверд.</i> | | | | | | | | |

11. Закон України про охорону праці [№ 2249-VIII від 19.12.2017.](#)
12. Цивільний захист: Конспект лекцій для студентів соціально-економічного і гуманітарного освітньо-кваліфікаційних рівнів «спеціаліст», «магістр» / Уклад.: Д. В. Зеркалов – К.:НТУУ «КПІ», 2013. – 50 с
13. https://pidruchniki.com/71295/ekologiya/praktichni_metodi_ekologichnogo_zahistu_teo_proektiv
14. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»
15. <http://ukrest.com.ua/index.php/ru/antiprigarnye-pokrytija.html>
16. Жидецький В. Ц., Джигирей В. С., Сторожук В. М. та ін. Практикум із охорони праці. Навчальний посібник / За ред. канд. тех. наук, доцента В. Ц. Жидецького. – Львів, Афіша, 2000 – 352с.
17. ДСН 3.3.6.042-99 «Санитарные нормы микроклимата производственных помещений»
18. Ткачук К.Н., Халімовський М.О., Зацарний В.В. Основи охорони праці. – К.: Основа, 2006. – 448 с.
19. ДНБ В.2.5.-28-2006 «Природне і штучне освітлення»
20. ГОСТ 12.1.038-82 «Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов»
21. Ткачук К.Н., Халімовський М.О., Зацарний В.В. та ін.. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге вид. / За ред.. К.Н.Ткачука і М.О. Халімовського. – К.: Основа, 2006. – 448 с.
22. ДСН 239-96 «Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань»
23. Ю. П. Шаповалов, А. С. Галибус, С. С. Дешиц, А. В. Прибылов, УП «Промышленные экологические системы»
24. ДБН В.1.1.7-2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва
25. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования»

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 149 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ДОДАТКИ

| | | | | | | | | |
|-----------------|----------------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------|---------------|--------------|----------------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ | | | |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | ДОДАТКИ | <i>Літера</i> | <i>Аркуш</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Розроб.</i> | <i>Савощенко Г.</i> | | | | | | 150 | 160 |
| <i>Перев.</i> | <i>Ямшинський М.</i> | | | | | | | |
| <i>Н.контр.</i> | <i>Федоров Г.С</i> | | | | | | | |
| <i>Затверд.</i> | | | | | | | | |
| | | | | | | ІФФ, ФЛ-71МП | | |

ДОДАТОК А

ВИКОРИСТАНІ СТАНДАРТИ

Терміни

ДСТУ 2541-94 Виробництво ливарне. Терміни та визначення.

ГОСТ 18169-86 Процессы технологические литейного производства. Термины и определения.

ГОСТ 17819-84 Оснастка технологическая литейного производства. Термины и определения.

ГОСТ 18111-93 Оборудование технологическое для литейного производства. Термины и определения.

ГОСТ 26645-85 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы припуски на механическую обработку.

Формувальні матеріали

ГОСТ 2138-91 Формовочные пески. Общие технические условия.

ГОСТ 28177-89 Глины формовочные бентонитовые. Общие технические условия.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 151 |

Модельна оснастка

ГОСТ 3112-92 Комплекты модельные. Уклоны формовочные, стержневые знаки, допуски размеров.

ГОСТ 15019-69 Втулки центрирующие и направляющие для литейных опок.

ГОСТ 19385-74 Втулки для стержневых ящиков.

ГОСТ 19382-74 Штыри фиксирующие для стержневых ящиков.

ГОСТ 22965-78 Штиры для литейных опок.

ГОСТ 22966-78 Скобы литок крепежные для литейных опок.

ГОСТ 19367-74 Борта алюминиевых стержневых ящиков. Размеры.

ГОСТ 19406-74 Ящики стержневые алюминиевые разъемные. Крепления откидными болтами.

ГОСТ 21079-75 Стенки, борта и ребра жесткости металлических литейных моделей. Размеры.

ГОСТ 21080-75 Приливы металлических литейных моделей под крепежные детали. Размеры.

ГОСТ 20342-74 Модели литейные металлические. Крепление моделей болтами на металлических модельных плитах.

ГОСТ 19370-74 Толщина стенок и ребра жесткости алюминиевых стержневых ящиков. Размеры.

ГОСТ 19395-74 Венты литые для стержневых ящиков. Конструкция и размеры.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 152 |

Модельні плити

ГОСТ 20131-74 Плиты модельные. Типы. Основные размеры.
Технические требования.

Опоки

ГОСТ 15002-69 Опоки литейные цельнолитые чугунные прямоугольные
размерами в свету: длиной от 600 до 900 мм, шириной от 500 до 700 мм,
высотой от 125 до 400 мм. Конструкция и размеры

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------------|------|
| | | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 153 |

| Форм. | Зона | Поз. | Позначення | Найменування | Кол. | Прим. | |
|---------|--------------|----------|---------------------------|------------------------------------|--------------|-------|--|
| | | | | | | | |
| | | | | <u>Документація</u> | | | |
| | | | | | | | |
| A0 | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.0001МД | План цеху | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | <u>Складальні одиниці</u> | | | |
| | | | | | | | |
| | | 1 | ФЛ71МП.71МП11.1110.0001МД | Індукційна піч <i>GW-1-750/1JJ</i> | 2 | | |
| | | 2 | ФЛ71МП.71МП11.1110.0001МД | Шкаф управління | | | |
| | | | | плавильним комплексом | 1 | | |
| | | 3 | ФЛ71МП.71МП11.1110.0001МД | Шкаф управління | 1 | | |
| | | | | енергопостачанням | 1 | | |
| | | 4 | ФЛ71МП.71МП11.1110.0001МД | Шкаф управління | | | |
| | | | | охолодженням печі | 1 | | |
| | | 5 | ФЛ71МП.71МП11.1110.0001МД | Ливарний конвеєр | 1 | | |
| | | 6 | ФЛ71МП.71МП11.1110.0001МД | Формувальна машина | | | |
| | | | | FOROMAT 40 | 2 | | |
| | | 7 | ФЛ71МП.71МП11.1110.0001МД | Стіл ручної формовки | 2 | | |
| | | 8 | ФЛ71МП.71МП11.1110.0001МД | Змішувач періодичної дії | 8 | | |
| | | | | з вертикальнообертливими | | | |
| | | | | котками 1A11 | 1 | | |
| | | | | | | | |
| | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ | | | | |
| Изм | Лист | № докум. | Подп | Дата | | | |
| Разраб. | Савоценко Г. | | | | Лит. | | |
| Пров. | Ямшинський | | | | Лист | | |
| Т.конт | | | | | Листов | | |
| Н.конт | Федоров Г. | | | | 154 160 | | |
| Утв | | | | | ІФФ, ФЛ-71МП | | |
| | | | | | | | |

| Форм. | Зона | Поз. | Позначення | Найменування | Кол. | Прим. | | |
|---------|------|--------------|---------------------------|---------------------------|--------------|--------------|------|------|
| | | | | | | | | |
| | | | | Документація | | | | |
| A1 | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.0005МД | Стрижневий ящик | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | <u>Складальні одиниці</u> | | | | |
| | | 1 | ФЛ71МП.71МП11.1110.0005МД | Корпус ящика лівий | 1 | АК7 | | |
| | | 2 | ФЛ71МП.71МП11.1110.0005МД | Корпус ящика правий | 1 | АК7 | | |
| | | 3 | ФЛ71МП.71МП11.1110.0005МД | Броня | 1 | Ст3 | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | <u>Стандартні вироби</u> | | | | |
| | | | | Вента 0292-1171 | 15 | | | |
| | | | | ГОСТ 19395-74 | | | | |
| | | | | Втулка центрувальна | 4 | | | |
| | | | | 0292-0541 ГОСТ 19385-74 | | | | |
| | | | | Штир центрувальний | 2 | | | |
| | | | | 0292-0391 ГОСТ 19382-74 | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ | | | | | |
| Изм | Лист | № докум. | Подп | Дата | | | | |
| Разраб. | | Савоценко Г. | | | Специфікація | ІФФ, ФЛ-71МП | | |
| Пров. | | Ямишинський | | | | | Лит. | Лист |
| Т.конт | | | | | | | | 157 |
| Н.конт | | Федоров Г. | | | | | | 160 |
| Утв | | | | | | | | |

| Форм. | Зона | Поз. | Позначення | Найменування | Кол. | Прим. | | |
|---------|------|--------------|---------------------------|----------------------------|--------------|--------------|------|------|
| | | | | <u>Документація</u> | | | | |
| A1 | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.0006МД | Форма в сборі | | | | |
| | | | | <u>Стандартні вироби</u> | | | | |
| | | 1 | ФЛ71МП.71МП11.1110.0006МД | Верхня опока ГОСТ 14998-69 | 1 | | | |
| | | 2 | ФЛ71МП.71МП11.1110.0006МД | Нижня опока ГОСТ 14998-69 | 1 | | | |
| | | | | <u>Стандартні вироби</u> | | | | |
| | | | | Штир напрямний 0290-0102 | | | | |
| | | | | ГОСТ 22965-78 | 1 | | | |
| | | | | Штир центрувальний | | | | |
| | | | | 0290-0111 ГОСТ 22965-78 | 1 | | | |
| | | | | Втулка напрямна 0290-1252 | | | | |
| | | | | ГОСТ 15019-69 | 2 | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | ФЛ71МП.71МП11.1110.000.ПЗ | | | | |
| Изм | Лист | № докум. | Подп | Дата | | | | |
| Разраб. | | Савощенко Г. | | | Специфікація | ІФФ, ФЛ-71МП | | |
| Пров. | | Ямишинський | | | | | Лит. | Лист |
| Т.конт | | | | | | | | 158 |
| Н.конт | | Федоров Г. | | | | | | 160 |
| Утв | | | | | | | | |

