

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Механіко-технологічний факультет

Кафедра матеріалознавства та ливарного виробництва

# Пояснювальна записка

## до магістерської роботи

Магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: *«Проект ливарного цеху високоміцного чавуну річною продуктивністю 7 200т придатного литва з підвищенням ефективності технології ковшового модифікування чавуну з компактною формою графіту»*

**Виконав:** магістрант ІІ курсу, групи ОЛ-20М-1,4  
напряму підготовки 13 Механічна інженерія  
спеціальності 131 Прикладна механіка  
спеціалізація: "Обладнання та технології ливарного виробництва"

**Магістрант** \_\_\_\_\_ Єгор ДЮДІН

**Науковий керівник:** \_\_\_\_\_ Олександр КУЗИК

**Консультант:**  
з економічної частини \_\_\_\_\_ Наталія СИСОЛІНА

**Допустити до захисту:** \_\_\_\_\_ Володимир КРОПІВНИЙ

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

## АНОТАЦІЯ

Представлена магістерська робота присвячена проекту ливарного цеху високоміцного чавуну річною продуктивністю 7 200т придатного литва з підвищенням ефективності технології ковшового модифікування чавуну з компактною формою графіту. Робота має 5 частин, пояснювальної записки та 12 аркушів графічної частини.

В загальній частині обґрунтовано вибір місця розташування ливарного цеху. Розраховано виробничу програму ливарного цеху, фондів часу роботи обладнання, робітників та основних відділень цеху, а також шихту та баланс металу на 1 т придатного литва. Розроблено план ливарного цеху, визначено площі допоміжних відділень, складів та підібрано необхідне обладнання. Обґрунтовано тему магістерської роботи, поставлена мета та задачі.

В технологічній частині розраховано ливниково-живильну систему та розроблено технологічний процес виготовлення виливка – "Маточина". Розроблено технологічні креслення модельного комплекту верху, низу, стержневого ящика та форми в зборі.

В науковій частині проведено аналіз технологій ковшового модифікування високоміцного чавуну. Показано, що найбільш перспективним та економічним способом ковшового модифікування є «сендвіч-процес», який забезпечує необхідний час заливки, уникає спливання модифікатора у процесі заповнення ковша та отримання стабільного структурного стану виливків.

Порівняльним аналізом факторів, які впливають на ефективність технології ковшового модифікування високоміцного чавуну виявлено, що значну роль на ці процеси відіграє хімічний склад модифікуючих лігатур а також тривалість збереження сфероїдизуючого ефекту.

Встановлено залежності ступеня сфероїдизації графіту від кількості залишкового магнію в чавуні при ковшовому модифікуванні лігатурами Ni-Mg та ФСМг7. Показано, що для забезпечення кулястої форми графіту, мінімальний вміст залишкового магнію становить  $\geq 82\%$ . Для чавуну модифікованого Ni-Mg-лігатурою залишкова масова частка магнію має бути більшою 0,045%, при використанні ФСМг7  $\geq 0,038\%$ .

Показано, що використання модифікатора ФСМг7 менш впливає на погіршення форми графіту в чавуні в порівнянні з Ni-Mg-лігатурою, що обумовлює отримання кулястого графіту в виливках при більш тривалому часі витримки модифікованого чавуну, а саме тривалість модифікуючої дії ФСМг7 у 1,3...1,8 раз більша, ніж Ni-Mg-лігатури

Побудовано залежності степеню сфероїдизації графіту та вмісту залишкового магнію від часу витримки в ковші модифікованого чавуну Ni-Mg та ФСМг7 лігатурами. Встановлено, що швидкість видалення магнію з чавуну на початку витримки при ковшовому модифікуванні з використанням модифікатора ФСМг7 у 2,5...4,5 рази нижча в порівнянні з Ni-Mg-лігатурою.

В енергетичній частині проведено розрахунки потреби ливарного цеху в технологічній, силовій та освітлювальній електроенергії, а також розраховано річну потребу у воді, стисненого повітря пари та палива.

В економічній частині розраховано основні техніко-економічних показників ливарного цеху та заробітної плати, а також, собівартість 1 т. рідкого та придатного литва.

Магістерська робота містить        аркуша пояснювальної записки, графічна частина складається з 12 аркушів формату А1.

|                                                                      |  |
|----------------------------------------------------------------------|--|
| Вступ.....                                                           |  |
| .                                                                    |  |
| 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....                                              |  |
| 1.1 Вибір та обґрунтування місця розташування ливарного цеху.....    |  |
| 1.2 Річна виробнича програми ливарного цеху.....                     |  |
| 1.3 Річний фонд часу роботи працюючих та устаткування.....           |  |
| 1.4 Розрахунок плавильного відділення.....                           |  |
| 1.4.1 Характеристика сплаву, що виплавляється.....                   |  |
| 1.4.2. Розрахунок балансу метала.....                                |  |
| 1.4.3 Розрахунок кількості плавильних агрегатів.....                 |  |
| 1.4.4 Розрахунок кількості ковшів.....                               |  |
| 1.4.5 Розрахунок шихти.....                                          |  |
| 1.4.6 Будова та робота плавильного відділення.....                   |  |
| 1.5 Формувально-заливочно-вибивне відділення.....                    |  |
| 1.5.1 Розрахунок кількості формувального обладнання.....             |  |
| 1.6 Стержньове відділення.....                                       |  |
| 1.6.1 Будова та принцип роботи стержневого відділення.....           |  |
| 1.7 Сумішоприготувальне відділення.....                              |  |
| 1.7.1 Будова та принцип роботи сумішоприготувального відділення..... |  |
| 1.8 Проектування і розрахунок очисного відділення.....               |  |
| 1.8.1 Розрахунок кількості верстатів для зачистки відливків.....     |  |
| 1.8.2 Ґрунтування відливків.....                                     |  |
| 1.9 Проектування і розрахунок допоміжних діляниць.....               |  |
| 1.9.1 Площі під лабораторії і комори.....                            |  |
| 1.10 Розрахунок складів ливарного відділення.....                    |  |
| 1.11 Обґрунтування вибору теми магістерської роботи.....             |  |
| 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....                                          |  |
| 2.1 Аналіз конструкції деталі і технологічних умов на виливок.....   |  |
| 2.2 Розробка технологічного процесу виготовлення виливка.....        |  |

|                                                                                                                                          |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 2.2.1. Визначення положення відливка у формі.....                                                                                        |  |
| 2.2.2 Вибір припусків на механічну обробку і усадку, радіусів галтелей і формувальних ухилів, розміри стержнів та стержневих знаків..... |  |
| 2.2.3. Вибір обладнання для виготовлення ливарних форм та стержнів.....                                                                  |  |
| 2.3 Розрахунок і конструювання ливникової системи.....                                                                                   |  |
| 2.3.1 Вибір місця підводу металу та типу ливникової системи .....                                                                        |  |
| 2.3.2 Визначення оптимальної швидкості заливки.....                                                                                      |  |
| 2.3.3. Визначення площі перерізу каналів ливникової системи.....                                                                         |  |
| 2.4 Технологічний процес виготовлення виливка.....                                                                                       |  |
| 2.5. Опис процесу проектування ливарного оснащення .....                                                                                 |  |
| 2.6 Контроль якості виливка.....                                                                                                         |  |
| 3. НАУКОВА ЧАСТИНА.....                                                                                                                  |  |
| 3.1 Застосування високоміцного чавуну з кулястим графітом та його властивості.....                                                       |  |
| 3.2 Аналіз сучасних способів ковшового модифікування чавуну.....                                                                         |  |
| 3.3 Аналіз впливу модифікування на формування високоміцних чавунів з кулястим графітом.....                                              |  |
| 3.4 Методи досліджень хімічного складу, структури високоміцних чавунів та вибір суміші для модифікування.....                            |  |
| 3.4.1. Характеристика та вибір суміші для модифікування.....                                                                             |  |
| 3.4.2. Методика досліджень хімічного складу високоміцного чавуну.....                                                                    |  |
| 3.4.3 Методика проведення металографічних досліджень високоміцного чавуну.....                                                           |  |
| 3.5 Дослідження сфероїдируючого ефекту при ковшовому модифікуванні високоміцного чавуну з компактною формою графіту.....                 |  |
| Висновки по науковій частині.....                                                                                                        |  |
| 4. ЕНЕРГЕТИЧНА ЧАСТИНА.....                                                                                                              |  |
| 4.1. Річна потреба в електроенергії.....                                                                                                 |  |
| 4.2. Річна потреба ливарного цеху у воді.....                                                                                            |  |
| 4.3. Річна потреба ливарного цеху в стисненому повітрі.....                                                                              |  |
| 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....                                                                                                               |  |

|                                                                  |  |
|------------------------------------------------------------------|--|
| 5.1. Розрахунок капітальних вкладень.....                        |  |
| 5.2. Техніко-економічна частина.....                             |  |
| 5.2.1. Складання штатного розкладу працюючих ливарного цеху..... |  |
| 5.2.2. Чисельність допоміжних робітників.....                    |  |
| 5.3 Розрахунок фонду заробітної плати працівників.....           |  |
| 5.4 Калькуляція собівартості виливків.....                       |  |
| Загальні висновки.....                                           |  |
| Список використаних джерел.....                                  |  |
| Додатки.....                                                     |  |
| ...                                                              |  |

# 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

## 1.1 Вибір та обґрунтування місця розташування ливарного цеху

Проектування та вибір місця розташування ливарного цеху необхідно згідно Правил охорони праці у ливарному виробництві (заводів, цехів, дільниць). Для роботи ливарного цеху необхідна наявність розвиненої виробничої та невиробничої інфраструктури. Тому потрібно враховувати наявність або близькість проходження автомобільних магістралей, залізничних під'їзних шляхів, джерел енергопостачання, газопроводів або інших трубопроводів, палива, води, трудових ресурсів та ін. [1]. Сировина і готова продукція перевозяться залізничним та автомобільним транспортом. Деякі види сировини можна транспортувати по трубопроводах, що значно дешевше. Формувальні і стержньові піски передбачається постачати залізницею з Дніпровського кар'єру. Розташування ливарного цеху в місті ускладнює доставка матеріалів та вивезення відходів через великі транспортні потоки, неможливість розширення площі цеху та заводу через житлові комплекси навколо них, естетичний вигляд, екологію та ін.

Оскільки ливарне обладнання споживає велику кількість електричної енергії і води, необхідне постачання технічної води із водоочисних споруд та питної вода з свердловин розташованих за межами заводу. Енергопостачання здійснювати від енергосистем через підстанцію і цехові трансформаторні підстанції. Розподіл електроенергії здійснювати по радіальним і магістральним схемам напругою електричної мережі цеху 380/220В.

При розміщенні ливарного цеху потрібно враховувати і екологічні проблеми. Місце побудови цеху необхідно вибрати на околиці міста, подалі від житлових будівель, через великі виділення пилу та шкідливих елементів, що погіршують здоров'я жителів міста, вибухонебезпечність та ін. фактори. Необхідно правильно розрахувати "розу вітрів", щоб цех знаходився з підвітряного боку від населеного пункту, з переважними напрямками вітру: взимку – південно-східний, влітку – північно-західний.

Таким чином, ливарний цех було вирішено розташувати за межами міста. Причинами такого розташування стали естетичний вигляд, збереження екології житлових кварталів та здоров'я жителів. Новий цех відповідає усім нормам безпеки, цех має доступ до питної та технічної води, має побудовану систему каналізації, доступ до електроенергії, знаходиться на достатній відстані щоб приносити як найменше шкоди природі та жителям міста, має доступ до транспортних доріг. Прийнявши до уваги всі ці фактори розташування нового цеху доцільне.

## **1.2 Річна виробнича програми ливарного цеху**

Кожний ливарний цех призначений для випуску визначеного виду продукції. Річна кількість продукції цеху складає його виробничу програму, яка є основним документом для розробки технологічної частини проекту. Програма містить завдання на річний випуск лиття по кожному виробу основної продукції, запасних частин, лиття для інших заводів і лиття для власних потреб. В програму включається також випуск відливків на перекриття браку ливарного і механічного цехів.

У виробничу програму цеху входить литво для: основної продукції заводу; запасних частин; запуску виробництва; внутрішніх (власних) потреб ливарного цеху.

За завданням на магістерське проектування продуктивність цеху складає 7800 тон придатного литва на рік. Розрахунок виконано на ПК за допомогою блоку розрахункових програм "Proekt" [3], та наведено в Додатку А.

В розрахунковій програмі враховується: кількість відливків на виріб; кількість виробів на програму; відсоток браку відливків; чорнова маса одного відливка; маса ливників на один відливок.

На основі розрахункової відомості виконують необхідні при проектуванні розрахунки при складанні відомостей для розрахунку відділень цеху.

Режим роботи цеху встановлюється на основі аналізу виробничої програми. Як найбільш оптимальний, вибираємо паралельний режим роботи цеху в дві зміни. Який передбачає виконання всіх технологічних операцій одночасно на різних виробничих дільницях цеху [4]. Таким чином, даний цех відноситься до серійного типу виробництва. По встановленому режиму роботи визначаємо фонди часу.

### 1.3 Річний фонд часу роботи працюючих та устаткування

Фонди часу – це той час, коли робітник і обладнання працюють над виготовленням деталей. При проектуванні ливарного цеху, розрахунку економічної частини застосовуємо наступні фонди часу – роботи обладнання, робочих місць, робітників, календарний, номінальний, дійсний.

Календарний фонд часу визначаємо за формулою:

$$\Phi_k = T_k \cdot S \cdot t, \quad (1.1)$$

де  $T_k$  – календарний рік, днів;

$S$  – кількість змін;

$t$  – тривалість зміни, год.

$$\Phi_k = 365 \cdot 2 \cdot 8 = 5840 \text{ год.}$$

Номінальний фонд  $\Phi_n$  – час, який витрачається на виконання роботи за прийнятим режимом без врахування неминучих втрат при однозмінній роботі визначаються за формулою:

$$\Phi_n = 40 \cdot 52 - T_{np} \cdot 8 - T_{нд} \cdot 1 \quad (1.2)$$

де 40 – кількість робочих годин за тиждень;

52 – кількість тижнів за рік;

$T_{np}$  – кількість святкових днів,  $T_{np} = 11$ ;

$T_{нд}$  – кількість передсвяткових днів, у які тривалість робочого дня (зміни) зменшується на 1 год.,  $T_{нд} = 6$ .

$$\Phi_n = 40 \cdot 52 - 11 \cdot 8 - 6 \cdot 1 = 1986 \text{ год.}$$

Дійсний річний фонд часу роботи устаткування (робочих місць) визначається таким чином:

$$\Phi_{dy} = \Phi_n \cdot S \cdot (1 - 0,01 \cdot f), \quad (1.3)$$

де  $\Phi_n$  – номінальний фонд часу при однозмінній роботі;

$S$  – кількість змін;

$f$  – регламентовані простої устаткування [4].

Визначаємо дійсний фонд часу роботи плавильного устаткування:

$$\Phi_{\partial y} = 1986 \cdot 2 \cdot (1 - 0,01 \cdot 6) = 3734 \text{ год.}$$

Для автоматичних ліній:  $\Phi_{\partial y} = 1986 \cdot 2 \cdot (1 - 0,01 \cdot 12) = 3495 \text{ год.}$

Для стержневих автоматів:  $\Phi_{\partial y} = 1986 \cdot 2 \cdot (1 - 0,01 \cdot 12) = 3494 \text{ год.}$

Для сумішоприготувального обладнання:  $\Phi_{\partial y} = 1986 \cdot 2 \cdot (1 - 0,01 \cdot 10) = 3575 \text{ год.}$

Для очисного обладнання:  $\Phi_{\partial y} = 1986 \cdot 2 \cdot (1 - 0,01 \cdot 10) = 3575 \text{ год.}$

Всі інші типи обладнання:  $\Phi_{\partial y} = 1986 \cdot 2 \cdot (1 - 0,01 \cdot 4) = 3813 \text{ год.}$

Дані розрахунку фондів часу устаткування заносимо до табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Фонди часу роботи устаткування

| Вид обладнання                 | Номінальний фонд часу, год. | Кількість змін | Регламентовані втрати, % | Дійсний фонд часу, год. |
|--------------------------------|-----------------------------|----------------|--------------------------|-------------------------|
| Плавильне                      | 1986                        | 2              | 6                        | 3734                    |
| Автоматичні лінії (формівне)   | 1986                        | 2              | 12                       | 3495                    |
| Стержневі автомати             | 1986                        | 2              | 12                       | 3495                    |
| Сумішоприготувальне (Змішуюче) | 1986                        | 2              | 10                       | 3575                    |
| Очисне                         | 1986                        | 2              | 10                       | 3575                    |
| Все інше обладнання            | 1986                        | 2              | 4                        | 3813                    |

Дійсний фонд часу робітників визначається за формулою:

$$\Phi_{\partial p} = \Phi_n \cdot (1 - 0,01 \cdot C), \quad (1.4)$$

де  $C$  – втрати часу в % на невиходи на роботу з поважних причин,  $C = 10 \dots 12\%$ .

Для робітників, які безпосередньо зайняті в процесі виготовлення відливок:

$$\Phi_{\partial p} = 1986 \cdot (1 - 0,01 \cdot 12) = 1747 \text{ год.}$$

Для інших робітників:

$$\Phi_{\partial p} = 1986 \cdot (1 - 0,01 \cdot 10) = 1787 \text{ год.}$$

Дійсний фонд часу робочих місць приймаємо рівним номінальному фонду.

Отримані фонди часу використовуються для визначення кількості технологічного обладнання.

## 1.4 Розрахунок плавильного відділення

### 1.4.1 Характеристика сплаву, що виплавляється.

Згідно вихідних даних відливки виготовляються з високоміцного чавуну ВЧ

450 ДСТУ 3925-99. Хімічний склад та механічні властивості даного ливарного сплаву по якому проводиться розрахунок ливарного цеху, що проектуємо, зводимо до таблиць 1.2, 1.3

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сплаву ВЧ-450

| Марка сплаву | Вміст хімічних компонентів у сплаві, % |           |           |      |     |
|--------------|----------------------------------------|-----------|-----------|------|-----|
|              | C                                      | Si        | Mn        | S    | P   |
| ВЧ 450       | 2,7...3,8                              | 1,9...2,9 | 0,2...0,6 | 0,02 | 0,1 |

Таблиця 1.3 – Механічні властивості сплаву ВЧ-450

| Марка сплаву | Тимчасовий опір розриву, МПа | Відносне видовження, % | Твердість НВ, МПа |
|--------------|------------------------------|------------------------|-------------------|
| ВЧ-450       | 450                          | 10                     | 140...225         |

У залежності від хімічного складу, умов кристалізації та способів обробки у рідкому стані можна одержати різні за структурою і властивостями чавуни [6]. Високоміцний чавун з кулястим графітом (ВЧ) характеризується поєднанням високих механічних і технологічних властивостей. Рідинотекучість чавуну з кулястою формою графіту краща, ніж у сірого чавуну високих марок, що дозволяє виготовляти відливки із товщиною стінок 3...5 мм. Але цей чавун схильний до утворення усадочних раковин і тріщин, вільна лінійна усадка складає приблизно 1 %. Відливки з цього чавуну успішно замінюють відливки із ковкого і сірого чавуну, кольорових сплавів і ливарних сталей. Виробництво чавуну з кулястим графітом вимагає підвищені вимоги до шихтових матеріалів і плавильних агрегатів (підвищена температура рідкого чавуну, низький вміст сірки та фосфору, відсутність у шихті елементів–деглобуляризаторів).

#### 1.4.2 Розрахунок балансу металу.

На основі даних відомостей розраховуємо масу металеві завалки для плавильних печей.

$$M = \frac{П + Л + Б}{100 - C - У} \cdot 100, \quad (1.5)$$

де  $П, Л, Б$  – відповідно придатне литво, ливники та брак, т;

$C$  – зливи та сплески, прийняті по виробничим даним, %;

$У$  – угар і безповоротні втрати, прийняті по виробничим даним, %.

Для сплаву ВЧ-450-10:

$$M = \frac{100 \cdot (7200,07 + 1225,7 + 275,22)}{100 - 3 - 5} = 9457,6 \text{ т.}$$

Відносний вміст придатного литва, ливників, браку від металозавалки визначаємо за формулами:

$$\text{Придатне литво} \quad n = \frac{\Pi}{M} \cdot 100\%, \quad (1.6)$$

$$\text{Ливники} \quad \lambda = \frac{\mathcal{L}}{M} \cdot 100\% \quad (1.7)$$

$$\text{Брак} \quad \delta = \frac{B}{M} \cdot 100\%, \quad (1.8)$$

де  $\Pi$  – вага придатного литва, т ;

$\mathcal{L}$  – вага ливників, т;

$B$  – вага браку, т.

$$\Pi = \frac{7200,07}{9457,6} \cdot 100 = 76,13 \%$$

$$\mathcal{L} = \frac{1225,7}{9457,6} \cdot 100 = 12,96 \%$$

$$B = \frac{275,22}{9457,6} \cdot 100 = 2,91 \%$$

Масова доля угару і безповоротних втрат, зливів та сплесків для високоміцного чавуну марку ВЧ-450-10 визначаємо за формулами, т:

$$Y = \frac{y}{100} \cdot M \quad (1.9)$$

$$C = \frac{c}{100} \cdot M \quad (1.10)$$

де  $y$  – угар, %;

$c$  – зливи та сплески, %.

Для сплаву ВЧ-450:

$$Y = \frac{5}{100} \cdot 9457,6 = 472,88 \text{ т}$$

$$C = \frac{3}{100} \cdot 9457,6 = 283,73 \text{ т}$$

Кількість рідкого металу визначаємо за формулою, т:

$$Q_{\text{рм}} = M - Y - C, \quad (1.11)$$

$$Q_{\text{рм}} = 9457,6 - 472,88 - 283,73 = 8700,99 \text{ т}$$

Баланс металу сплаву ВЧ 450 зводимо в таблицю 1.4.

Таблиця 1.4 – Баланс металу сплаву ВЧ-450

| Компонент                   | Вміст |         |
|-----------------------------|-------|---------|
|                             | %     | т       |
| Придатне литво              | 76,13 | 7200,07 |
| Ливники                     | 12,96 | 1225,7  |
| Брак відливок               | 2,91  | 275,22  |
| Зливи і сплески             | 3     | 283,73  |
| Угар та безповоротні втрати | 5     | 472,88  |
| Всього:                     | 100   | 9457,6  |

#### 1.4.3 Вибір та розрахунок кількості плавильного обладнання.

Для плавки сплаву ВЧ 450 в якості плавильного агрегату використовуємо індукційну тигельну піч промислової частоти [6], оскільки плавка в індукційних печах сприяє покращенню екологічної обстановки у цехах, а також використання у шихті чавунної та сталеної стружки та інших відходів із сталі та чавуну сприяє більш економічній та ефективній плавці в даних печах. Також можливий перехід виробництва однієї марки сплаву на іншу. Загальний ККД індукційних тигельних печей складає 70...80 %. Таким чином, для плавки обираємо плавильний комплекс MFTGe 5,00 (рис 1.1), технічні характеристики якої наведено в табл. 1.5.



- 1 - піч; 2 – витяжний ковпак; 3 – система зважування; 4 – захистями;  
 5 – гідравлічна установка; 6 – панель керування оператора; 7 – перетворювач частоти; 8 – модуль конденсаторів; 9 – трансформатор; 10 – система водяного охолодження; 11 – повітряний охолоджувач; 12 – загрузочний пристрій;  
 13 – система обезпилювання 14 – аварійна яма

Рисунок 1.1 – Загальний вид плавильного комплексу MFTGe 5,00

Індукційні печі зарекомендували себе як надійні і практичні плавильні установки для ливарної індустрії. При використанні промислової частоти вони особливо ефективні для плавки малорозмірних матеріалів, зокрема, стружки. Високий ККД, чудова рівномірність температури розплаву і його гомогенність є додатковими перевагами. Дані печі характеризуються надійністю конструкції, низькою вартістю установки і тривалим часом роботи тигля.

Якість футеровки тигля індукційної печі повинна відповідати високим вимогам, оскільки вона працює в несприятливих умовах: внутрішня поверхня обігрівается гарячим металом з температурою 1400...1500 °С, а зовнішня стикається з індуктором, охолоджуванім водою. Операції футерування печі повинні проводитися з особливою ретельністю, а всі застосовувані матеріали повинні відповідати наведеним вимогам. Футеровка печі – кисла.

Таблиця 1.5 – Технічні характеристики печі

| Характеристика                                  | Значення   | Одиниці виміру |
|-------------------------------------------------|------------|----------------|
| Ємність електропечі                             | 5,0        | т              |
| Номінальна потужність, що споживається з мережі | 3000       | кВт            |
| Частота струму                                  | 250        | Гц             |
| Номінальна напруга мережі живлення              | 6000-10000 | В              |
| Швидкість розплавлення й перегріву              | 5          | т/год          |
| Витрата холодної води                           | 2          | м³/год         |
| Кількість печей                                 | 2          | -              |
| Діаметр тигля в світлі                          | 860        | мм             |
| Глибина тигля в світлі                          | 1665       | мм             |
| Потужність відводу тепла                        | 1100       | кВт            |
| Циркуляційна кількість                          | 52         | м³/г           |
| Тиск насосу                                     | 6,5        | бар            |
| Температура подачі                              | 20         | °С             |
| Температура відведення при максимальній темп.   | 58         | °С             |
| Об'єм охолоджуючого контуру                     | 4          | м³             |
| Температура повітря                             | 30         | °С             |
| Рівень звукового тиску                          | 65         | db             |
| Потрібна кількість води                         | 2          | м³/год         |
| Потрібний тиск на вході                         | 2          | бар            |
| Температура підводу макс.                       | 25         | °С             |
| Відвідна потужність                             | 17         | кВт            |
| Циркуляційна кількість                          | 22         | м³/год         |

Для приготування футеровочної суміші завантажити масу по вище зазначеній пропорції в змішувач і рівномірно перемішати протягом 10хвилин до отримання однорідної суміші. Додати борну кислоту в приготовлену футеровочну суміші перемішати в змішувачі протягом 5 хвилин.

Приготовану суміш просушити в термошкафу при температурі 120...150 °С протягом 2-х годин і зберігати до застосування при температурі 15...30°С і вологості повітря не більше 80%, в металевій ємності не більше 5-ти діб.

Футеровка тигля індукційної печі виробляється в наступному порядку:

- укладання азбестового картону 1-5 ГОСТ 2850-95 ГОСТ 2850-95 товщиною 5мм на подину і бічні стінки тигля.

- насипання на подину шар 40...50мм футеровочної суміші без добавки борної кислоти. Засипку здійснювати уникаючи падіння футеровочної суміші з висоти. Загальна висота засипки повинна становити 50-60мм.

- засипання футеровочної суміші, розрівняти і утрамбувати ручними трамбовками. Утрамбувати поверхню не менше 3 разів. Під час трамбування відстань між ударами трамбовки не повинна перевищувати 40мм. При першому проході трамбовку необхідно тримати в радіальному напрямку, при повторному проході перпендикулярно до радіуса. Далі подину тигля додатково ущільнити плоскою трамбовкою.

- перед засипанням футеровочного шару з додаванням борної кислоти необхідно розпушити лопатоподібною трамбовкою утрамбований перед цим шар на глибину 8 ... 10мм для забезпечення надійного зчеплення шарів. Після цього, насипати шар футеровочної суміші з додаванням борної кислоти товщиною 40 ... 50 і утрамбувати, розпушити поверхню утрамбованого шару на глибину 8 ... 10мм, насипати новий шар футеровочної суміші товщиною 40 ... 50мм і знову утрамбувати і так далі.

- подину тигля потрібно набивати на 20 ... 30 мм вище ніж необхідно потім зішкребти з допомогою дерев'яної лопатки і видалити за допомогою підйомної лопатки. Після чого подину утрамбувати плоскою трамбовкою.

- після підготовки подини встановити на неї сталевий шаблон і відцентрувати його дерев'яними клинами. Далі завантажити в установлений шаблон шихтових

матеріалів на 1/3ємності тигля печі для запобігання зсуву його в процесі набивання, після чого дерев'яні клини витягти.

– розпушити ущільнену поверхню подини на глибину 8...10мм, засипати футеровочну суміш між стінками тигля і індуктора шарами по 40 ... 50мм і утрамбовувати. Надалі набивання тигля вести в послідовності, зазначеної вище.

– набивання стінок тигля необхідно проводити вище нижнього рівня коміра на 15 ... 20мм. Далі потрібно зняти верхній шар завтовшки 5 ... 10мм, залишивши вище нижнього рівня коміра шар товщиною 10 ... 15мм.

– футеровка коміра і зливного носика.

Для футерування коміра і зливного носика використовується футеровочна суміш: кварцит мелений - 70%; вогнетривка глина -30%. вода технічна 2 ... 2,5% (понад 100%). Або: кварцит мелений - 100%; рідке скло - 2...2,5% (понад 100%). Отриману футеровочну суміш ретельно перемішують до однорідного складу, після чого проводять футерування коміра і зливного носка.

Процес плавки виконують, як правило, попередньо розплавивши шихтові матеріали, які вміщують основний компонент сплаву, а потім в цей розплав вводять інші компоненти шихти. Якщо метали, які входять до складу сплаву, сильно відрізняються по температурі кипіння та хімічній активності по відношенню до газів, футеровки та флюсів, а попередити взаємодію розплаву неможливо, то одночасне завантаження їх в піч недопустиме, оскільки це призведе до великих втрат, випаровування та окислення розплаву.

Перед плавкою необхідно підготувати тигель: перед установкою в плавильну піч тигель очищують на галтовочній установці від пригорілої землі та інших включень; тигель встановлюють за допомогою електроталі в піч; вмикають піч та виконують нагрів тигля до температури 150...180 ° С

Необхідну кількість плавильних агрегатів визначають за формулою:

$$n = \frac{M_{\text{заг}} K_n}{\Phi_{\text{д}} g}, \quad (1.11)$$

де  $M_{\text{заг}}$  – річна металозавалка, т/рік;

$K_n$  – коефіцієнт нерівномірності роботи печі,  $K_n = 1,2$ ;

$\Phi_{\text{д}}$  – дійсний фонд роботи плавильного обладнання,  $\Phi_{\text{д}} = 3734$  год/рік;

$g$  – продуктивність плавильного комплексу, т/год.

$$n = \frac{9457,6 \cdot 1,2}{3734 \cdot 4,5} = 0,68$$

Уточнюємо кількість печей з урахуванням коефіцієнта завантаження плавильних агрегатів за формулою:

$$n_1 = \frac{n}{K_3}, \quad (1.12)$$

де  $K_3$  – коефіцієнт завантаження плавильного обладнання

$$n_1 = \frac{0,68}{0,75} = 0,90 \approx 1 \text{ шт.}$$

Приймаємо 1 плавильний комплекс MFTGe 5,00.

#### 1.4.4 Розрахунок кількості ковшів.

Для транспортування рідкого металу від плавильних агрегатів використовуються кранові ковші місткістю 1000 кг згідно рекомендацій.

Якщо відома кількість одночасно працюючих ковшів і тривалість роботи одного ковша, можна розрахувати число ковшів, яке забезпечить безперебійне розливання металу. Збільшивши розрахункову кількість ковшів на 30 % в ремонті і на 15 % в запасі, визначають необхідну кількість ковшів.

Дійсну кількість ковшів розраховуємо за формулою :

$$K_{\text{заг}} = K_0 + 0,15 K_0 + 0,3 K_0 \quad (1.13)$$

де  $K_0$  - розрахункова кількість ковшів, приймаємо 2 ковші (по 2 ковша на автоматичну лінію).

$$K_{\text{заг}} = 2 + 0,15 \cdot 2 + 0,3 \cdot 2 \approx 2,9 \text{ шт}$$

Приймаємо 3 барабанних ковшів для розливу чавуну (рис. 1.2) з урахуванням запасних і тих, що знаходяться в ремонті.



Рисунок 1.2 – Загальний вид барабанного ковша для чавуну

#### 1.4.5 Розрахунок шихти.

В залежності від призначення сплаву від наявності шихтових матеріалів співвідношення окремих складових в шихті різне. Шихта може складатися з лише свіжих металів, зі свіжих металевих відходів та лігатур, з відходів та брухту. Найбільш часто зустрічається другий випадок складання шихти, тому що на будь-якому машинобудівному виробництві є відходи, які необхідно використовувати в якості шихтових матеріалів.

Перед тим, як розпочати виготовлення сплаву, виконують розрахунок шихти, тобто визначають кількість окремих видів шихтових матеріалів, необхідних для отримання сплаву необхідного хімічного складу. Вихідними даними для розрахунку являються :

- хімічний склад сплаву по ГОСТ або ТУ;
- оптимальний або розрахунковий склад шихти ;
- хімічний склад вихідних шихтових матеріалів;
- угар або пригар окремих складових сплаву в процесі його виготовлення;

Вміст окремих компонентів в сплаві вказує на те, що зазвичай в деяких межах найкращі механічні і технологічні властивості сплав має при оптимальному вмісті компонентів. Величина угару металу залежить від складу шихти, її якості, від типу плавильного агрегату, тривалості плавки і ряду інших причин. Розрахунок шихти

методом підбору виконано згідно рекомендацій [6], таблиця 1.8. Баланс металу на 1 т придатного литва зводимо в Додаток Б

#### 1.4.6 Будова та робота плавильного відділення.

Плавильне відділення розташоване з торцевої сторони ливарного цеху. Шихтові матеріали, які поступають на склад по залізниці, розвантажуються на спеціальний майданчик вздовж колії. Металева шихта з відкритих вагонів розвантажуються мостовим краном з магнітною шайбою. Зберігається шихта в закромах, які заглиблені відносно пола складу на 4 м. Доставка металевої шихти до місця її зберігання для подальшого завантаження в плавильні печі робиться також за допомогою мостового магнітного крана. Флюси завантажуються мостовим грейферним краном в спеціальні ємності. Біля плавильних печей розташовано бункери для шихтових матеріалів і флюсів. Металева шихта із бункерів поступає в вагові дозатори (печі оснащено установкою для зважування шихти).

Завантаження печей металозавалкою здійснюється мостовим краном вантажопідйомністю  $Q = 15$  т, оснащеного магнітною шайбою.

Вогнетривка футерівка виконується вогнетривкою цеглою на розчині, шамотна футерівка має 25...30 % вогнетривкої глини і 70...75 % молотого шамоту або кварцового піску. Подину набивають формувальною сумішшю. Після ремонту футерівку сушать.

### 1.5 Формувально-заливочно-вибивне відділення

Розрахунок кількості форм і об'єму формувальної суміші виконуємо на ПК за допомогою блоку розрахункових програм "Proekt". Розрахункові данні наведені в Додатку В.

Ступінь механізації в ливарних цехах визначається головним чином механізацією формувально-заливочно-вибивного відділення, так як в даних відділеннях виконуються операції формовки, збирання, заливки, охолодження та вибивки відливок, трудоемкість яких складає 60 % від загальної трудоемкості виготовлення відливок. Тому даний проект передбачає механізацію та

автоматизацію як окремих операцій так і усього комплексу робіт, зв'язаних технологічно і операційно.

Техніко-економічні показники формувального відділення, організація робіт та вибір обладнання в першу чергу залежать від способу виготовлення форм. Основними факторами що забезпечують вибір формовки, є характер виробництва, вага, габарити та клас точності відливок, рід матеріалу, вид виробничої програми та потужність проектує мого цеху. Враховуючи усі ці фактори, в якості формувального обладнання в цеху приймаємо автоматичну лінію фірми DISA MATCH 24/28 [9] (рис. 1.3). Використання цієї автоматичної лінії дозволяє отримати відливки підвищеної точності, чистоти, значно зменшивши їх брак, знизити виробничі шуми в цеху, та дозволяє більш раціонально використовувати площу формувального відділення.



Рисунок 1.3 – формувальна машина DISA MATCH 24/28

DISA MATCH 24/28 – це безопочнаформовочна машина з двостороннюю модельною плитою, для сирих пісчано-глинистих сумішей призначена для точних відливок з чавуну, сталі та кольорових металів. В цій машині виконується горизонтальна заливка форм і вертикальне струшування и доприсовка формівної суміші. Лінія складається з заливної ділянки, послідууючої охолоджуючої лінії на піддонах і послідууючого охолодження форм на стрічковому або пластинчатому конвеєрі. В залежності від типу формуємих відливок можуть застосовуватись

допоміжні пристрої стержневий укладчик (CSE) і пристрій швидкої зміни модельних плит (QMC). Час охолодження виливок на лінії (AMH) (рис. 1.4) 60 хв.

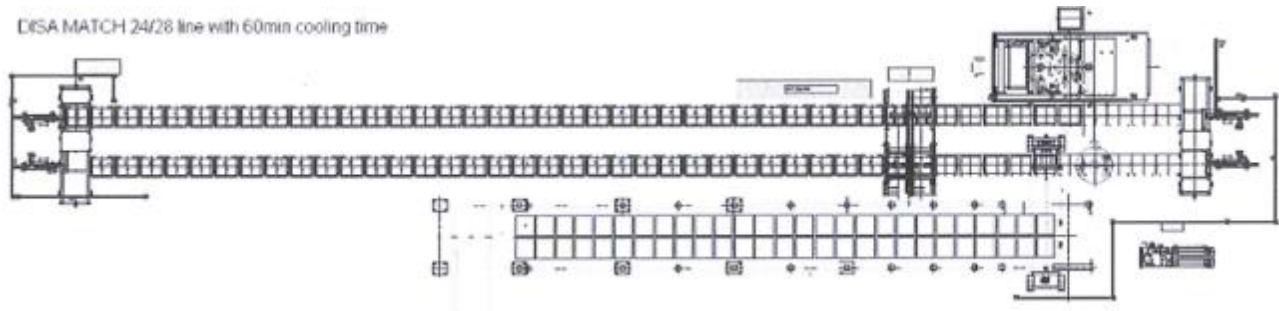


Рисунок 1.4 – План автоматичної формувальної лінії з ливарним конвеєром

Таблиця 1.6 – Технічні характеристики автоматичної лінії АМН

| Характеристика                       | Значення        | Одиниці виміру |
|--------------------------------------|-----------------|----------------|
| Розміри форми                        | 711x611x178-254 | мм             |
| Продуктивність                       | 120             | форм/годину    |
| Максимальна вага форми після заливки | 390             | кг             |
| Габаритні розміри                    | 46770x6600x3956 | мм             |

Розраховуємо кількість ліній за формулою, шт:

$$n_1 = \frac{N_{\phi} \cdot k}{\Phi_o \cdot g} \quad (1.15)$$

де  $N_{\phi}$  – кількість форм для виконання річної програми;

$k$  – коефіцієнт нерівномірності роботи лінії;

$\Phi_o$  – ефективний річний фонд часу роботи формівного обладнання, год;

$g$  – продуктивність формувальної установки, форм/год.

$$n = \frac{352046 \cdot 1,1}{3495 \cdot 120} = 0,9 \text{ шт.}$$

Згідно з розрахунками приймаю 1 автоматичну лінію.

На автоматичній лінії для заливки форм використовується заливщик PR-V3/200kW місткістю 3 т. Для транспортування використовуємо роздаточний ківш місткістю 1 т.

## 1.6 Стержньове відділення

Проектування стержневого відділення полягає в підборі технологічного процесу виготовлення стержнів і розрахунку потрібної кількості стержневих машин, сушильних агрегатів та іншого обладнання для виконання заданої

програми цеху. Для цього складають відомість програми стержневого відділення Додаток Г.

Технологічні процеси виготовлення стержнів, які застосовують у сучасних ливарних цехах, поділяють на три групи: із застосуванням нагріву; з обробкою зовнішніми реагентами – з продуванням вуглекислим газом чи каталізаторами; та з твердненням в атмосфері цеху в ящиках – з гаряче- і холодно-тверднучих, а також рідких самотверднучих сумішей.

У ливарних цехах масового та багатосерійного виробництва, коли трудомісткість виготовлення стержнів досягає 30...40 % загальної трудомісткості отримання відливок, у стержневих відділеннях необхідно застосовувати високопродуктивне багатопозиційне і автоматизоване технологічне устаткування на базі піскодувних і піскодувно, піскострельних автоматів і напіваавтоматів.

Для виготовлення стержнів обрано стержневу машину DISA CORE 10 EP (рис. 1.5), технічні характеристики якої наведено в табл.1.7.



Рисунок 1.4 – Машина для виготовлення стержнів DISA CORE 10 EP

Стержнева машина використовується для виробництва ливарних стержнів по ColdBox процесу с продувкою каталізатором для ящиків з горизонтальною лінією рознімання.

Таблиця 1.7 – Технічні характеристики стержневої машини.

|                                     |          |                 |
|-------------------------------------|----------|-----------------|
| Об'єм піскострельної головки        | Значення | Од.вим.         |
| Об'єм постріл                       | 10       | дм <sup>3</sup> |
| Оснащення:                          |          |                 |
| max висоту ящика                    | 480      | мм              |
| min висоту ящика                    | 230      | мм              |
| max ширина ящика                    | 695      | мм              |
| max глибина                         | 650      | мм              |
| Розміри бокових затискних плит      | 200x400  | мм              |
| Розміри затискної зони              | 440x500  | мм              |
| Розміри піскострельної площі макс   | 300x500  | мм              |
| Розміри піскострельної площі мін    | 60x300   | мм              |
| Макс вага ящика                     | 150      | кг              |
| Вага машини                         | 5000     | кг              |
| Робоче переміщення:                 |          |                 |
| max хід столу                       | 275      | мм              |
| max хід бокових циліндрів           | 550      | мм              |
| max хід виштовхуючої плити          | 40       | мм              |
| Базовий час циклу                   |          |                 |
| При горизонтальній лінії рознімання | 13       | сек             |
| При вертикальній                    | 17       | сек             |

Кількість устаткування для стержневого відділення розраховується за формулами аналогічними для розрахунку формівного відділення:

$$n = \frac{N_{\text{ящ}}}{\Phi_{\partial} g}, \quad (1.15)$$

де  $N_{\text{ящ}}$  – річна кількість стержневих ящиків, шт;

$\Phi_{\partial}$  – ефективний річний фонд часу роботи стержневого обладнання, год.;

$g$  – продуктивність стержневої установки, зніманий/год.

$$n = \frac{510059}{3495 \cdot 211} = 0,69 \text{ шт.}$$

Прийнята в проекті кількість обладнання:

$$n_1 = \frac{0,69}{0,7} = 0,98 \approx 1 \text{ шт.}$$

Згідно з розрахунками приймаю 1 стержневу машину.

Формівні суміші розрізняють:

- за призначенням – для відливків з чавуну, сталі, кольорових сплавів;
- по застосуванню при формовці – єдина, облицювальна, наповнююча;

- в залежності від стану форми перед заливкою в них сплав – для сирих, сухих, підсушених і хімічно-твердіючих форм.

#### 1.6.1 Будова та принцип роботи стержневого відділення

Стержнева суміш до стержневих автоматів поступає із сумішоприготувального відділення за допомогою стрічкового конвеєра передається безпосередньо в бункери для роздачі, що розташовані над стержневими автоматами. На території ділянки є спеціальне місце, на якому зберігають стелажі з готовими стержнями.

Технологічний процес виготовлення стержнів по гарячій оснастці полягає в тому, що стержнева суміш, яка заповнює порожнину попередньо нагрітого стержневого ящика, затвердіває на протязі 15...60с. Отриманий стержень не потребує додаткової сушки, а його міцність достатня для транспортування і постановки в форму. Головна особливість технологічного процесу виготовлення стержнів по гарячій оснастці полягає в тому, що отримані стержні володіють високою міцністю.

Для очищення робочої поверхні ящика і покриття її роздільним складом машина має рухомі форсунки, які при русі уперед обдувають стиснення повітрям робочу поверхню розкритого ящика, а при русі назад - покривають її роздільним складом.

#### 1.7 Сумішоприготувальне відділення

Для виготовлення ливарних форм на автоматичній лінії вибираємо єдину формувальну піщано-глинисту суміш, характеристика якої наведена в табл. 1.8. Відомість витрат формувальної суміші наведено в Додатку Д.

Таблиця 1.8 – Склад і властивості формувальної піщано-глинистої суміші.

| Найменування матеріалу     | ГОСТ     | Кількість            |                      |                       | Властивості суміші   |                                              |                            |
|----------------------------|----------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------------------------------|----------------------------|
|                            |          | В об'ємних відсотках | В одинцях об'єму (л) | В вагових одиницях, % | Газопро-никність од. | Межа міцності на стиск в вологому стані, МПа | Масова частка вологості, % |
| Оборотна формова суміш     | 2138-91  | 92,72                | 500                  | 94,0                  | не менше 85          | 0,05-0,08                                    | 3,5-4,3                    |
| Пісок кварцевий K016       |          | 4,64                 | 23                   | 4,09                  |                      |                                              |                            |
| Бентонітова суспензія      |          | 2,64                 | 13                   | 1,91                  |                      |                                              |                            |
| Всього                     |          | 100                  | 536                  | 100                   |                      |                                              |                            |
| Паливо нафтове (вище 100%) | 10585-75 | 0,3                  | 2                    | 0,22                  |                      |                                              |                            |

Таблиця 1.9. – Відомість витрат формувальної суміші на рік

| Витрати суміші в ущільненому стані<br>$V_c, \text{м}^3$ | Річні витрати суміші в неущільненому стані,<br>$M_{nc} = 1,4 \cdot V_c, \text{м}^3$ | Витрати суміші в неущільненому стані з урахуванням просипань<br>$M_{np} = (1,1 \dots 1,15) \cdot M_{nc}, \text{м}^3$ |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 130175                                                  | 182246                                                                              | 200471                                                                                                               |

До стержневих сумішей висувають більш високі вимоги, ніж до формувальних по міцності, податливості, газопроникності і вогнетривкості. Для виготовлення стержнів на машині DISACORE 10 EP використовуємо стержневу суміш, склад і властивості якої наведено в табл.1.10

Таблиця 1.10 – Склад і властивості стержневої суміші призначеної для виготовлення стержнів по ХТС процесу.

| Масова частка складових, % |              |                | Характеристика суміші |                             |             |
|----------------------------|--------------|----------------|-----------------------|-----------------------------|-------------|
| Кварцовий пісок            | Газхарц 7241 | Активатор 6324 | Вологість, %          | Межа міцності на розтяг МПа | Осипаємість |
| 100                        | 0,8          | 0,8            | 1,2                   | 0,5                         | 0,06        |

Відомість витрат стержневої суміші наведено в табл. 1.11.

Таблиця 1.11 – Відомість витрат стержневої суміші на рік

| Витрати суміші в ущільненому стані<br>$V_c, \text{м}^3$ | Річні витрати суміші в неущільненому стані,<br>$M_{nc} = 1,4 \cdot V_c, \text{м}^3$ | Витрати суміші в неущільненому стані з урахуванням просипань<br>$M_{np} = (1,1 \dots 1,15) \cdot M_{nc}, \text{м}^3$ |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1438                                                    | 2013,2                                                                              | 2214,5                                                                                                               |

#### 1.7.1 Обладнання для приготування формувальної і стержневої суміші

Приготування формувальної суміші здійснюємо установкою марки ТМ-240-90 (рис. 1.5). Характеристика даного змішувача наведена в табл. 1.12.

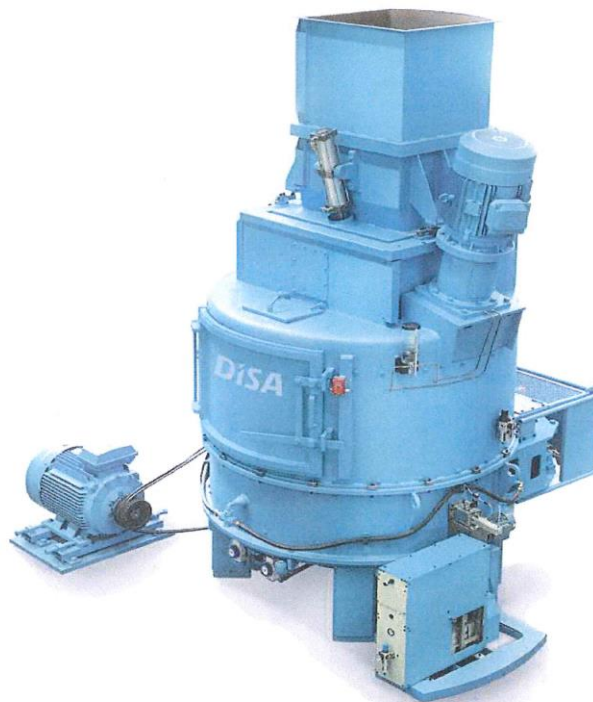


Рисунок 1.5 – установка для приготування формівної суміші ТМ-240-90

Таблиця 1.12 – Технічні характеристики змішувача ТМ-240-90

| Параметр           | Значення | Одиниці виміру |
|--------------------|----------|----------------|
| Об'єм замісу       | 1400     | кг             |
| Продуктивність     | 35       | м³/год.        |
| Час змішування     | 70-80    | сек            |
| Турбіна            | 45       | кВт            |
| Габаритні розміри: |          |                |
| - довжина          | 5357     | мм             |
| - ширина           | 3155     | мм             |
| - висота           | 3381     | мм             |

Установка ТМ-240-90 призначена для приготування стержневих та піщаних сумішей на основі бентонітової суміші.

Великий подвійний S- подібний плуг і розташовані зверху турбіни забезпечують швидке перемішування формівної суміші. Суміші і добавки в змішувач додаються за допомогою зважуючого механізму. Частини суміші і добавок рухаються в змішувачі по вертикальним і горизонтальним траєкторіям для забезпечення відповідного перемішування.

Установка для приготування суміші складається з чаші змішувача, двигуна, верхня частина корпусу, пневматична панель керування, змішувальні деталі, бункер для суміші, система для дозування води.

Потрібну кількість змішувачів для виготовлення формівної суміші розраховують за формулою:

$$n_{зм} = \frac{G_{ну} \cdot K_n}{\Phi_d g}, \quad (1.17)$$

де  $G_{ну}$  – річна кількість формівної суміші, м<sup>3</sup>;

$K_n$  – коефіцієнт нерівномірності роботи змішувача і споживання сумішей,  $K_n=1,1-1,3$ ;

$\Phi_d$  – дійсний річний фонд часу роботи змішувачів, год.;

$g$  – продуктивність змішувача, м<sup>3</sup>/год

$$n_{зм} = \frac{144339 \cdot 1,25}{3575 \cdot 35} = 1,44 \text{ шт}$$

Прийнята в проекті кількість обладнання:

$$n = \frac{1,44}{0,75} = 1,92 \text{ шт.}$$

Згідно з розрахунками приймаємо 2 змішувачів для приготування формівної суміші.

У технологічному процесі виготовлення ливарних піщаних стержнів важливе місце займає технологія приготування суміші. Змішувач повинен забезпечувати швидке і якісне перемішування компонентів стержневої суміші зі всілякими технологічними добавками. Крім того, після завершення процесу перемішування, приготована суміш повинна бути вивантажена з змішувача з мінімальними її залишками в змішувачі для запобігання висихання її і забруднення подальшої дози суміші.

Кількість устаткування для стержневого відділення розраховується за формулами:

$$n = \frac{N_{ст} K_n}{\Phi_d g}, \quad (1.18)$$

де  $N_{ст}$  – маса стержневої суміші для виконання річної програми, т;

$K_n$  – коефіцієнт нерівномірності роботи,  $K_n= 1,25$ ;

$\Phi_d$  – ефективний річний фонд часу роботи стержневого обладнання, год.;

$g$  – продуктивність стержневої установки, т/год.

$$n = \frac{2214,5 \cdot 1,25}{3575 \cdot 30} = 0,05 \text{ шт.}$$

Прийнята в проекті кількість обладнання:

$$n = \frac{0,5}{0,75} = 0,1 \text{ шт.}$$

Приймаємо 1 змішувач для приготування стержневої суміші.

### 1.7.2 Будова та принцип роботи сумішоприготувального відділення

Сумішоприготувальне відділення розташовують біля формувальної і стержневої дільниць. Змішувачі обладнують бункерами для сипучих і рідких компонентів. Матеріали подаються за допомогою стрічкового конвеєра. Відпрацьована суміш з-під вибивної решітки автоматичної формувальної лінії поступає на конвеєр, на якому збирається просип з формувальних машин, просіюється на барабанному решеті, підлягає електромагнітній сепарації і після цього охолодженою до  $t = 38...40 \text{ }^{\circ}\text{C}$  і зволоженою поступає у змішувач для приготування формувальних сумішей.

Стержнева суміш складається з сухого кварцового піску, термореактивного зв'язуючого матеріалу, каталізатора і незначної кількості інших добавок, які покращують технологічні властивості суміші. В якості зв'язуючого матеріалу застосовують карбамідно-фуранові смоли, які представляють собою продукт знання карбамідної смоли з різною кількістю фурилового спирту.

Каталізатор - розчин мінеральних чи органічних кислот і солей - значно прискорює затвердіння суміші при нагріванні.

В якості добавок застосовують окис заліза, графіт, стеарат кальцію і рідке скло. Окис заліза підвищує теплопровідність суміші, графіт сріблястий виконує роль вогнетривкого наповнювача, інші добавки - зменшують налипаємість і підвищують текучість суміші.

## 1.8 Проектування і розрахунок очисного відділення

В числі витрат праці по виготовленню відливків очисні операції складають до 40%, причому в очисних відділеннях застосовується найбільша кількість ручної

праці. У очисному відділенні виконуються операції щодо видалення стержнів з відливків, обрізання ливниково-живильної системи, зачистки, обрубки. Технологічний процес обробки відливків, який характеризується кількістю, послідовністю і особливостями виконання операцій, установлюють з урахуванням роду сплаву, габаритних розмірів, маси і конфігурації відливків.

Після видалення елементів ливникових систем подальша обробка відливків полягає в наступному:

- а) поверхню відливків очищають від формувальних і стержневих сумішей;
- б) видаляють залишки (сліди) ливникових систем, підживлювачів; в) усувають нерівності на поверхні відливків і готують їх до фарбування (грунтовки).

Очищення поверхні відливків від формувальної і стержневої сумішей, які пристали і пригоріли, придання їй товарного вигляду – важлива технологічна операція, що забезпечує отримання відливків високої якості. Існує багато способів очищення поверхні відливків, з яких найбільше розповсюдження отримали очищення в барабанах, дробоструйний і дробометний способи.

У відділенні повинні бути робочі місця для остаточного контролю, комплектування і вивозу відливків. Для очистки та охолодження відливків із вказаних сплавів приймаємо галтовочний барабан безперервної дії моделі DISA COOL 2900 (рис. 1.6). Технічна характеристика барабана наведена у табл. 1.13.

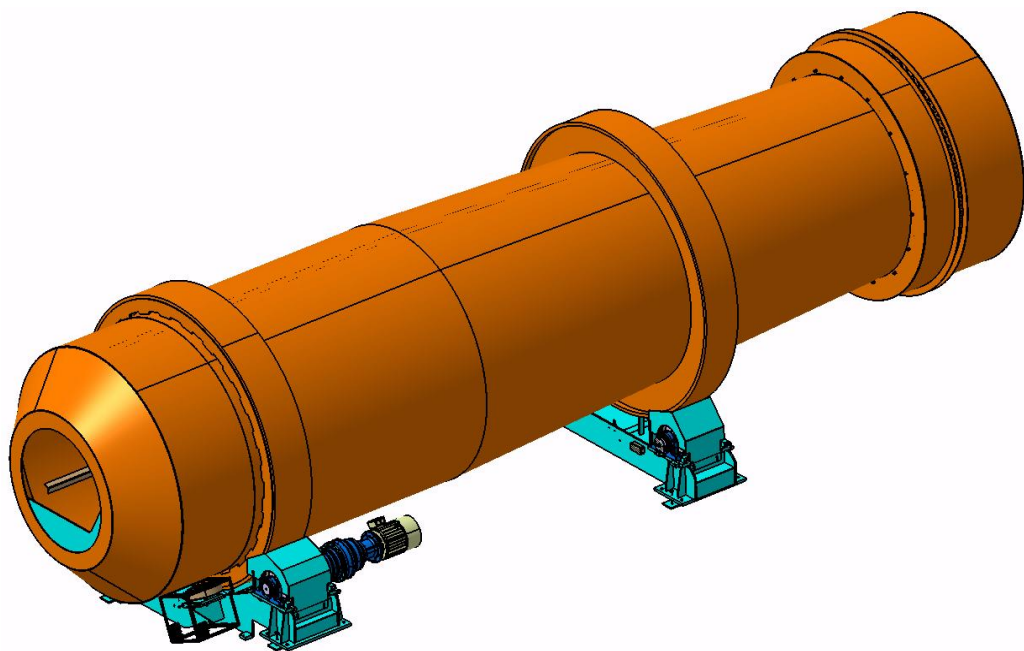


Рисунок 1.6 – Загальний вид охолоджуючого галтовочного барабану

Таблиця 1.13 – Технічна характеристика галтовочного барабана моделі DISACOOOL 2900

| Характеристика       | Значення | Одиниці виміру |
|----------------------|----------|----------------|
| Габаритні розміри    | 3,3x12,5 | м              |
| Продуктивність       | 7        | т/год          |
| Середній час обробки | 20-25    | хв             |
| Вага електродвигуна  | 23       | т              |

Кількість барабанів визначається за формулою:

$$n = \frac{G \cdot K_n}{\Phi_{д.у.} \cdot q} \quad (1.18)$$

де  $G$  - маса відливок, т/рік;

$K_n$  - коефіцієнт нерівномірності роботи [8];

$\Phi_{д.у.}$  - дійсний час роботи устаткування;

$q$  - продуктивність, т/год (табл. 1.21).

$$n = \frac{7200,07 \cdot 1,2}{3574 \cdot 7} = 0,34 \text{ шт.}$$

З урахуванням коефіцієнту завантаження:

$$n_1 = \frac{0,34}{0,75} = 0,45$$

Згідно розрахунків приймаємо 1 оходжуючий барабан для очистки відливоків. Для подальшої очистки відливок із чавуну використовуємо дробометний барабан моделі SHLIK MB 900S рис. 1.7.



Рисунок 1.7– Схема дробометної установки.

Принцип дії полягає в завантаженні деталей в навантажувач, який переміщує деталі в барабан і повертається в вихідне положення. Двері установки закриваються і після виходу турбіни на номінальні оберти починається процес очистки. Під час процесу дробометної обробки конвеєрна стрічка починає рухатись вперед, що дозволяє безперервно вести обробку відливків. Після закінчення процесу обробки двері автоматично відчиняються, відливки переміщуються на зовні за рахунок повернення стрічки в вихідне положення. Технічна характеристика дробометної установки наведена в табл. 1.14.

Таблиця 1.14 – Технічна характеристика дробометної установки SHLIK MB 900S.

| Характеристика                  | Значення    | Одиниці виміру |
|---------------------------------|-------------|----------------|
| Місткість                       | 0,9         | м <sup>3</sup> |
| Найбільша маса очищуємої деталі | 150         | кг             |
| Кількість дробометних апаратів  | 1           | шт             |
| Габаритні розміри               | 4,6x3,5x5,3 | м              |
| Максимальна вага загрузки       | 2500        | кг             |
| Продуктивність                  | 7           | т/год          |

Розраховуємо кількість дробометних установок за формулою:

$$n = \frac{PK_n}{\Phi_{\partial}g}, \quad (1.20)$$

де  $P$  – річна програма випуску, т;

$K_n$  – коефіцієнт нерівномірності роботи барабана,  $K_n = 1,0 \dots 1,2$ ;

$\Phi_{\partial}$  – ефективний річний фонд часу роботи, год.;

$g$  – продуктивність дробометного барабана.

$$n = \frac{7200,07 \cdot 1,2}{3574 \cdot 7} = 0,34 \text{ шт.}$$

Уточнюємо необхідну кількість дробометних барабанів

$$n = \frac{0,34}{0,75} = 0,45 \text{ шт.}$$

Приймаємо 1 дробометні установки.

### 1.8.1 Розрахунок кількості верстатів для зачистки відливків.

Для зачистки виливків застосовуємо стаціонарні верстати з одним і двома шліфувальними кругами або з одної сторони встановлюється пилка для відрізки підживлювачів. Верстат з індивідуальним приводом (рис. 1.8) має масивну чавунну

станину зі столиками 2 для відливків і шпиндель з двома кругами 3 по кінцях (діаметр 500...600 мм). Напрям обертання повинен бути таким, щоб відливки тертям круга притискалися вниз до столика. На даних верстатах обробляють дрібні відливки масою до 30 кг, продуктивність яких 0,1...0,5 т/год.

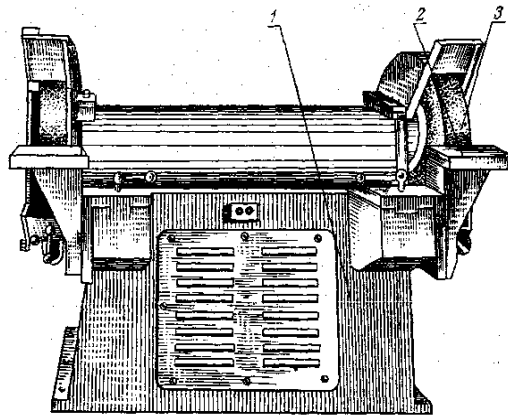


Рисунок 1.8 – Загальний вид стаціонарного верстата для зачистки виливків та відрізки підживлювачів 3М363.

Розрахунок кількості зачисних верстатів проводиться за формулою:

$$n = \frac{PK_n}{\Phi_{\partial}g}, \quad (1.21)$$

де  $P$  – річна програма випуску, т;

$K_n$  – коефіцієнт нерівномірності роботи верстату,  $K_n = 1,0 \dots 1,2$

$\Phi_{\partial}$  – ефективний річний фонд часу роботи, год.;

$g$  – продуктивність верстату т/год.

Для подальшої зачистки відливків приймаємо зачисні верстати моделі 3М363 [10]. Технічна характеристика наведена в табл. 1.15.

Таблиця 1.15 – Технічна характеристика зачисного станка моделі 3М363

| Назва характеристики              | Величина   |
|-----------------------------------|------------|
| Зернистість                       | 80-125     |
| Продуктивність, т/год             | 0,5 - 0,6  |
| Частота обертання шпинделя, об/хв | 955 – 1425 |
| Потужність електродвигуна, кВт    | 7,5        |

Кількість зачисних станків розраховуємо за формулою:

$$n = \frac{7200,07 \cdot 1,25}{3575 \cdot 0,5} = 5,03 \text{ шт}$$

Дійсна кількість обладнання:

$$n_1 = \frac{5,03}{0,70} = 7,19 \text{ шт}$$

Приймаємо 8 обдирно-шліфувальних верстатів моделі 3М363 з діаметром шліфувального круга 500 мм.

### 1.8.2 Ґрунтування виливків

У масовому та крупносерійному виробництві ґрунтовка виконується на конвеєрі, який об'єднує всі фарбувально-сушильні агрегати (табл. 1.16 - 1.18).

Таблиця 1.16 – Технічна характеристика миючої машини

| Назва характеристики                        | Величина    |
|---------------------------------------------|-------------|
| Продуктивність, кг/хв.                      | 70          |
| Тривалість промивки відливків ,хв           | 10          |
| Температура миючої рідини, °С               | 90          |
| Габаритні розміри відливків, мм             | 425x315x250 |
| Ємність ванни, м <sup>3</sup>               | 3,3         |
| Швидкість руху відливків через камеру, м/хв | 0,65        |
| Потужність електродвигуна, кВт              | 11,4        |

Таблиця 1.17 –Технічна характеристика прохідної фарбувальної камери

| Назва характеристики                                      | Величина    |
|-----------------------------------------------------------|-------------|
| Розмір фарбованих відливок, мм ДхШхВ                      | 370x360x250 |
| Кількість відсмоктувального повітря, Нм <sup>3</sup> /год | 8000        |
| Потужність, кВт                                           | 4,7         |
| Загальна вага, кг                                         | 897         |

Таблиця 1.18 – Технічна характеристика сушильної прохідної камери

| Назва характеристики                    | Величина     |
|-----------------------------------------|--------------|
| Максимальний розмір відливків, мм ДхШхВ | 2700x800x500 |
| Температура сушки, °С                   | 90           |
| Продуктивність камери, кВт              | 10,2         |
| Загальна вага, кг                       | 20760        |

Для транспортування дрібних відливок до 10 кг рекомендуються набірні касети на 2 - 8 виливок або корзини.

## 1.9 Проектування і розрахунок допоміжних дільниць

Допоміжні дільниці ливарного цеху включають:

- ковшове відділення, для поточного ремонту ковшів та підготовки їх до роботи;
- модельно-ремонтна майстерня, що забезпечує функціонування модельного

оснащення;

- цехові комори, для зберігання допоміжних матеріалів та інструменту;
- цехові лабораторії: земельна, хімічна та ін.;
- ремонтно-механічна майстерня, що виконує поточний і середній ремонт обладнання цеху;
- санітарно-технічна майстерня, виконує поточний, середній ремонтта підтримує функціонування водопроводів, каналізації, опалення і вентиляції цеху;
- дільниця регенерації суміші;
- електромагнітна майстерня, що обслуговує електрообладнання та освітлення цеху.

#### 1.9.1 Площі під лабораторії і комори.

|                                              |                   |
|----------------------------------------------|-------------------|
| Лабораторія механічних випробувань           | 36 м <sup>2</sup> |
| Лабораторнія хімічна і спектральна           | 50 м <sup>2</sup> |
| Загальна цехова комора                       | 36 м <sup>2</sup> |
| Інструментальна комора механіка та електрика | 50 м <sup>2</sup> |
| Інструментальна комора обрізної дільниці     | 36 м <sup>2</sup> |

Інструментальна ремонтна майстерня визначається за допомогою таблиці, виходячи з кількості одиниць технологічного та підйомно-транспортного устаткування, встановленого в цеху. Площа, яка приходить на 1 верстат 8...10 м<sup>2</sup>, і місце слюсаря буде знаходитись в межах 4...6 м<sup>2</sup>[2]. Тому, площу під один верстат приймаємо 8 м<sup>2</sup>, а місце слюсаря 4 м<sup>2</sup>. Сумарну площу ремонтної майстерні визначаємо за формулою:

$$S_{\text{ін}} = 5 \cdot 12 + 5 \cdot 6 = 90 \text{ м}^2$$

Ковшова дільниця, призначена для капітального ремонту й футеровки ковшів, а також для ремонту плавильних печей. Для футеровки ковшів використовують вогнетривкі матеріали. Ці матеріали зберігаються на складі, а маси для футеровки готують на спеціальній

Дільниці підготовки ковшів. Цю дільницю найчастіше розміщують у плавильному відділенні, у тому самому прольоті, де розливають метал. Площу дільниці беруть із розрахунку 8...10 м<sup>2</sup> на 1000 т. придатного литва на рік.

$$S = 10 \cdot 7,2 = 72 \text{ м}^2$$

### 1.10 Розрахунок складів ливарного відділення

Сумарна площа площадок під зберігання шихтових матеріалів визначається за формулою:

$$S_{\kappa} = 1,1 \cdot (S_{\text{заг}} + S_{\text{зд}}),$$

де 1,1 – коефіцієнт збільшення розрахункової площі площадок для обліку їх фактичного заповнення;

$S_{\text{заг.}}$ ,  $S_{\text{зд}}$  - розрахункові площі площадок для компонентів шихти,  $\text{м}^2$ .

Площі під зберігання складових шихти визначаємо за формулою:

$$S = \frac{Q \cdot a \cdot b}{(k \cdot \Phi_e \cdot h \cdot \gamma)},$$

де  $Q$  – річний випуск придатного литва, т;

$a$  – норма витрат відповідного компонента шихти, % металозавалки;

$b$  – норма зберігання даного матеріалу, діб;

$k$  – вихід придатного литва, % металозавалки;

$\Phi$  – річний фонд часу роботи плавильного устаткування, діб;

$h$  – висота зберігання компонента шихти, м;

$\gamma$  – насипна маса даного матеріалу,  $\text{кг/м}^3$

Площа, яка необхідна для зберігання лому сталевих визначаємо за формулою:

$$S_1 = \frac{7200,07 \cdot 64,63 \cdot 20}{76,13 \cdot 251 \cdot 3 \cdot 3,5} = 108,93 \text{ м}^2$$

Площу необхідну для зберігання рафінованого ливарного чавуну визначаємо за формулою:

$$S_2 = \frac{7200,07 \cdot 11,52 \cdot 20}{76,13 \cdot 251 \cdot 3 \cdot 3,5} = 24,28 \text{ м}^2$$

Площа необхідна для зберігання відходів власного виробництва дорівнює:

$$S_4 = \frac{7200,07 \cdot 23,85 \cdot 20}{76,13 \cdot 251 \cdot 3 \cdot 3,5} = 45,43 \text{ м}^2$$

Визначаємо площу необхідну для зберігання модифікатору:

$$S_5 = \frac{7200,07 \cdot 2,0 \cdot 20}{76,13 \cdot 251 \cdot 3 \cdot 3,5} = 4,13 \text{ м}^2$$

Загальна площа під шихтові матеріали дорівнює:

$$\sum S = 108,93 + 24,28 + 45,43 + 4,13 = 182,77 \text{ м}^2$$

Розрахункова площа під допоміжні матеріали визначається за формулою:

$$S = \frac{Q \cdot a_1 \cdot b}{(k \cdot \Phi_e \cdot h \cdot \gamma)},$$

де  $a_1$  - норма витрат відповідного матеріалу н 1 тону придатного литва,т

Підраховуємо площу під флюс:

$$S_7 = \frac{7200,07 \cdot 0,1 \cdot 20}{251 \cdot 1,65 \cdot 4} = 24,14 \text{ м}^2$$

Площа під формувальну глину:

$$S_8 = \frac{7200,07 \cdot 0,1 \cdot 20}{251 \cdot 0,65 \cdot 10} = 24,5 \text{ м}^2$$

Площа під формувальний пісок:

$$S_9 = \frac{7200,07 \cdot 1,1 \cdot 20}{251 \cdot 0,67 \cdot 10} = 23,09 \text{ м}^2$$

Загальна площа площадок під допоміжні матеріали:

$$S_{заг} = S_7 + S_8 + S_9, \text{ м}^2$$

$$S_{зо} = 24,14 + 24,5 + 23,09 = 71,73 \text{ м}^2$$

Корисна площа складу складає сумарну площу площадок для шихтових матеріалів та допоміжних матеріалів дорівнює:

$$S_k = 1,1 \times (182,77 + 71,73) = 254,5 \text{ м}^2$$

Після виконання розрахунків, вибору обладнання та його кількості, виконуємо компоновку плану ливарного цеху.

### **1.11 Обґрунтування вибору теми магістерської роботи. Мета та задачі магістерської роботи**

Підвищення ефективності процесу модифікування чавуну за рахунок високого ступеня сфероїдизації графіту та необхідної мікроструктури металевої основи обумовлюють високі механічні та технологічні властивості високоміцного чавуну

деталей машин та механізмів. З часом максимальний ефект сфероїдизації графіту зменшується та після певного часу витримки модифікованого розплаву чавуну зникає. Модифікаторами, що містять в своєму складі малорозчинні та швидко випаровуючі в рідкому залізі елементи (магній, церій, лантан, ітрій, кальцій та ін.), та тривала витримка модифікованого чавуну в ковші перед розливанням по формах обумовлює зменшення вмісту сфероїдизуючих елементів у чавуні та втраті модифікуючого ефекту (сфероїдизуючого графіт). Одним із вирішальних процесів у виробництві високоміцного чавуну є якість шихтових матеріалів та технологічних факторів, склад та кількість витрати модифікатора а також тривалість збереження сфероїдизуючого ефекту, що істотно впливає на ефективність технології ковшового модифікування. Тому актуальною проблемою для теорії і практики отримання виливків з високоміцного чавуну є вивчення впливу сфероїдизуючого ефекту, складу та кількості витрат модифікатора на ефективність технології ковшового модифікування чавуну з компактною формою графіту.

Метою роботи є теоретично та експериментально дослідити вплив сфероїдизуючого ефекту на структуру тв. властивості виливків з високоміцного чавуну.

Для реалізації поставленої мети в магістерській роботі розв'язуються наступні задачі:

- розглянути структуру, властивості, застосування та виробництво високоміцних чавунів;
- проаналізувати особливості сучасних способів ковшового модифікування високоміцного чавуну
- встановити закономірності формування структури та властивостей в процесі модифікування розплаву магнієвими лігатурами в ковші та часу витримки в ньому.
- встановити закономірності ступеню сфероїдизації графіту в процесі ковшового модифікування від часу витримки розплаву;
- побудувати графічні залежності зміни вмісту залишкового магнію та ступеню сфероїдизації графіту у високоміцного чавуну в залежності від часу витримки розплаву у ковші.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Аналіз конструкції деталі і технологічних умов на виливок

Для розробки технології виготовлення виливка пропонується маточина (рис. 2.1), що відноситься до XI класу точності за ГОСТ 26645–85, виготовляється із високоміцного чавуну марки ВЧ 450 за ГОСТ 1412 – 85 [1].

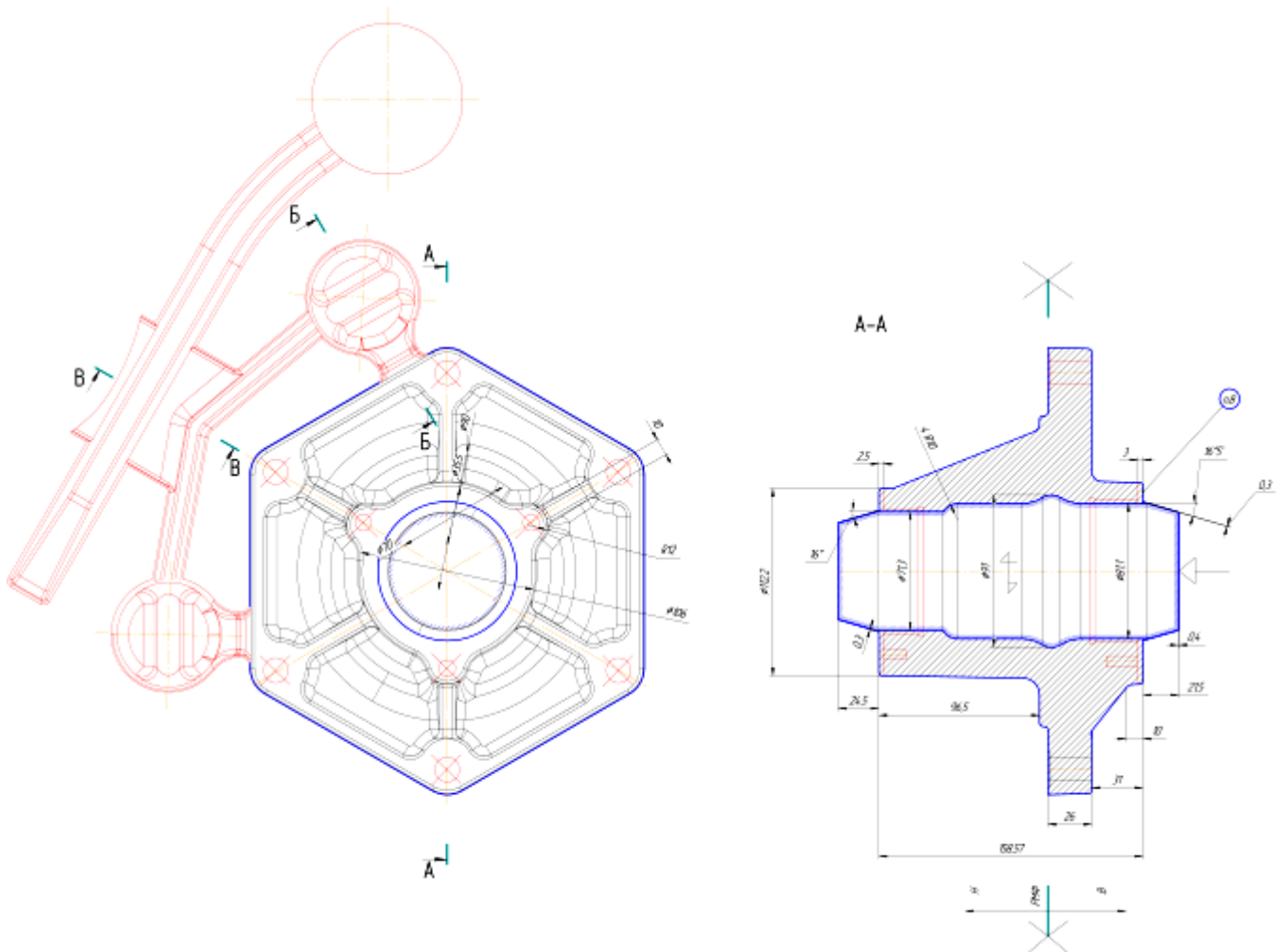


Рисунок 2.1 – Відливка маточина

Різностінність не більше 3 мм, короблення не більше 2 мм, перекіс по роз'єму до 2 мм. На оброблюваних поверхнях допускаються одиничні раковини довжиною не більше 1/3 кола, шириною не більше 5 мм, або мілкі раковини найбільшим розміром 3 мм не більше 5 штук. На необроблюваних поверхнях допускаються одиничні раковини розміром не більше 9 мм, глибиною не більше 4 мм і в кількості не більше 8 штук на поверхню. У місцях спряження стержня і форми допускається присутність кільцевих заусениць довжиною до 1,5 мм.

Деталь "шків" представляє собою частину пристрою, який використовують в с/г машинах. Маса деталі 6,4 кг, габаритні розміри 267× 158 мм, твердість 150...225 НВ. Оброблюваними поверхнями являються посадкові місця на вал. Інші поверхні не оброблюються. Даний відливок є технологічним. Зовнішні поверхні відливка представляють собою прямолінійні контури, з'єднані плавними переходами, які забезпечують деяку деформацію відливка при його усадці під час охолодження у формі і зниження залишкових напружень в місцях спряження прямолінійних ділянок. Відливок має чотири стержні, немає з'ємних частин, роз'єм моделі і форми один.

## **2.2 Розробка технологічного процесу виготовлення відливка**

### **2.2.1. Визначення положення відливка у формі.**

Для отримання якісного відливка, необхідно вибрати раціональний роз'єм форми. Поверхня роз'єму визначається конструкцією відливка, технологічними вимогами та місцевими конструктивними особливостями відливка. Але слід користуватись загальними положеннями з технології ливарної форми та теорії ливарного виробництва:

- число поверхонь роз'єму повинно бути мінімальним;
- вибираючи роз'єм форми треба забезпечити зручність контролю розмірів форми;
- поверхня роз'єму повинна по можливості бути плоскою;
- роз'єм форми повинен бути таким, щоб не було підвісних стержнів, а головні стержні мали зручне розташування;
- роз'єм повинен бути вибраний так, щоб бази механічної обробки розташовувались в одній частині форми з оброблюваними поверхнями та не перетинались площиною роз'єму .

Проаналізувавши всі вимоги, вибираємо поверхню роз'єму: вона має горизонтальне розташування.

2.2.2 Вибір припусків на механічну обробку і усадку, радіусів галтелей і формувальних ухилів, розміри стержнів та стержневих знаків.

Розміри відливка відрізняються від розмірів готової деталі на величину припусків на механічну обробку. Величину припусків для ВЧ 450-10 вибираємо по ГОСТ 26645-85. На кресленні межі припусків обводяться тонкою лінією і вказується величина припуску, яка по ГОСТ 26645-85 для даної деталі складає 1 мм [4].

Припуск на ливарну усадку виражається в процентах від розміру відливка. Значення величини ливарної усадки для ВЧ 450 вибираємо з [2].

Для середніх відливків вільна усадка рівна 2 %. Величину радіуса заокруглень вибираємо в межах  $1/5 \dots 1/3$  середнього арифметичного товщини спряжених стінок. Для даного відливка радіус заокруглень складає 2 мм. Мінімальні радіуси заокруглень вибираємо із [3].

Радіуси заокруглень проставляємо на кресленні деталі, не вказані радіуси вказуємо на вільному полі креслення.

Формівні ухили назначаємо в залежності від ливарних розмірів відливка і прийнятої технології виготовлення форми і стержня у відповідності з ГОСТ 3212-57. Величини мінімальних формівних ухилів вибираємо із [4]. Для даного відливка, величина ухилу складає  $3^\circ$ . Величини ухилів вказуємо на кресленні, не вказані ухили проставляємо на вільному полі креслення.

Розміри стержня вибирають з урахуванням припуску на механічну обробку і ливарну усадку. Розміри стержньових знаків вибираємо у відповідності з ГОСТ 3606-57 із [3]. В залежності від номінального розміру отвору і відношення довжини отвору до цього розміру вибираємо вертикальні знаки стержнів довжиною 16 мм [4].

Величину зазорів між знаками і формою вибираємо в залежності від максимального розміру стержня [4]. Для горизонтального знака бокові зазори рівні 0,1 мм, торцевий зазор 0,2 мм.

## **2.3 Розрахунок і конструювання ливниково-живильної системи**

Ливниково – живильна система складається з послідовно з'єднаних каналів між собою, за допомогою яких рідкий метал підводять у порожнину ливарної форми. Зазвичай ливникова система складається з: ливникової чаші або воронки, стояка, шлаковловлювача та живильника. Живильник безпосередньо примикає до робочої порожнини форми та повинен бути виконаний так, щоб живильник можна було легко відокремлювати від відливка не пошкоджуючи його. Відливок Кришка передня Ц100х200.021 виготовляється з високоміцного чавуну марки ВЧ 450 ДСТУ 3925-99, через це в потовщених місцях відливка при кристалізації буде утворена об'ємна усадочна раковина. Щоб уникнути об'ємної усадки потрібно біля потовщеного місця встановити підживлювач. Для розрахунку розмірів підживлювача визначаємо за допомогою програми NOVA FLOW модуль затвердіння відливка  $M_{затв.}=1,4$ . У відповідності до модулю затвердіння з табл.2.1 визначаємо розміри і масу підживлювача Ø75 і висотою 145мм, масою 5,1 кг.

### 2.3.1. Вибір місця підводу металу та типу ливникової системи.

Місце підводу металу вибираємо по лінії роз'єму напівформ. Конструкцію ливникової системи вибираємо типову: звужуючу. При проектуванні ливників враховувались габаритні розміри відливка і габаритні розміри форми 610х710х356 мм. При цьому прийнято розмістити у кожній ливарній формі по чотири відливка. Ливникова система для даного виливка складається з ливникової чаші, стояка, шлаковловлювача, двох живильників та двох підживлювачів.

### 2.3.2 Визначення оптимальної швидкості заливки.

Оптимальна тривалість заливки визначається за формулою [3]:

$$t = S \cdot \sqrt{G} \quad (2.1)$$

де  $S$  – коефіцієнт, що враховує товщину стінок відливка,  $S=2,2$  [3];

$G$  – маса металу, що заливається в форму, кг;

$$G = M_{відл} \cdot n + M_{підж} \cdot n + M_{шл} + M_{ст.} \quad (2.2)$$

де  $M_{відл}$  – маса виливка;

$n$  – кількість відповідного елемента;

$M_{підж.}$  – маса підживлювача;

$M_{\text{шл.}}$  – маса шлаковловлювача;

$M_{\text{ст.}}$  – маса стояка.

$$G = 6,4 \cdot 4 + 5,1 \cdot 2 + 0,63 + 1,5 = 37,21$$

$$t = 2,2 \cdot \sqrt{37,2} = 13,42 \text{ сек}$$

### 2.3.3 Визначення площі перерізу каналів ливникової системи.

Загальна площа живильників на форму:

$$\sum F_{\text{жив}} = \frac{G}{\gamma \cdot \mu \cdot t \cdot \sqrt{2gH_p}}, \quad (2.3)$$

де  $G$  – маса металу, що заливається, кг;

$\gamma$  – густина сплаву для високоміцного чавуну  $7300 \text{ кг/м}^3$ ;

$\mu$  – коефіцієнт опору ливникової системи і порожнини форми  $\mu = 0,8$ ;

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

$H_p$  – статичний напір, м.

Визначення статичного напору:

$$H_p = H - \frac{P^2}{2C} \quad (2.4)$$

де  $H$  – висота напівформи, см;

$P$  – висота відливка від місця підводу металу у форму;

$C$  – висота відливка, см.

На рис. 2.2. показана схема для розрахунку статичного напору.

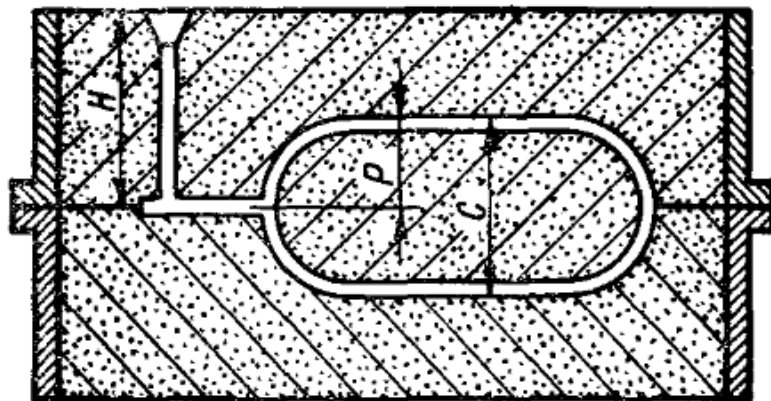


Рисунок 2.2 – Схема для розрахунку гідростатичного напору.

$$H_p = 0,178 - \frac{0,12^2}{2 \cdot 0,145} = 0,128 \text{ м}$$

Визначаємо площу перерізу живильника:

$$F_{жив} = \frac{37,21}{7300 \cdot 0,8 \cdot 13,42 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,128}} = 3,5 \text{ см}^2$$

Визначаємо розміри живильника прийнявши форму поперечного перерізу – трапеції.

Площа перерізу шлаковловлювача і стояка визначається зі співвідношення:

$$\begin{aligned} \sum F_{жив} : \sum F_{шл} : \sum F_{ст} &= 1 : 1,3 : 1,4 \\ \sum F_{шл} &= 1,3 \cdot \sum F_{жив} = 1,3 \cdot 3,5 = 4,5 \text{ см}^2 \\ \sum F_{ст} &= 1,4 \cdot \sum F_{жив} = 1,4 \cdot 3,5 = 4,9 \text{ см}^2 \end{aligned} \quad (2.8)$$

Розрахунок геометричних розмірів шлаковловлювача:

$$a = \sqrt{\frac{F_{шл}}{6}} = \sqrt{\frac{4,5}{6}} = 8,5 \text{ мм} \quad (2.9)$$

Розрахунок геометричних розмірів шлаковловлювача проводимо за схемою рисунку 2.4.

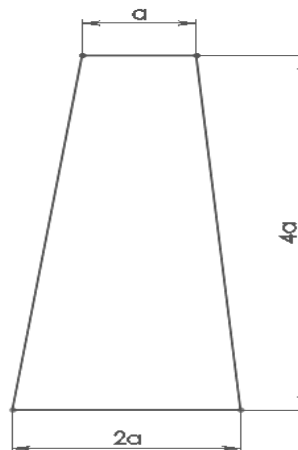


Рисунок 2.5 – схема для розрахунку геометричних розмірів шлаковловлювача.

Отримуємо площу шлаковловлювача  $F_{шл} = 8,5 \text{ см}^2$ .

Визначаємо діаметр стояка:

$$d_{ст} = \sqrt{\frac{4F_{ст}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4,9}{3,14}} = 2,4 \text{ см} \quad (2.10)$$

Із технологічних міркувань приймаємо  $d = 35 \text{ мм}$ .

## 2.4 Технологічний процес виготовлення виливка.

Технологічний процес виготовлення виливків включає в себе такі операції: виготовлення півформ, огляд форм, виготовлення та встановлення стержнів, збирання форм, охолодження відливка, видалення відливка, очистка і контроль якості відливка.

1. Відливоч «Маточина» виготовляється на безопочній формівній машині DISA MATCH 24x28 з застосуванням двосторінної модельної плити, технічна характеристика якої приведена в частині 1. Модельна плита за допомогою центрувальних і напрямних втулок монтується на пресувальних штоках, модельна плита повертається в вертикальне положення і з бункера починається вдування суміші с подальшим пресуванням. Після чого роз'єднуються верхня і нижня напівформи, вилучається модельна плита, потім за допомогою автоматичного стержневкладача у форми встановлюються стержні. Після збирання форма виштовхується на транспортну лінію.

2. Метал високоміцний чавун марки ВЧ 450 ДСТУ 3925-99 заливається у форми з розливочної печі Fomet марки PR3/2.

3. Залиті форми оходжуються протягом 60 хв на конвеєрі АМН.

4. Після охолодження відливка форма потрапляє на вибивну решітку, де відливоч з ливниковою порожниною відділяють від формувальної суміші.

5. З вибивних решіток відливоч із ливниковою системою і залишками формівної суміші потрапляє у галтовочний барабан DISA COOL 2900.

6. Після обробки відливки з ливниковою системою потрапляють на конвеєр де за домогою гідроклинів іде ввіділення ливникової системи від відливка.

7. Відокремлені відливки транспортуються до дробеметної установки DISA марки SHLICK MB 900S.

8. Після очистки проводиться контроль якості і відливки транспортують на склад.

## **2.5. Опис процесу проектування ливарного оснащення.**

Особливості конструювання модельного оснащення для формовочної машини DISA MATCH 24/28 пов'язані з підвищеною точністю виготовлення форм відливків при вертикальному формуванні. Особлива увага приділяється точності і чистоті виготовлення моделей і модельних плит, точності прив'язки, фіксації і кріплення моделей на модельних плитах.

Модельний комплект складається з двосторонньої модельної плити на якій змонтовано моделі та ливникову систему. Двостороння модельна плита в машині встановлюється за допомогою центрувальних і напрямних втулок.

До модельного оснащення для ліній ставлять такі вимоги:

- Стояк повинен розміщуватися у визначених місцях які передбачені конструкцією машини;
- Мінімальні відстані між моделями залежать від габаритних розмірів моделі;
- в модельному оснащенні в темних кутках слід передбачати венти і канали для відведення повітря із формувальної камери при вдуванні і пресуванні суміші;
- точність обробки внутрішніх вертикальних площин моделей (западині під болвани) повинні бути не нижче 9-го класу, зовнішніх вертикальних площин - 8-го класу, а горизонтальних - 7-го класу точності за ГОСТ 2780-73;
- Шорсткість моделей та піл модельних плит Ra 1,мкм;
- величини допусків на розміри знаків моделей і стержнів повинні відповідати ГОСТ 3606-80;
- формувальні ухили на робочій поверхнях моделей повинні бути виконані у відповідності з вимогами ГОСТ 3212-80;
- формувальні ухили знаків моделей і стержневих ящиків повинні бути виконані за ГОСТ 3606-80;
- чистота обробки моделей елементів ливникової системи повинна бути не нижче 7-го класу чистоти за ГОСТ 2739-73;
- Підмодельні плити рекомендується виготовляти із алюмінієвих сплавів марки АЛ9, АЛІ2 ГОСТ 2685-63.

При проектуванні стержневого ящика для стержневої машини марки DISA CORE 10EP слід враховувати мінімальні і максимальні габаритні розміри стержневого ящика. Матеріал стержневого ящика повинен мати магнітні властивості, так як ліва і права половини стержневого ящика закріплюються в машині на магнітних плитах. Також для вентилявання ящика потрібно передбачити венти.

Застосування спроектованого модельного комплексу дозволяє забезпечити у виготовлених формах достатню точність при виготовленні форм на формівній машині DISA MATCH 24x28.

## **2.6 Контроль якості вилівка.**

Контроль якості починають з зовнішнього контролю в два етапи: попередньо перед очисткою і відпалом, потім безпосередньо після очищення відливка. Зовнішній контроль проводять 100% порівнюючи отриманий відливок з еталонами шлакові, газові, земельні, усадочні раковини, короблення, зміщення, підриви, пригари. Хімічний склад відливка визначають в лабораторії методами хімічного і спектрального аналізу, один раз на плавку кожного виду сплаву. Геометричні розміри відливки контролюють шаблонами та спеціальними вимірювальними приладами один раз після становлення нової модельної оснастки та виготовлення експериментальної партії.

Структуру металу відливки визначають при вивченні приготовлених зразків-шліфів, за допомогою мікроскопу один раз в місяць. При контролі механічних властивостей перевіряють твердість, відносне видовження, згин ударну в'язкість та ін., періодичність раз на тиждень, на стандартних зразках, а також зразках вирізаних з тіла відливки.

Контроль параметрів технологічного процесу здійснюється контрольними вимірювальними приладами встановленими на обладнанні.

Параметри формівної та стержневої суміші перевіряються 1 раз в 6 год.

## **3 НАУКОВА ЧАСТИНА**

### **3.1 Застосування високоміцного чавуну з кулястим графітом та його властивості**

У світовій і вітчизняній практиці з високоміцного чавуну з кулястим графітом виготовляють широку номенклатури виробів (деталей), наприклад, блоки циліндрів, гальмівні барабани, диски зчеплення, поршневі кільця, кронштейни, колінчаті і розподільні вали, кришки підшипників, маточини коліс, зубчасті колеса, корпусні деталі та інші [1-3]. Виготовляють виливки вагою від декількох грам до кількох десятків тонн. Властивості ВЧКГ дуже різноманітні, тому високоміцний чавун застосовується замість: сірого чавуну - для подовження терміну служби виливків (валків, виливниць, поршневих кілець та ін); сталі - з метою спрощення та здешевлення виробництва, зменшення кількості металу та раціоналізації конструкції виливків (колінчастих валів, траверс, шестерень та ін); кольорових сплавів - з метою скорочення витрат дефіцитних металів і зменшення вартості машин.

Поряд з конструкційними високоміцними чавунами застосовуються високоміцні чавуни зі спеціальними властивостями: жаростійкі, стійкі в різних агресивних середовищах, антифрикційні високоміцні чавуни з низькими коефіцієнтами тертя та інші.

Форма графіту в чавунах сильно впливає на характеристики міцності чавуну. Завдяки кулястій формі графіту ВЧ за механічними властивостями значно перевершує сірий чавун і успішно конкурує зі сталлю. Широке застосування чавуну з кулястим графітом обумовлено поєднанням в ньому одночасно високих фізико-механічних характеристик і хороших технологічних властивостей, які дають можливість в ряді випадків з великим економічним ефектом застосовувати його для деталей, зазвичай вироблених зі сталі, ковкого чавуну, бронзи та інших матеріалів [1-3].

Високоміцний чавун з кулястим графітом вигідно відрізняється від сталі хорошими ливарними властивостями, високою рідкотекучістю, низькою схильністю до утворення гарячих тріщин, малою усадкою, відносною простотою процесу

виплавки і меншою вартістю [1]. Високоміцний чавун крім заліза містить: 3,2...3,6 % C, 1,6...2,9 % Si, 0,3...0,7 % Mn, < 0,02 % S і 0,1 % P.

Властивості високоміцних чавунів дуже різноманітні, але відмінною особливістю таких чавунів є поєднання хороших ливарних властивостей і високих характеристик міцності. До властивостей високоміцного чавуну відносяться, також низька чутливість до концентраторів напружень та стійкість до циклічних навантажень. Чавуни з кулястим графітом мають високу рідкотекучість, лінійна усадка - близько 1%. Ливарні напруження у виливках трохи вищі, ніж у сірого чавуну. Через високий модуль пружності досить висока оброблюваність різанням.

Куляста форма графіту істотно збільшує ударну в'язкість (KCU) тільки в разі феритної матриці. Перлітні чавуни незалежно від форми графіту при кімнатній температурі знаходяться в крихкому стані. Ударна в'язкість ЧКГ залежить і від більш тонких структур металевої основи - величини феритного зерна і рівномірності розподілу елементів [1,2].

В той же час, графіт володіє мінімальною міцністю, і може відігравати роль дефекту структури в чавуні. При збільшенні розмірів графітових включень, а також при збільшенні кількості включень спостерігається зниження межі витривалості чавунів [10]. Результати досліджень [10-11] показали, що краще з межею витривалості корелюється не вміст перліту в основі, а твердість.

При динамічному навантаженні на противагу іншим металам ЧКГ отримується більший модуль пружності (на 2-15%) [1, 6, 8], причому ця різниця тим більше, чим більше графіт. Збільшення кількості КГ, а особливо поява пластинчастого графіту, знижує нормальний модуль пружності. При великій напруженні поведінка чавунів не підкоряється лінійним законом Гука, а стає нелінійно-пружним [7, 12].

Поліпшення форми графіту в ЧКГ призводить до збільшення тріщиностійкості, що підтверджується рядом досліджень. На підставі результатів, отриманих в роботі [12], можна стверджувати, що кількість графітових включень при постійному їх розмірі не впливає істотно на тріщиностійкість ЧКГ. Для просування тріщини в двофазному матеріалі необхідно додаткове напруження для проштовхування дислокацій між включеннями, яке залежить від відстані між останніми. Для ЧКГ виявлена залежність між тріщиностійкістю і середнім відстанню

між графітовими включеннями [11-12]. При цьому встановлено, що критичне розкриття тріщини прямо пропорційно величині відстані між включеннями КГ, причому цей зв'язок спостерігається незалежно від способу отримання металевої структури чавуну. Інші результати [9] свідчать про те, що така залежність спостерігається тільки для вузького руйнування чавунів. Тріщиностійкість ЧКГ залежить також від хімічного складу, так як від вмісту елементів залежить мікроструктура чавунів і міцність її складових [11-12].

При збільшенні температури тепло- і електропровідність чавунів падає (зростає електроопір  $\rho'$ ). З усіх структурних складових чавуну графіт має максимальний електроопір, тому графітизація вуглецю призводить до підвищення цієї характеристики. При цьому вказане вплив більш виражено для чавунів з пластинчастим графітом і менш - для чавунів з кулястим графітом. При цьому високоміцний чавун має більш низьку теплопровідність, ніж сірий, але при підвищенні температури ця різниця різко зменшується [6].

### **3.2 Аналіз сучасних способів ковшового модифікування чавуну**

Найбільш поширеним способом отримання високоміцного чавуну є магнієвий процес, заснований на введенні в розплав металевого магнію, магнієвих лігатур і комплексних модифікаторів, що містять магній.

Для отримання стабільних властивостей ливарних сплавів як ефективний метод використовують спосіб ковшового модифікування. Модифікування проводиться шляхом заливання металу зверху магнійвмісних лігатур, що укладаються на плоске або зі спеціально обладнаною кишенею дно ковша. Техніка наповнення ковша дуже важлива, струмінь розплаву не повинен попадати безпосередньо на модифікатор, а ковш повинен заповнюватися якнайшвидше без зупинок та затримок. Технологія модифікування, є обов'язковою операцією отримання чавуну з компактною формою графіту, оскільки в результаті взаємодії модифікатору з розплавом, змінюється хімічний склад, структура, та властивості розплаву, що обумовлюють зародження центрів кристалізації та утворення включень графіту компактної форми.

Від самого початку виробництва високоміцного чавуну з компактною формою графіту, конструкція ковшів для модифікації зазнала різноманітних змін. Усі вони спрямовані на покращення виходу кінцевого продукту та кількісного зниження магнію у лігатурі. В даний час існує велика різноманітність способів сфероїдизуючої обробки чавуну легкою лігатурою в ковшах різного типу.

Одним з найбільш перспективних та економічних способів ковшового модифікування чавуну з використанням низьковідсоткових магнієвих лігатур є сендвіч-процес (рисунок 3.1).

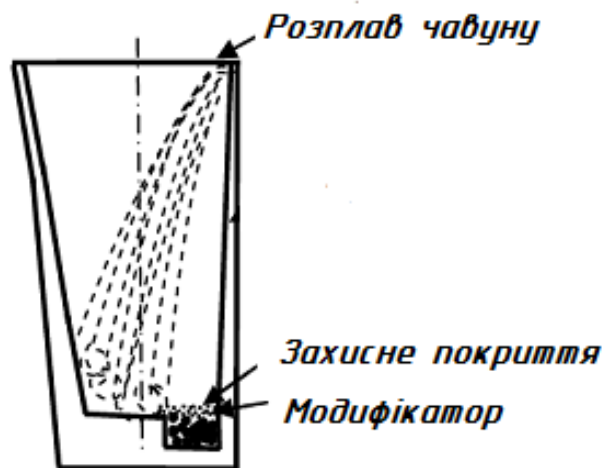


Рисунок 3.1 – Схема модифікації «сендвіч»-процесу

В «сендвіч»-процесі методі модифікації передбачається спеціальна реакційна камера на дні заливного ковша в яку засипають «легку» лігатуру та присипають дрібною сталеною стружкою. Модифікатор засипають в нагрітий ківш через завантажувальну трубу з воронкою.

Даний спосіб дозволяє забезпечувати необхідний час заливки та уникнути спливання модифікатора у процесі заповнення ковша, оскільки щільність модифікатора менша щільності розплаву. Створюється необхідна площа взаємодії лігатури з розплавом чавуну та можливість охолоджувати чавун на початок реакції з лігатурою, що позитивно впливає на ступені засвоєння магнію (близько 50...60%).

В якості сфероїдизуючої обробки розплаву чавуну, як правило використовують феросиліцій з вмістом масової частки магнію в межах 3...12%. Основними перевагами використання феросилікомагнію є перш за все його економічність. Можливість контролювати вміст магнію та фракційний склад феросилікомагнію забезпечують високий рівень засвоєння магнію.

Керування вмісту магнію, кальцію та церію (РЗМ) знижує до мінімуму реакційну здатність магнію та гарантує більш стабільний результат модифікації, знижує інтенсивність газовиділення та піроефекту при обробці розплаву. Можливість використання дрібних фракцій підвищує насипну щільність, що є важливою перевагою. Подрібнена структура модифікатора дозволяє отримувати міцніший матеріал та зменшуючи втрати матеріалу через стирання під час транспортування. М'яке і повільне протікання реакції по товщині спеченого модифікатора, забезпечує високу надійність результатів модифікування, високий рівень засвоєння магнію з мінімальним викидом диму та газу.

Збалансований вміст кальцію та церію, а також їх однорідний розподіл по всій структурі матеріалу, сприяють зародженню та зростанню більш високої кількості включень компактного графіту, внаслідок чого зменшується навішування, необхідне для подальшого вторинного графітизуючого модифікування. Все це, дає можливість керувати процесом випаровування магнію при введенні в розплав чавуну за рахунок зміни його концентрації [15].

Основними недоліками даного процесу є зниження продуктивності заливної ділянки та погіршення екології у цеху.

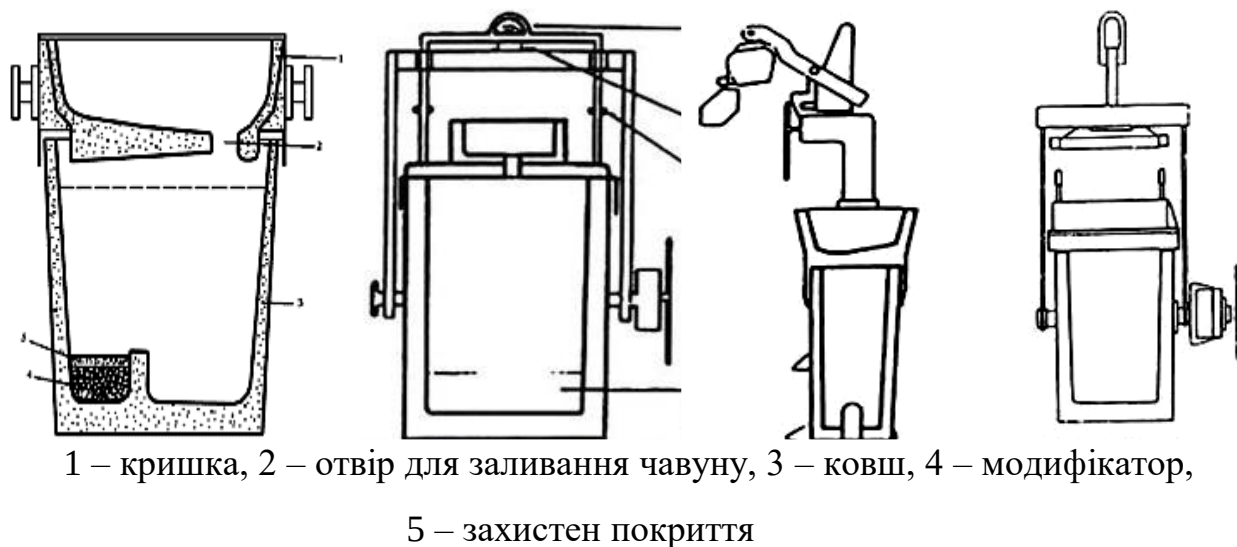


Рисунок 3.2 – Схема модифікування та конструкції ковшів зі знімною кришкою

Використання з'ємних кришок при ковшовому модифікуванні дозволило усунути деякі недоліки та є найбільш гнучким і простим в обслуговуванні під час обробки чавуну.

Кришку можна знімати з ковша за допомогою автонавантажувача або підйом кришки з'єднують за допомогою спеціальної скоби з ковшем. Можливе встановлення кришки на жолоб печі. Основними перевагами ковшів зі знімною кришкою є: відносно легке очищення ковша та спрощене видалення шлаку; можливість використання кришки для кількох реакційних ковшів, та легкість завантаження ФСМг лігатуру при знятій кришці.

Усі ці різновиди конструкцій об'єднує те, що всі кришки за мінімальних витрат у власних майстернях більшість ливарників здатні створити самостійно. Найбільш вдалий тип ковша з кришкою може визначити будь-яке ливарне виробництво, модернізувати існуючі та спроектувати перспективні варіанти виконань. По реалізації процес ківш із кришкою найбільш гнучкий. Основні цілі розробки нового типу ковша з кришкою зводяться до економічності процесу, яка пов'язана безпосередньо з чистотою металу, кількістю виділення диму та газів, утворення шлаку тощо.

Ковші з фіксованою кришкою є альтернативним конструкційним рішенням ковшів зі з'ємними кришками (рис. 3.3).

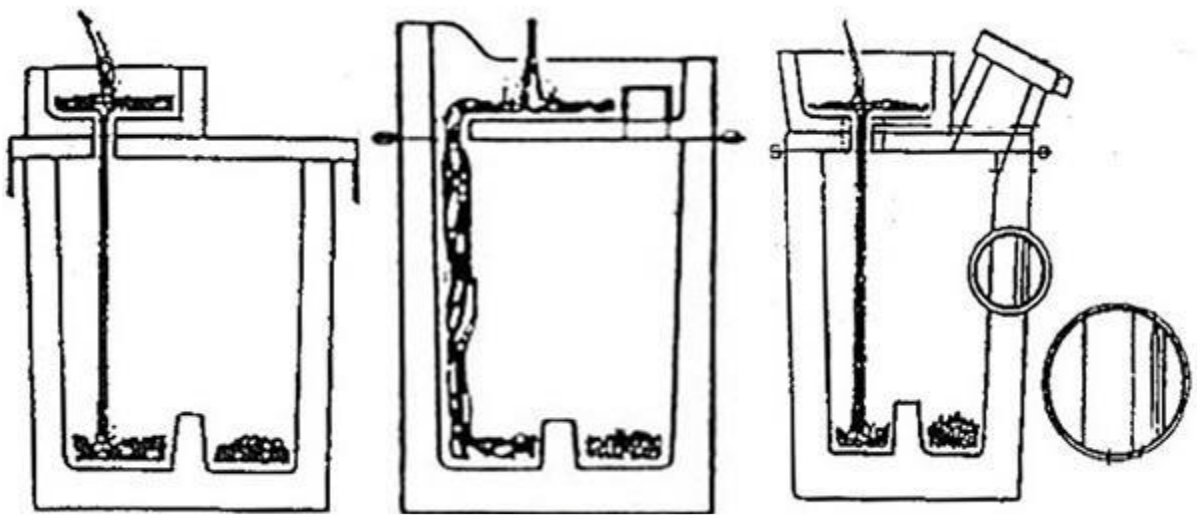


Рисунок 3.3 – Схема ковшів із фіксованою кришкою

Наявність фіксованої кришки вимагає наявності завантажувального отвору, з протилежної сторони реакційної кишені, для подачі в ківш лігатури ФСМг. Недолік даного ковша є неможливість збирання шлаку, що вимагає додаткового застосування модифікаторів, які у своєму складі мають малу частку шлакоутворюючих елементів (Al, Ca та інших РЗМ).

Для чайникових ковшів можливе використання як фіксованих та і змінних кришок (рис.3.4).

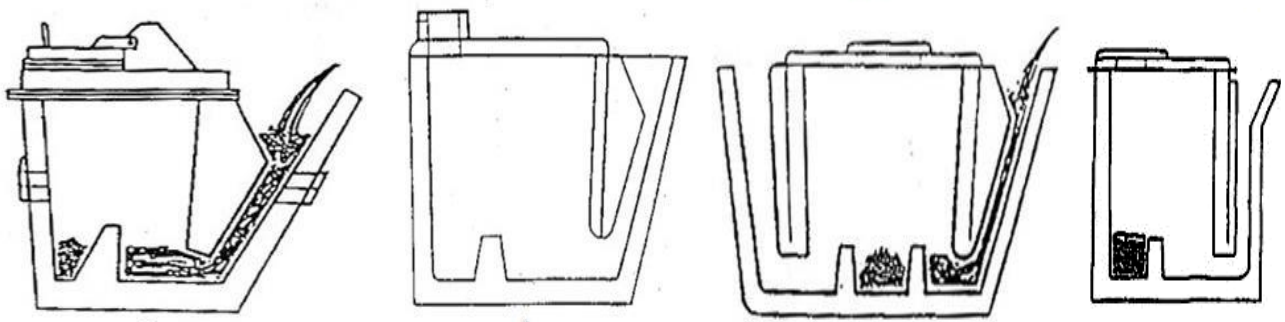


Рисунок 3.4 – Схема чайникових ковшів із кришкою

Однією з переваг використання чайникових ковшів є можливість заповнювати та розливати ковш через чайниковий носик, при цьому зникає потреба у використанні кришки для його заповнення. Недоліком ковшів з одним носиком, є зниження модифікуючої дії останніх порцій розплаву, що залишаються в носовій частині до початку розливання чавуну по формах, що обумовлює низький ступень сфероїдизації графіту та зміну структури в перших виливках. Вирішенням даного недоліку є розробка ковша з двома чайниковими носиками: один з яких використовують для заповнення ковша, а інший – для розливання модифікованого розплаву за формами. Завдяки ефекту відсікання шлаку, властивого чайниковим ковшам, на заливку виходить, як правило, чистіший чавун.

Незважаючи на більш високу ефективність у загальному випадку процесу «ківш з кришкою» порівняно з «сэндвіч-процесом» у роботі проведено удосконалення останньої технологічної схеми та її дослідна апробація.

Магній і особливо церій стабілізують цементит. Тому вміст вуглецю і кремнію в високоміцному чавуні підтримують на верхній межі (до 3,8 і 3% відповідно). Крім того, після модифікування з метою сфероїдизації графіту розплав додатково модифікують феросиліцієм для усунення або зменшення відбілу.

Головною відмінною технологічною особливістю способів є тимчасовою інтервал між введенням модифікатора в розплав чавуну і початком кристалізації останнього, який визначається технологією модифікування і розливання рідкого чавуну в ливарні форми, а також істотно впливає на структуру, механічні та експлуатаційні властивості високоміцного чавуну в литому стані.

### **3.3 Аналіз впливу модифікування на формування високоміцних чавунів з кулястим графітом**

Модифікування відіграє вирішальну роль у виробництві високоміцного чавуну. Основною функцією модифікування є збільшення центрів графітизації, що сприяє зростанню графітової евтектики і одночасно зменшує переохолодження і знижує до мінімуму ймовірність утворення твердих евтектичних карбідів в структурі. Для цього необхідно запобігти переохолодженню до температур нижче метастабільної евтектики, коли відбувається утворення карбідних структур.

Роль модифікатора полягає в створенні центрів графітизації в рідкому чавуні, що сприяють формуванню кулястого графіту при незначному переохолодженні. Що, забезпечує більшу кількість зародків графіту в високоміцному чавуні (ВЧ).

Слід зазначити, що добавки магнію і церію в ливарний чавун з метою отримання високоміцного чавуну з кулястим графітом (ВЧКГ) значно впливають на утворення карбідів. Модифікуванням чавуну необхідно нейтралізувати цей вплив навіть в разі високого вмісту вуглецю і кремнію. Крім цього, модифікуванням забезпечується підвищена кількість графітових центрів в високоміцному чавуні. Модифікування ВЧ являє собою процес десульфурзації і деоксидації. Проте, необов'язково видаляти сульфіді і оксиди з рідкого чавуну в покривний шлак. Необхідно забезпечити дрібнодисперсний розподіл частинок в чавуні. Такі мікрочастинки діють в якості потенційних центрів гетерогенного утворення графіту в процесі кристалізації. Отже, ефективний процес модифікування виходить при низькому вмісті S і O.

Обробка чавуну сплавами феросиліцію з магнієм протікає менш бурхливо без істотного вимивання центрів графітизації. Крім того, силікати магнію утворюють менші за розміром частинки в порівнянні з оксидами магнію. Таким чином, після обробки розплаву велика частина оксидів залишається в вигляді дрібнодиспергованих частинок.

Графітизуючі елементи підвищують і знижують евтектичних температури графіту і карбіду. Стабілізатори карбіду зменшують евтектичну температуру графіту і підвищують евтектичну температуру карбіду.

Традиційно, модифікаторами були сплави FeSi, що містять металеві добавки, як кальцій (Ca), барій (Ba), стронцій (Sr), марганець (Mn) і цирконій (Zr). Мета цих активних елементів полягає в реакції з S і O в чавуні і освіту потенційних різнорідних центрів кристалізації для графіту. Число можливих центрів кристалізації, які можуть утворитися після обробки, показують ефективність модифікаторів [1, 2, 3].

Аналіз існуючих способів отримання чавуну з кулястим графітом за допомогою чистого магнію або сплавів, що містять його, показав, що необхідно вирішити 2 завдання: занурення модифікатора в рідкий чавун та регулювання процесу взаємодії модифікатора з рідким чавуном.

Важкі Ni-Mg і Cu-Mg-лігатури забезпечують спокійний без викидів металу введення магнію в розплав у відкритих ковшах і досить високий рівень переходу магнію в чавун (50 ... 60%). Спільно з важкими лігатурами, які виконують тільки функцію сфероїдизуючого модифікування, необхідне проведення потужного графітизуючого модифікування в 2 етапи: 1-й доза модифікатора (FeSi) вводиться в ківш безпосередньо з магнієвої лігатурою (0,7...0,9% від маси розплаву) , а 2-й (0,15...0,30%) - безпосередньо перед заливкою поміщається в ливникову чашу форми, або дається на струмінь [73].

Для утворення кулястого графіту в сплаві необхідна певна концентрація чистого магнію [76]. Залежно від швидкості охолодження вилівка (фактора, що сприяє сфероїдизації графіту) в сплаві міститься 0,05...0,08% Mg. Засвоєний магній має слабкі міжатомні зв'язки з компонентами рідкого чавуну. З залізом магній не взаємодіє, а з вуглецем і кремнієм сила міжатомних зв'язків не достатня для утворення в області температур рідкого стану металу хімічних сполук.

Обробка розплаву чавуну магнієвими сумішами за розробленими технологіями забезпечує в ньому стабільну сфероїдизацію графітних включень, сприяє отриманню перліто-феритної структури металевої матриці і не вимагає дотримання будь-яких особливих умов щодо температури і складу оброблюваного чавуну.

В процесі сфероїдизації модифікування чавуну крім глобуляризації графіту, спостерігається цілий ряд інших ефектів: змінюються поверхневий натяг і в'язкість розплаву, його електроопір, характер усадочних процесів, знижується температура

евтектичною кристалізації, зміщується вправо евтектична точка та ін. Всі ці ефекти, включаючи глобуляризацію графіту, взаємопов'язані і взаємообумовлені [14, 91-103].

Сфероїдизуюча дія Mg на графіт проявляється при  $Mg_{ост} = 0,010...0,014\%$ . При  $Mg_{ост} > 0,014\%$  сфероїдизуючий ефект посилюється і утворюється вермикулярний графіт, що росте з кулястих зародків. Кулястий графіт при цьому вироджується через формування на його поверхні графітних відгалужень, що ростуть в контакт з розплавом. З збільшення в розплаві  $Mg_{ост}$  вермикулярний графіт повністю замінюється кулястим [104].

Таким чином, одним з найважливіших умов, що забезпечують стабільність технології внутрішньоформеного модифікування ВЧКГ, є застосування модифікатора з постійним (без значного коливання) вмістом магнію [113].

Визначальні фактори при формуванні в чавуні графіту компактної форми - вміст S і Mg. Причому останній бере участь у формуванні нової фази в твердому чавуні. Модифікуюча дію Mg обумовлено його високу хімічну активність по відношенню до елементів, що входять до складу чавуну. При легуванні Sn і Mg утворюють стійке хімічна сполука  $Mg_2Sn$  з 29% Mg і  $T_{пл} = 778^\circ C$ , а Sn і S утворюють сульфід  $SnS$  з 78% Sn і  $T_{пл} = 880^\circ C$ .

Введення малих кількостей РЗМ до складу комплексних модифікаторів типу Fe-Si-Mg-Ba суттєво впливає на їх сфероїдизуючу і графітізуючу здатність. Наявність РЗМ дозволяє не тільки знизити вміст магнію в комплексному модифікаторі і нейтралізувати, шкідливу дію демодифікуючих елементів, але також збільшує тривалість збереження в чавуні при його витримці в ковші графіту, кулястої форми. Наявність кальцію більше 2,5% в складі комплексного модифікатора: типу Fe-Si-Mg-Ba також викликає підвищення графітизації. При цьому число графітних включень різко зростає, що сприяє зменшенню усадочних дефектів і підвищенню виходу придатного литва. При вмісті модифікатора кальцію понад 5% відсутнє підвищення ефективності модифікування і зростає шлакоутворювальна здатність, що обумовлює погіршення розчинності комплексного модифікатора, особливо при низькій температурі вихідного рідкого металу. Кальцій в складі комплексного модифікатора типу Fe-Si-Mg-Ba підвищує ступінь сфероїдизації графіту, сприяє феритизації металевої матриці ВЧКГ і підвищує його пластичність. Спільне введення РЗМ і

кальцію в складі комплексного модифікатора типу Fe-Si-Mg-Ca-Ba стабілізує процес отримання ВЧ. Оптимальний вміст РЗМ в складі комплексного модифікатора Mg-Ba-Ca-РЗМ складає в межах 1,5....3% [119].

У чавуні, модифікованому магнієм, при тривалій кристалізації форма графіту змінюється в залежності, від кількості введеного церію. При введенні РЗМ включення графіту стають більш дрібними і правильної форми, ніж у чавуну, модифікованого тільки магнієм. Різке збільшення кількості включень графіту за рахунок добавки РЗМ пов'язано з подальшим зниженням температури евтектичною кристалізації, збільшенням числа центрів кристалізації і зниженням термодинамічної активності вуглецю [18, 76, 120, 121].

З введенням в розплав церієвого мишметалу вміст  $Mg_{зал}$  в чавуні - в 2-3 рази нижче, ніж в чавуні без добавок РЗМ, що пояснюється конкуруючої здатністю церію та інших РЗМ, як сфероїдизуючих модифікаторів, в результаті чого магній витісняється [122-124].

Добавки Се, La і Mg значно знижують швидкість і збільшують тривалість евтектичною кристалізації, гальмують виділення первинного графіту. Зміна умов зростання викликає послідовна зміна морфології первинного графіту від одиночних пластин до розгалужених дендритам (при 0,05...0,10% Се) і, в кінцевому рахунку, до утворення КГ (при 0,3% Се) [125].

Механізм впливу елементів-сфероїдизаторів визначається їх поведінкою при кристалізації, яка обумовлена низьким коефіцієнтом розподілу між твердою і рідкою фазами. Наявність РЗМ в приграничному шарі в результаті зниження коефіцієнта дифузії і зменшення активності вуглецю призводить до уповільнення лінійної швидкості росту граней кристалів графіту [126, 127].

Ковшова обробка розплаву чавуну церієм не забезпечує повного видалення сульфідів церію зважаючи на їх високої щільності. Основна частина продуктів взаємодії церію з домішками чавуну залишається. Подальша обробка розплаву магнієвої лігатурою забезпечує додаткову десульфурацію чавуну і підсилює барботаж розплаву, прискорюючи цим видалення сульфідів, що виникають при попередньому введенні в чавун РЗМ [128].

Утворені в розплаві при сфероїдизуючому модифікуванні РЗМ сульфідів виконують роль підкладок для зародження графіту. Обробка РЗМ чавуну змінює морфологію і характер розподілу сульфідів. Фосфіди РЗМ не є підкладками, а утворюються в процесі кристалізації і розташовуються у вигляді ізольованих включень по межах евтектичних колоній [130].

Присадка 0,05...0,10% - РЗМ в ківш при випуску металу з печі істотно покращує його ливарні властивості. Чавун, модифікований РЗМ і Mg, володіє меншим передусадочним розширенням, має підвищену рідкотекучість, що гальмує утворення усадочних дефектів. Крім того, РЗМ сприяють графітизації, подрібнюють глобули графіту, і помітно зменшують карбідну фазу, що підвищує щільність і механічну міцність виливки [131].

Модифікатор на основі феросиліцію з добавками вісмуту і РЗМ відрізняється більшою графітизуючою здатністю, ніж модифікатори ФС75, ФС75+Bi, Bi+РЗМ. Крім цього (Bi + РЗМ) містить модифікатор, що забезпечує більш тривале збереження модифікуючого ефекту. При спільному введенні вісмуту і РЗМ в розплав ВЧКГ утворюються інтерметалеві з'єднання, що відіграють роль підкладок для кристалізації графіту. [133, 134]. Bi, Sb і As при роздільному їх введенні в чавун не утворюють з його компонентами з'єднань, які володіли б розмірним відповідністю з кристалічною решіткою графіту і одночасно могли б знаходитися в розплаві в твердому стані [135].

Умови для взаємодії РЗМ (Ce, Nd, Y, Yb, Pr і La) з вісмутом, миш'яком і сурмою можуть створюватися при спільному введенні в розплав даних елементів. При цьому критерію розмірної відповідності відповідають тільки кристалічні решітки біатомних з'єднань вісмуту з усіма РЗМ. Крім цього, інтерметаліди РЗМ-Bi мають температуру плавлення, що перевищує температуру рідкого чавуну. Щільність біатомних інтерметалідів близька щільності рідкого чавуну і їх частинки, маючи низьку швидкість спливання, можуть довго перебувати в розплаві, зумовлюючи тривале збереження в рідкому ВЧКГ гетерогенних зародків для кристалізації графіту [38, 36].

### 3.4 Методи досліджень хімічного складу, структури високоміцних чавунів та вибір суміші для модифікування

#### 3.4.1. Характеристика та вибір суміші для модифікування

Для дослідження технології ковшового модифікування високоміцного чавуну з кулястим графітом використовували модифікаторами: Ni-Mg та ФСМг7. Температура модифікування знаходиться в межах 1400...1500°C, а час від початку модифікування до закінчення заливки була в межах 5...25 хв. Хімічний склад чавуну після модифікування знаходиться в межа: 3,0...4% з, 1,6...4% Si, 0,3...1% Мп, 0,008...0,20% S, 0,04...0,12% Р, 0,02...0,08% Mg.

Сфероїдизуюче модифікування чавуну проводили безпосередньо в ковші механічною сумішшю, хімічний склад якої приведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад магнієвмісних модифікаторів для внутрішньоформового модифікування чавуну, % мас

| Марка  | Вміст хімічного елементу, % мас |           |             |         |      |                  |
|--------|---------------------------------|-----------|-------------|---------|------|------------------|
|        | Mg                              | Ca        | PЗМ         | Si      | Al   | Fe               |
| ФСМг 7 | 6,5...8,5                       | 0,8...1,2 | 0,3...1,0   | 45...55 | ≤1,2 | Основа           |
| Ni-Mg  | 4,0...6,0                       | 0,4...0,6 | 0,20...0,40 | 0,003   | -    | 0,1<br>Основа Ni |

#### 3.4.2. Методика досліджень хімічного складу високоміцного чавуну.

Хімічний склад вихідного і модифікованого чавуну визначали на зразках виливків аналітичним хімічним та спектральним експрес – аналізом.

Методом вакуум-плавлення на аналізаторах АН 7529 і АС 7932 визначали вміст вуглецю й сірки (рис 3.5), а інші елементи, такі як, залишковий вміст магнію, вміст кремнію, фосфору, марганцю та сірки в чавуні до і після модифікування визначали за допомогою оптико-емісійного спектрометра фірми «BrukerMaterials» марки Q4 TASMAN (рис. 3.6).



Рисунок 3.5 – Аналізатори АН 7529 (а) та АС 7932 (б)

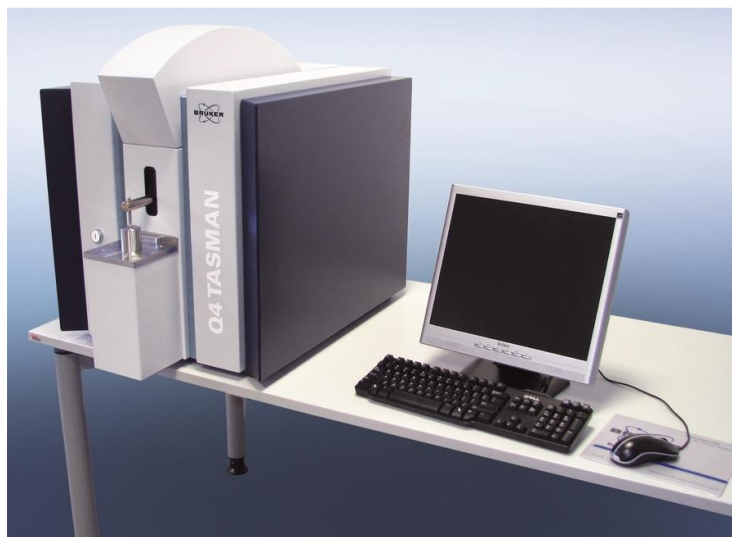


Рисунок 3.6 – Компактний багатоосьовий іскровий оптико-емісійний спектрометр фірми «BrukerMaterials» марки Q4 TASMAL

### 3.4.3 Методика проведення металографічних досліджень високоміцного чавуну

Підготовка шліфів для металографічних досліджень проводили на шліфувально-полірувальному верстаті із застосуванням абразивного матеріалу - алмазної пасти. Травлення шліфів здійснювалося згідно стандартних методик 4% спиртовим розчином  $\text{HNO}_3$  (ГОСТ 4461-77). Дослідження мікроструктури проводилося на мікроскопі МИМ-8 у відбитому світлі при збільшеннях 100, 400, 500.



Рисунок 3.8 – Загальний вид металографічного мікроскопу МІМ-8

Оцінку отриманої структури для високоміцного чавуну проводили за ГОСТ 3443-87.

### **3.5 Дослідження сфероїдизуючого ефекту при ковшовому модифікуванні високоміцного чавуну з компактною формою графіту**

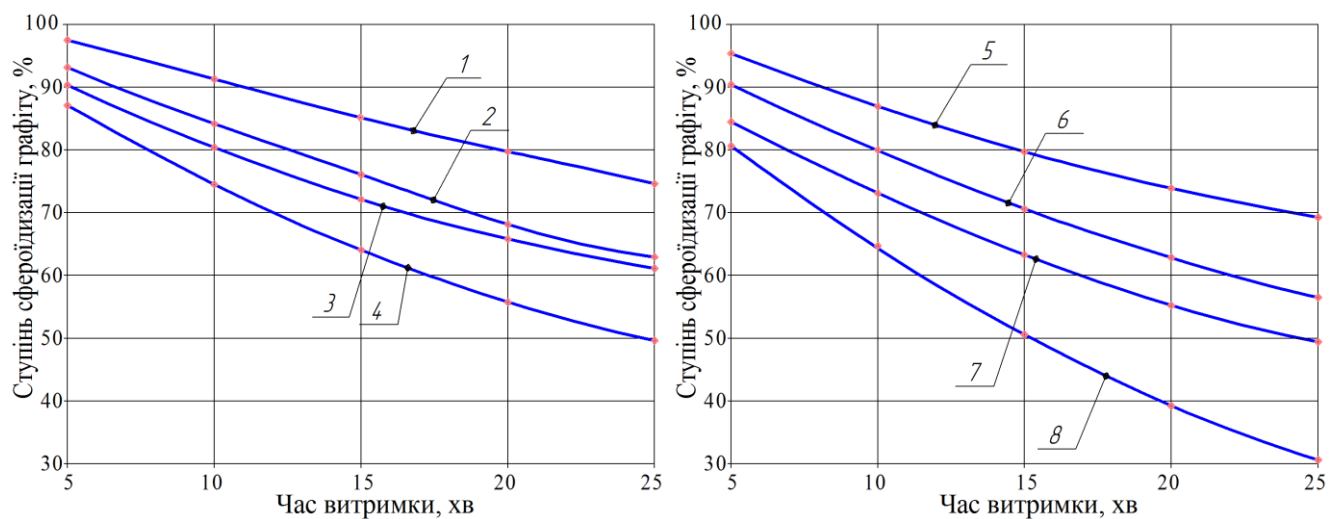
Як відомо, час розливу 1 т рідкого чавуну, модифікованого магнієвими лігатурами, Ni-Mg, Fe-Si-Mg та ін., не повинен перевищувати 10...12 хв [1, 2, 3]. Збільшення часу витримки рідкого чавуну призведе до втрати сфероїдизуючої дії модифікатора в наслідок різкого зменшення кількості залишкового магнію в чавуні. Для запобігання інтенсивності видаленню магнію з розплаву, рекомендується застосовувати захисні флюси або періодично вводити в чавун додаткові дози модифікатора для підтримки необхідного рівня  $Mg_{\text{зал}}$  в чавуні, застосовувати багатостадійне модифікування та ін [2]. Останнім часом все більше розробляють модифікатори та способи обробки чавуну з тривалістю сфероїдизуючої дії більше 25 хв [6, 7]. Але, незалежно від типу сфероїдизуючого модифікатора та способу їх введення, слід скорочувати проміжок часу між введення модифікатору та заливкою чавуну у форми. Слід віддавати перевагу «пізнішому» модифікуванню, тобто в реакційній камері ливарної форми або в струмені сплаву під час заливання у ливарну форму та ін.

Дослідження тривалість сфероїдизуючої дії проводили із застосуванням найбільш поширених у виробництві лігатур: – Ni-Mg (12,2 % Mg; 0,5 % Се) та ФСМг7 (7,64 % Mg; 0,2 % РЗМ). В якості показника сфероїдизуючої дії

модифікаторів було обрано ступінь сфероїдизації графіту (ССГ) у структурі виливків. Тимчасовий час витримки модифікованого чавуну в ковші досліджували в межах 5...25 хвилин без застосування захисних флюсів. Плавка вихідного чавуну проводили індукційний електропід з основним футеруванням, після десульфурації та доведення до необхідного хімічного складу і перегріву до 1450...1480 °С модифікування розплаву здійснювали в ковші місткістю 1,0 т.

Витрата комплексних модифікаторів: ФСМг7 – 2,2 %мас., Ni-Mg - РЗМ - 1,3...1,5%. Хімічний склад вихідного чавуну, мас.: 3,2...3,6% С; 1,4...1,8% Si;  $\leq 0,5\text{Mn}$ ;  $< 0,02\text{S}$ ;  $\leq 0,1\text{P}$ ;  $\leq 0,1\text{Cr}$ .

Після завершення процесу модифікування та витримки в ковші 1,0 т чавуну протягом 25 хв температура розплаву знизилася з 1420 до 1285 °С. Слід зазначити, що найбільша швидкість падіння температури була на початку, а найменша наприкінці витримки. За результатами зміни форми включень графіту протягом часу витримки та зниження температури, отримано залежності ССГ (рис. 3.9).



Діаметр перерізу зразка: 1, 2 – 5мм, 3, 4 – 15мм, 5, 6 – 35мм, 7, 8 – 100мм

Рисунок 3.9 – Залежність впливу часу витримки ковшового модифікування чавуну на ступінь сфероїдизації графіту: 1,3,5,7 – ФСМг7 та 2,4,6,8 – Ni-Mg.

З рисунку 3.9 можна бачити, що для виливків переріз яких більше 30 мм, відсутня пропорційності між тривалістю витримки модифікованого чавуну в рідкому стані і величиною ССГ, що особливо не спостерігається і для перерізів меншого діаметру. Дане явище можна пояснити різним складом застосовуваного модифікатора.

Результати досліджень показали, що витримка модифікованого чавуну в ковші протягом 25 хв призвела до зменшення ССГ при використанні ФСМг7 – на 18...48, Ni-Mg-лігатури – на 37...55 %. Таким чином, модифікатор ФСМг7 менш впливає на погіршення форми графіту в чавуні в порівнянні з Ni-Mg-лігатурою, що обумовлює отримання кулястого графіту в виливках при більш тривалому часі витримки модифікованого чавуну, а саме тривалість модифікуючої дії ФСМг7 у 1,3...1,8 раз більша, ніж Ni-Mg-лігатури. (рис. 3.10).

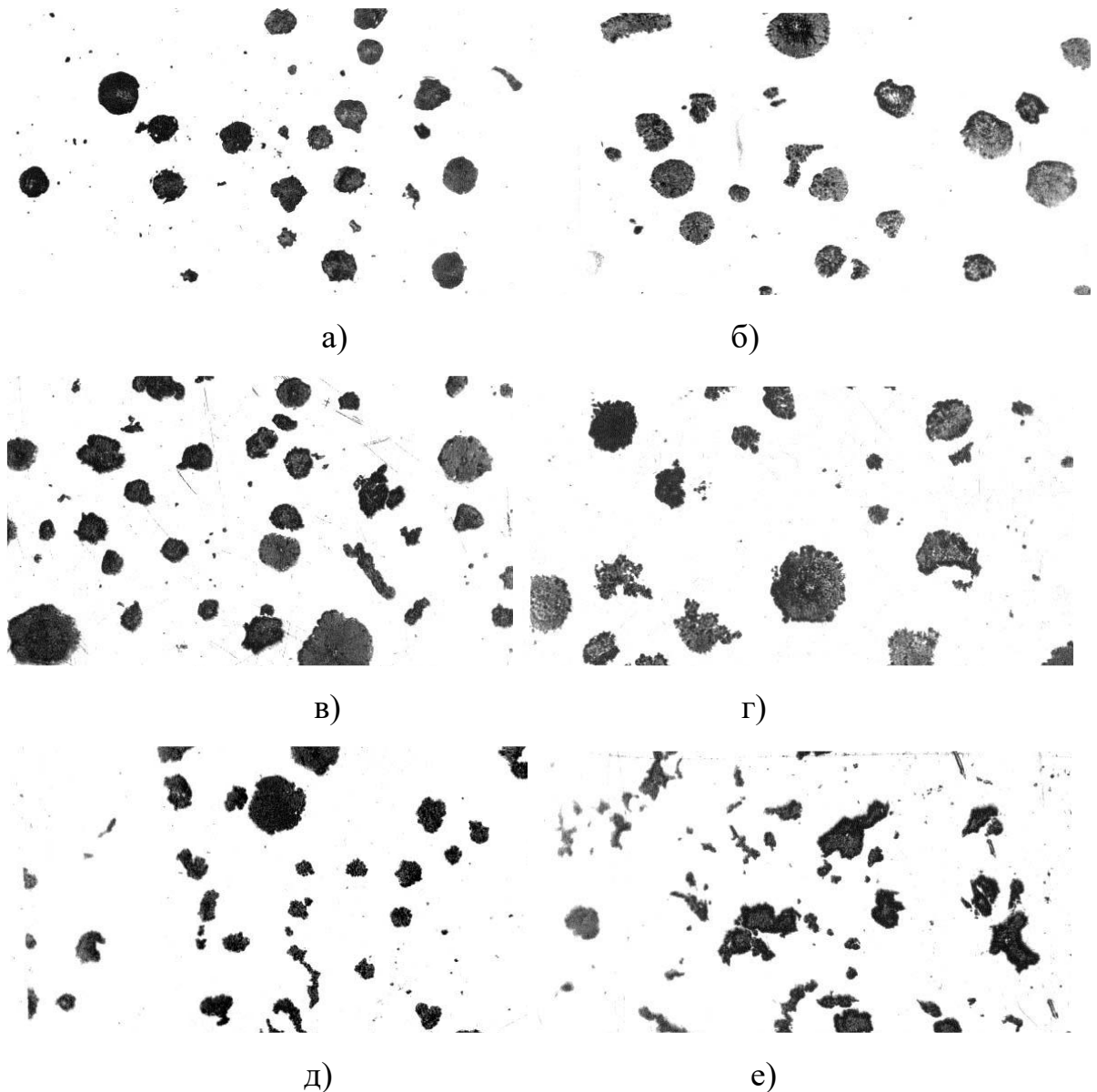


Рисунок 3.10 – Графіт в мікроструктура зразків виливків модифікованих ФСМг7 (а, в, д) і Ni-Mg (б, г, е), час витримки розплаву у ковші: а, б – 5 хв; в, г – 15хв; д, е - 25 хв). Переріз виливків 35 мм, x100

Можна бачити, що сфероїдизуюча дія ФСМг7 перевищує за тривалістю дію Ni-Mg-лігатури. Мікроструктура зразків виливків, з часом витримки в ковші в 5, 15 та 25 хв модифікованого ФСМг7 розплаву показана на рис. 3.11.

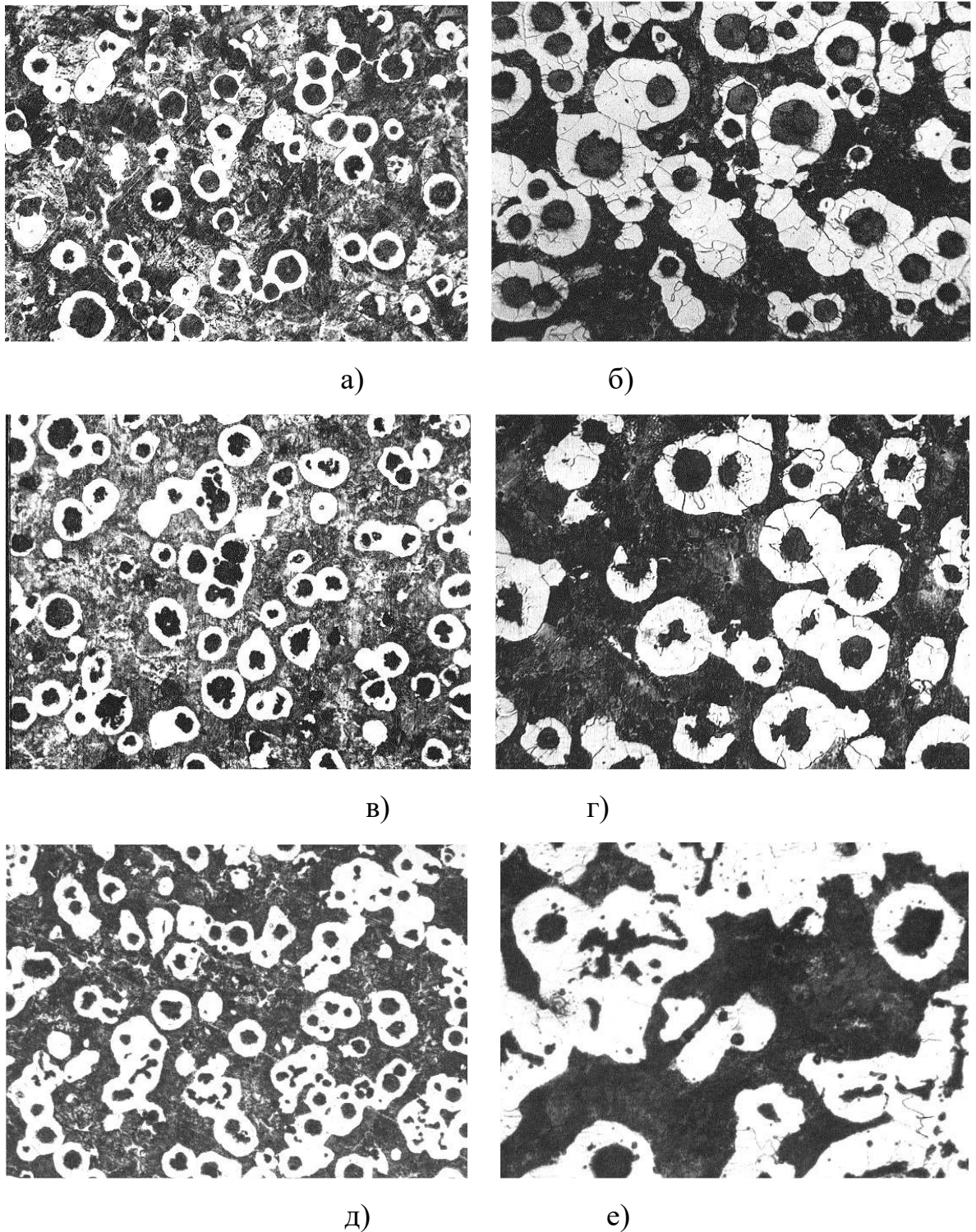


Рисунок 3.11 – Мікроструктура зразків виливків модифікованих ФСМг7 чавуну в ковші. Час витримки розплаву у ковші: а, б – 5 хв; в, г – 15хв;

д , е - 25 хв). Переріз виливків: а, в, д – 5 мм та б, г, е – 100 мм, x100

Виявлено у структурі зразків перерізом 35, змішану форму графітових включень при використанні модифікатора ФСМг7 (7,64 % Mg) та витримці

модифікованого чавуну до 15 хв. Збільшення витримки до 25 хв призводить до наявності переважно компактного та вермикулярного графіту.

Зміну ССТ в зразках виливків з різним часом витримки модифікованого чавуну, можна пояснити випаровуванням магнію з розплаву. Слід зазначити, що, швидкість випаровування магнію залежить від складу модифікуючої лігатури, початкового ступеня насичення розплаву магнієм, тобто частки  $Mg_{зал}$  в чавуні після обробки, що обумовлює його зміну в процесі витримки. Результати досліджень зміни вмісту  $Mg_{зал}$  в модифікованому чавуні в процесі витримки після обробки його модифікаторами в ковші наведені в таблиці 3.2, рис. 3.12.

Таблиця 3.2 – Вплив часу витримки модифікованого чавуну в ковші на вміст залишкового магнію ( $Mg_{зал}$ , %мас.)

| Модифікатор | Час витримки, хв. | Вміст залишкового магнію, $Mg_{зал}$ , %мас. |
|-------------|-------------------|----------------------------------------------|
| ФСМг7       | 5                 | 0,058                                        |
|             | 10                | 0,039                                        |
|             | 15                | 0,034                                        |
|             | 20                | 0,023                                        |
|             | 25                | 0,016                                        |
| Ni-Mg       | 5                 | 0,049                                        |
|             | 10                | 0,041                                        |
|             | 15                | 0,032                                        |
|             | 20                | 0,019                                        |
|             | 25                | 0,011                                        |

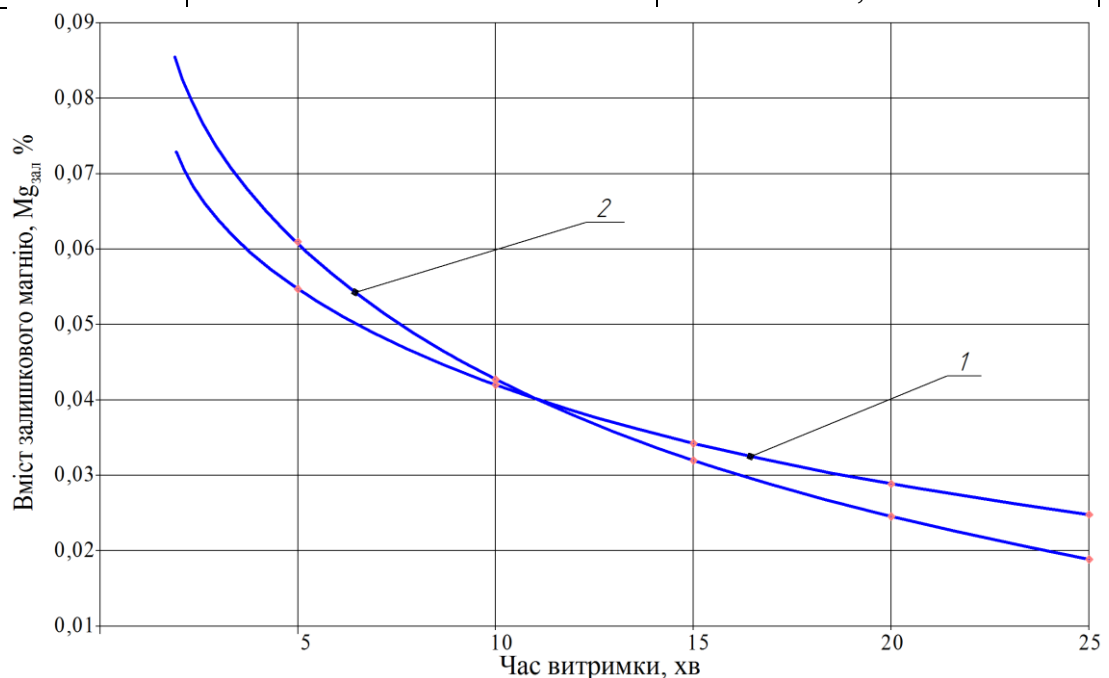


Рисунок 3.12 – Залежність зміни вмісту залишкового магнію  $Mg_{зал}$  в розплаві модифікованому лігатурами ФСМг7 (1) та Ni-Mg (2) в ковші від часу витримки

З рисунку видно, що Ni-Mg - лігатура на початку модифікування забезпечує найбільший ступінь засвоєння Mg чавуном, але після 10 хв витримки кількість  $Mg_{\text{зал}}$  у чавуні зрівнюється з модифікатором ФСМг7. При подальшій витримці відбувається зменшення залишкового магнію  $Mg_{\text{зал}}$  у чавуні, обробленому Ni-Mg-лігатурою та модифікатором ФСМг7. Але, швидкість зменшення магнію, при обробці Ni-Mg-лігатурою, з модифікованого чавуну є більшою в порівнянні з обробкою ФСМг7 лігатурою.

Виявлено, що середня швидкість зменшення магнію з модифікованого чавуну протягом 25 хв витримки в ковші, при використанні Ni-Mg-лігатури, становить – 0,0030...0,0037% Mg/хв; ФСМг7 - 0,002...0,0021 % Mg/хв. Зазначимо, що характерним є значне зниження вмісту магнію протягом 5...10 хв витримки чавуну після обробки для обох типів модифікаторів. Виявлено, що чим вищий вихідний вміст  $Mg_{\text{зал}}$  в чавуні, тим більша швидкість його видалення з чавуну.

Показано, що чавун модифікований Ni-Mg - лігатурою, з вихідною масовою часткою  $Mg_{\text{ост}}$  0,089% за 25 хв витримки, швидкість зменшення магнію склала 0,011 % Mg/хв. При модифікуванні ФСМг7, забезпечуються нижчі вихідні значення  $Mg_{\text{зал}}$  в чавуні, що пов'язано з меншим засвоєнням модифікатора, що обумовлює зменшення швидкості видалення магнію з чавуну на початку витримки до 5 хв у 2,5...4,5 рази в порівнянні з Ni-Mg-лігатурою.

Таким чином, вивчення залежності ступеня сфероїдизації графіту від кількості залишкового магнію в чавуні при ковшовому модифікуванні різними лігатурами визначено мінімальний вміст  $Mg_{\text{ост}}$ , необхідний для забезпечення кулястої форми графіту, що становить  $\geq 82\%$ . Для чавуну модифікованого Ni-Mg-лігатурою залишкова масова частка магнію має бути більшою 0,045% при використанні ФСМг7  $\geq 0,038$  %. Тобто, при ковшовому модифікуванні чавуну більш тривалу сфероїдизуючу дію мають комплексні модифікатори в складі яких є кальцій і РЗМ.

## **Висновки по науковій частині**

1. Аналіз технологій ковшового модифікування високоміцного чавуну показав, що найбільш перспективним та економічним способом є «сендвіч-процес», який забезпечує необхідний час заливки, уникає спливання модифікатора у процесі заповнення ковша та отримання стабільного структурного стану виливків.

2. Порівняльним аналізом факторів, які впливають на ефективність технології ковшового модифікування високоміцного чавуну виявлено, що значну роль на ці процеси відіграє хімічний склад модифікуючих лігатур а також тривалість збереження сфероїдизуючого ефекту.

3. Встановлено залежності ступеня сфероїдизації графіту від кількості залишкового магнію в чавуні при ковшовому модифікуванні лігатурами Ni-Mg та ФСМг7. Показано, що для забезпечення кулястої форми графіту, мінімальний вміст залишкового магнію становить  $\geq 82\%$ . Для чавуну модифікованого Ni-Mg-лігатурою залишкова масова частка магнію має бути більшою 0,045%, при використанні ФСМг7  $\geq 0,038\%$ .

4. Показано, що використання модифікатора ФСМг7 менш впливає на погіршення форми графіту в чавуні в порівнянні з Ni-Mg-лігатурою, що обумовлює отримання кулястого графіту в виливках при більш тривалому часі витримки модифікованого чавуну, а саме тривалість модифікуючої дії ФСМг7 у 1,3...1,8 раз більша, ніж Ni-Mg-лігатури

5. Побудовано залежності степеню сфероїдизації графіту та вмісту залишкового магнію від часу витримки в ковші модифікованого чавуну Ni-Mg та ФСМг7 лігатурами.

6. Встановлено, що швидкість видалення магнію з чавуну на початку витримки при ковшовому модифікуванні з використанням модифікатора ФСМг7 у 2,5...4,5 рази нижча в порівнянні з Ni-Mg-лігатурою.

## 4 ЕНЕРГЕТИЧНА ЧАСТИНА

### 4.1 Річна потреба в електроенергії

Визначаємо потребу цеху в технологічній, силовій освітлювальній електроенергії по типовим нормам витрат на 1т придатного литва [5].

Загальні витрати електроенергії по цеху складають:

$$W = W_T + W_c, \quad (4.1)$$

де  $W_T$  – річна витрата електроенергії на електропривод силових установок, кВт·рік;

$W_c$  – річна потреба електроенергії на електропривод силових установок, кВт·рік;

Річна потреба електроенергії розраховується на основі встановленої потужності устаткування і річної кількості його роботи. Укрупнені розрахунки приводяться по питомим нормам витрати електроенергії на 1т придатного литва по формулі:

$$W_c = P_c \cdot Q_z \cdot K_w, \quad (4.2)$$

де  $P_c$  – питома витрата силовій електроенергії на 1т придатного литва, кВт·рік [6];

$Q_z$  – випуск придатних відливок, т/рік;

$K_w = 1,05$  – коефіцієнт, який враховує втрати електроенергії в мережі.

$$W_c = 120 \cdot 7200 \cdot 1,05 = 982800 \text{ кВт·рік}$$

Річну витрату електроенергії на технологічні потреби визначаємо по формулі:

$$W_T = P_m \cdot Q_z \cdot K_w, \quad (4.3)$$

де  $P_m$  – питома витрата технологічної електроенергії на 1т придатного литва, кВт·рік [8];

$$W_T = 420 \cdot 7200 \cdot 1,05 = 3439800 \text{ кВт·рік}$$

Загальні витрати електроенергії:

$$W = 982800 + 3439800 = 4422600 \text{ кВт·рік}$$

Річна потреба в освітлювальній електроенергії визначається по формулі:

$$W_0 = 0,001 \cdot \rho \cdot F \cdot T_0 \quad (4.4)$$

де  $\rho$  – середні витрати за 1 годину на  $1\text{ м}^2$  площі (для виробничих відділень ливарного цеху,  $\rho = 18 \text{ Вт}$ ) [6];

$F$  – освітлювальна площа,  $\text{м}^2$ ;

$T_0$  – річне число годин освітлювального навантаження.

$$W_0 = 0,001 \cdot 18 \cdot 7920 \cdot 5631 = 802755 \text{ кВт/рік}$$

#### 4.2 Річна потреба ливарного цеху у воді

Вода в ливарному цеху витрачається на приготування формувальної суміші, грануляцію шлаку, охолодження дугової печі, господарчі потреби, побутові і санітарно-гігієнічні потреби. Витрати води на технічні потреби розраховуються по формулі:

$$P_m = P_{\text{в}} \cdot Q_{\text{річн}}, \quad (4.5)$$

де  $P_m$  – питомі витрати технологічної води на 1т придатного литва [1],  $\text{м}^3/\text{т}$ .

$$P_m = 35 \cdot 7200 = 273000 \text{ м}^3$$

Витрати води на побутові потреби, господарсько-питні: 45 л на 1 чоловіка в зміну. Тоді:

$$P_x = 45 \cdot 87 \cdot 2 = 7830 \text{ м}^3$$

Річну потребу цеху в воді визначаємо:

$$P = P_m + P_x, \quad (4.6)$$

$$P = 273000 + 7830 = 280830 \text{ м}^3$$

Також вода в ливарних цехах використовується для охолодження виливків, гасіння залишків вибивки вагранок, грануляції шлаку, охолодження плавильних агрегатів, зволоження формувальної і стрижньової суміші, гідроочищення виливків і ін. Витрата води на охолодження устаткування визначається по вигляду устаткування, його кількості і часу роботи.

#### 4.3 Річна потреба ливарного цеху в стисненому повітрі

У ливарному цеху на стисненому повітрі працюють формувальні, піскодувні і піскострільні машини, пневматичні підйомники, пневмоінструмент, дробеструйні камери і інше устаткування. Розрахунок ведемо на 1т придатного литва по формулі:

$$Q_{cm} = P_{cm} \cdot Q_z, \quad (4.7)$$

де  $P_{ст}$  – витратна стисненого повітря на 1т придатного литва,  $P_{cm} = 750...850$  м<sup>3</sup>/т [8].

$$Q_{cm} = 800 \cdot 7200 = 9240000 \text{ м}^3.$$

Витрата повітря визначається для кожної одиниці устаткування за паспортними даними залежно від режиму роботи цеху.

## 5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1 Розрахунок капітальних вкладень

Данні для розрахунку фонду часу для устаткування та працівників, режим роботи цеху, баланс метала та кількість технологічного обладнання беремо з попередніх розділів першої частини магістерської роботи (пункти 1.1 – 1.10).

Капітальні вкладення при проектуванні цеху визначаються методом розрахунку окремих елементів (по балансовій вартості):

$$K = K_{yc} + K_{буд} + K_y + K_{осн} + K_{инв} + K_{пр}, \quad (5.1)$$

де  $K_{yc}$  – капіталовкладення в устаткування, грн;

$K_{буд}$  – капіталовкладення в будівлі, грн;

$K_{осн}$  – капіталовкладення в технологічне оснащення, грн;

$K_{инв}$  – капіталовкладення в інвентар, грн;

$K_{пр}$  – капіталовкладення в проектування діляниці, грн.

$$K = 4679740 + 94348800 + 9434880 + 159796 + 45656 + 114840 = 108783712 \text{ грн}$$

Капіталовкладення в устаткування розраховуються за формулою:

$$K_{yc} = K_{yt} + K_{ye} + K_{пту} + K_{км}, \quad (5.2)$$

де  $K_{yt}$  – капіталовкладення в технологічне устаткування, грн;

$K_{ye}$  – капіталовкладення в енергетичне устаткування, грн;

$K_{пту}$  – капіталовкладення в підйомно-транспортне устаткування, грн;

$K_{км}$  – капіталовкладення у засоби комплексної механізації, грн.

$$K_{yc} = 2282800 + 228280 + 1597960 + 570700 = 4679740 \text{ грн}$$

Капітальні вкладення у технологічне устаткування розраховуємо за формулою:

$$K_{yt} = \sum [C_o \cdot (1 + \alpha_t + \alpha_c + \alpha_m) \cdot Z], \text{ грн}, \quad (5.3)$$

де  $C_o$  – оптова ціна устаткування, грн;

$\alpha_m$  – коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати на придбанням устаткування ( $\alpha_m \approx 0,05$  маса вища за 30 т, та 0,1 в інших випадках);

$\alpha_c$  – коефіцієнт врахування витрат на будівельні роботи;

$\alpha_m$  – коефіцієнт, врахування витрат на монтаж та освоєння устаткування;

$Z$  – число типорозмірів устаткування.

Для прикладу приводимо розрахунок витрат на технологічне устаткування – стрижневий автомат моделі DISACORE10EP:

$$K_{yt} = 90000 \cdot (1 + 0,05 + 0,03 + 0,1) \cdot 2 = 212400 \text{ грн}$$

Аналогічно проводимо розрахунки для іншого обладнання та заносимо їх до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Техніко-економічні показники обладнання

| Найменування устаткування         | Модель          | Кількість | Оптова ціна одиниці, грн | Величина коефіцієнта |            |            | Балансова вартість, грн | Всього  |  |
|-----------------------------------|-----------------|-----------|--------------------------|----------------------|------------|------------|-------------------------|---------|--|
|                                   |                 |           |                          | $\alpha_m$           | $\alpha_c$ | $\alpha_m$ |                         |         |  |
| Плавильний комплекс OTTO Yunker   | MFTGe 5         | 1         | 650000                   | 0,1                  | 0,02       | 0,1        | 793000                  | 793000  |  |
| Формувальна лінія                 | DISA MATCH24/28 | 1         | 850000                   | 0,05                 | 0,05       | 0,1        | 1020000                 | 1020000 |  |
| Стержневий автомат                | DISA CORE 10 EP | 1         | 90000                    | 0,05                 | 0,03       | 0,1        | 106200                  | 106200  |  |
| Установка для приготування суміші | TM-240-90       | 2         | 42000                    | 0,05                 | 0,05       | 0,1        | 50400                   | 100800  |  |
| Галтовочний барабан               | DISA COLL 2900  | 1         | 68000                    | 0,05                 | 0,05       | 0,1        | 81600                   | 81600   |  |
| Дробеметна установка              | SHLICK MB 900S  | 1         | 95000                    | 0,05                 | 0,05       | 0,1        | 114000                  | 114000  |  |
| Обдирочно-шліфувальний верстат    | 3M363           | 8         | 7000                     | 0,05                 | 0,05       | 0,1        | 8400                    | 67200   |  |
| Всього                            |                 |           |                          |                      |            |            |                         | 2282800 |  |

Капіталовкладення в енергетичне устаткування (приймаємо 10 % від вартості технологічного устаткування):

$$K_{ye} = K_{yt} \cdot 0,1 \quad (5.4)$$

$$K_{ye} = 2282800 \cdot 0,1 = 228280 \text{ грн}$$

Капіталовкладення в підйомно-транспортне устаткування приймаємо в розмірі 70% вартості технологічного устаткування:

$$K_{nty} = K_{yt} \cdot 0,7 \quad (5.5)$$

$$K_{nty} = 2282800 \cdot 0,7 = 1597960 \text{ грн}$$

Капіталовкладення у засоби комплексної механізації і автоматизації. Приймаємо 25 % [24] вартості технологічного устаткування

$$K_{\text{км}} = K_{\text{ут}} \cdot 0,25 \quad (5.6)$$

$$K_{\text{км}} = 2282800 \cdot 0,25 = 570700 \text{ грн}$$

Капітальні вкладення в будівлі:

$$K_{\text{буд}} = S_{\text{цех}} \cdot h \cdot \Pi_{\text{буд}}, \quad (5.7)$$

де  $S_{\text{цех}}$  – загальна площа цеху (згідно плану цеху).  $S_{\text{цех}}=5760\text{м}^2$ ;

$h$  – висота приміщення цеху,  $h=12,6$  м;

$\Pi_{\text{буд}}$  – вартість  $1\text{м}^3$  будівлі,  $\Pi_{\text{буд}} = 1300\text{грн/м}^3$ ;

$$K_{\text{буд}} = 5760 \cdot 12,6 \cdot 1300 = 94348800 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення у споруди та обладнання, внутрішньо цехові рейкові колії, повітропроводи та інші пристрої приймаємо 10 % від вартості будівлі:

$$K_{\text{сп.обл}} = K_{\text{буд}} \cdot 0,10 \quad (5.8)$$

$$K_{\text{сп.обл}} = 94348800 \cdot 0,10 = 9434880 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення у технологічне оснащення приймаємо в розмірі 7% вартості технологічного устаткування:

$$K_{\text{тех.осн}} = K_{\text{ут}} \cdot 0,07 \quad (5.9)$$

$$K_{\text{тех.осн}} = 2282800 \cdot 0,07 = 159796 \text{ грн}$$

Капітальні вкладення у виробничий та господарський інвентар (стелажі, предмети протипожежного устаткування, засіки, тумбочки) приймаємо в розмірі 2 % від вартості технологічного устаткування:

$$K_{\text{інв}} = K_{\text{ут}} \cdot 0,02 \quad (5.10)$$

$$K_{\text{інв}} = 2282800 \cdot 0,02 = 45656 \text{ грн}$$

Капітальні вкладення в проектування ливарного цеху визначаються за формулою:

$$K_{\text{пр}} = \left( \sum_{i=1}^n M_i \cdot K_i \cdot O_i \right) \cdot K, \text{ грн} \quad (5.11)$$

де  $M_i$  – кількість місяців роботи над проектом;

$K_i$  – кількість задіяних конструкторів, технологів і т.д.;

$O_i$  – посадовий оклад за місяць,  $O_i=8700\text{грн}$  (технолог та конструктор);

$K$  – поправочний коефіцієнт, що враховує додаткові витрати,  $K = 1,1$ .

$$K_{np} = (2 \cdot 3 \cdot 8700 \cdot 1,1) + (2 \cdot 3 \cdot 8700 \cdot 1,1) = 114840 \text{ грн}$$

Результати розрахунків капітальних вкладень зводяться до таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Капіталовкладення цеху

| №<br>п/п | Група основних фондів                                 | Розмір капітальних<br>вкладень, грн | Відсотків |
|----------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------|
| 1        | 2                                                     | 3                                   | 4         |
| 1        | Технологічне устаткування                             | 2282800                             | 3,36      |
| 2        | Енергетичне устаткування                              | 228280                              | 0,33      |
| 3        | Підйомно-транспортне устаткування                     | 1597960                             | 2,37      |
| 4        | Будівлі та споруди                                    | 103783680                           | 92,73     |
| 5        | Ливарна оснастка                                      | 159796                              | 0,23      |
| 6        | Засоби механізації і автоматизації                    | 570700                              | 0,83      |
| 7        | Виробничий та господарський інвентар                  | 45656                               | 0,05      |
| 8        | Капітальні вкладення в проектування<br>ливарного цеху | 114840                              | 0,1       |
| Всього   |                                                       | 108783712                           | 100%      |

## 5.2 Техніко-економічна частина

### 5.2.1 Складання штатного розкладу працюючих ливарного цеху.

Загальна чисельність виробничих робітників визначається по трудомісткості робіт на 1 т литва:

$$R_{сп.в}^{заг} = \frac{Q_{np} \cdot t_n}{\Phi_{др} \cdot K_v}, \text{чол}, \quad (5.12)$$

де  $Q_{np}$  – маса придатного литва на річну програму, т;

$t_n$  – продуктивність 1т литва, нормо-год;

$\Phi_{др}$  – дійсний фонд часу роботи працівників, год;

$K_v$  – коефіцієнт виконання норм,  $K_v = 1$ .

$$R_{сп.в}^{заг} = \frac{7200 \cdot 15}{1747 \cdot 1} = 62 \text{ чол}$$

Розрахунок кількості виробничих робітників по професіях проводиться за робочими місцями відповідних відділень і діляниць в залежності від обраного типу устаткування:

$$R_{сп} = \frac{M \cdot H_{бр}}{K_{вик}} \cdot S, \quad (5.13)$$

де  $M$  – прийнята кількість одиниць устаткування, шт;

$H_{бр}$  – число робітників в бригаді, чол;

$K_{вик}$  – коефіцієнт використання робочого часу.

$$K_{\text{вик}} = 1 - 0,01 \cdot C, \quad (5.14)$$

де С- коефіцієнт невиходу на роботу з поважних причин.

$$K_{\text{вик}} = 1 - 0,01 \cdot 12 = 0,88$$

Приймаємо 1 плавильника на плавильний комплекс ОТТО Yunker, кількість – 1 шт.

$$R_{\text{сн}} = \frac{1 \cdot 1}{0,88} \cdot 2 = 3 \text{ чол}$$

Кількість робітників на заливочному обладнанні. Приймаємо 1 заливщика на одну автоматичну лінію, кількість автоматичних ліній – 1.

$$R_{\text{сн}} = \frac{1 \cdot 1}{0,88} \cdot 2 = 3 \text{ чол}$$

Кількість робітників на сумішоприготувальному обладнанні:

$$R_{\text{сн}} = \frac{2 \cdot 1}{0,88} \cdot 2 = 5 \text{ чол}$$

Кількість робітників на стержнеприготувальному обладнанні:

$$R_{\text{сн}} = \frac{1 \cdot 1}{0,88} \cdot 2 = 5 \text{ чол}$$

Кількість робітників на очисному обладнанні, кількість обладнання на очисній ділянці – 8:

$$R_{\text{сн}} = \frac{8 \cdot 1}{0,88} \cdot 2 = 18 \text{ чол}$$

Повний склад виробничих робітників приводиться в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Склад виробничих робітників ливарного цеху

| Відділення           | Професія            | Кількість,<br>чол | Розряди роботи |   |   |   |   |   |
|----------------------|---------------------|-------------------|----------------|---|---|---|---|---|
|                      |                     |                   | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Плавильне            | плавильники         | 2                 |                |   |   | + |   |   |
|                      | підручні            | 1                 |                | + |   |   |   |   |
| Заливочне            | заливники           | 2                 |                |   |   | + |   |   |
|                      | наладчики-оператори | 1                 |                | + |   |   |   |   |
| Сумішеприготувальне  | наладчики-оператори | 5                 |                |   |   | + |   |   |
| Стержнеприготувальне | наладчики-оператори | 3                 |                |   | + |   |   |   |
| Очисне               | оператори           | 16                |                |   | + |   |   |   |
|                      | наладчики           | 2                 |                |   |   | + |   |   |
| Всього               |                     | 32                |                |   |   |   |   |   |

### 5.2.2 Чисельність допоміжних робітників.

Сумарна чисельність допоміжних робітників визначається за формулою:

$$R_{\text{доп}}^{\text{max}} = R_{\text{сп.в}}^{\text{заг}} \cdot B, \quad (5.15)$$

де,  $B$  – коефіцієнт, що враховує допоміжних працівників,  $B = 0,65$  [23].

$$R_{\text{доп}}^{\text{max}} = 32 \cdot 0,65 = 21 \text{ чол}$$

Чисельність допоміжних працівників по міжремонтному обслуговуванню (чергові слюсарі, верстатники та інші) визначається за формулою:

$$R = \frac{R_o}{m_o \cdot K} \cdot S, \text{ чол} \quad (5.16)$$

де,  $m_o$  – норма обслуговування одним робітником;

$R_o$  – обсяг робіт механічної та електричної частини устаткування РО.

Таким чином:

$$R_o = \frac{Q_n}{100} \cdot R_n, \quad (5.17)$$

де  $R_n$  – норматив ремонтних одиниць,  $R_n^M = 190$ ;  $R_n^E = 140$  [23].

$$R_o = \frac{72}{100} \cdot 190 = 136,8$$

$$R_o = \frac{72}{100} \cdot 140 = 100,8$$

Для обслуговування обладнання на виробництві використовуємо по дві бригади чергових слюсарів та електриків, які працюють позмінно.

– для чергових слюсарів  $m_o = 650$ : - для чергових електриків  $m_o = 150$ :

$$- R_{\text{сн2}} = \frac{136,8}{650 \cdot 0,88} \cdot 2 = 0,48;$$

$$- R_{\text{сн3}} = \frac{100,8}{150 \cdot 0,88} \cdot 2 = 1,53$$

Приймаємо по 1 робітнику. Професії допоміжних робітників і їх середній розряд вказані у табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Штатний розклад кількості допоміжних робітників

| № групи                               | Професія                                    | Кількість чоловік | Середній розряд роботи | Методика розрахунку та джерело інформації                                 |
|---------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1.                                    | Чергові слюсарі                             | 2                 | 4                      | Приймаємо згідно технологічної потреби                                    |
|                                       | Чергові електрики                           | 2                 | 4                      |                                                                           |
|                                       | Наладчики устаткування                      | 2                 | 4                      |                                                                           |
| 2.                                    | Верстатники по ремонту устаткування         | 2                 | 4                      | 5% від $R_{\text{доп}}$                                                   |
|                                       | Електрозварювальники                        | 1                 | 4                      | 1 робітник 6-7 тис.т.потужності                                           |
|                                       | Пічники (ремонт печей та ковшів всіх видів) | 1                 | 4                      | 3% від $R_{\text{доп}}$                                                   |
| 3.                                    | Стропальники                                | 2                 | 2                      | По кількості робочих місць<br>У відповідності до транспорту та числу змін |
|                                       | Водії відповідного транспорту               | 2                 | 2                      |                                                                           |
| 4.                                    | Лаборанти хім.лаб.                          | 2                 | 2                      | 4% від $R_{\text{доп}}$                                                   |
| 5.                                    | Контролери БТК                              | 2                 | 4                      | 6% від виробничих робітників                                              |
|                                       | Комірники                                   | 2                 | 2                      | 4% від $R_{\text{доп}}$                                                   |
| 6.                                    | Прибиральники виробничих приміщень          | 2                 | 2                      | Приймаємо 1 прибиральник на зміну на 2500-3000м <sup>2</sup> площі цеху   |
| 7                                     | Підсобні робітники на очисній дільниці      | 2                 | 2                      | 4% від $R_{\text{доп}}$                                                   |
| Всього $\Sigma R_{\text{максдоп}}$ 24 |                                             |                   |                        |                                                                           |

Чисельність керівників і спеціалістів приймається у відсотках від чисельності робітників:

$$R = 20\% \cdot (32 + 24) = 12 \text{чол}$$

Таблиця 5.5 – Штатний розклад керівників і спеціалістів цеху

| №  | Посада                 | Кількість | Посадовий оклад, грн/міс | Сума, грн |
|----|------------------------|-----------|--------------------------|-----------|
| 1  | Начальник цеху         | 1         | 14500                    | 14500     |
| 2  | Головний металург      | 1         | 10700                    | 10700     |
| 3  | Головний технолог      | 1         | 10700                    | 10700     |
| 4  | Головний енергетик     | 1         | 10700                    | 10700     |
| 5  | Головний механік       | 1         | 10700                    | 10700     |
| 6  | Спеціаліст металург    | 1         | 8700                     | 8700      |
| 7  | Спеціаліст технолог    | 1         | 8700                     | 8700      |
| 8  | Спеціаліст конструктор | 2         | 8700                     | 17400     |
| 9  | Спеціаліст енергетик   | 1         | 8700                     | 8700      |
| 10 | Економіст              | 1         | 8100                     | 8100      |
| 11 | Майстер зміни          | 1         | 8700                     | 8700      |
|    | Всього                 | 12        |                          | 117600    |

Загальний склад працюючих в цеху заносимо до зведеної таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Загальний склад працюючих ливарного цеху

| Категорія працюючих     | Всього чоловік | Відсоток від загальної кількості працюючих |
|-------------------------|----------------|--------------------------------------------|
| Виробничі працівники    | 32             | 50,58                                      |
| Допоміжні робітники     | 24             | 34,48                                      |
| Керівники і спеціалісти | 12             | 14,94                                      |
| Всього                  | 68             | 100 %                                      |

### 5.3 Розрахунок фонду заробітної плати працівників

Запланований фонд заробітної плати (ФЗП) виробничих виробників за рік визначається за формулами:

$$\Phi_o^c = L_{zod} \cdot R_{сп}^{зар} \cdot \Phi_{дв} \cdot (1 + K_{пр} + K_{д} + K'_{д}), \quad (5.18)$$

де  $L_{zod}$  – середньогодинна тарифна ставка робітників

$$L_{zod} = \frac{\sum_{i=1}^Z l_{zod} \cdot R_{спi} \cdot K_y}{R_{сп}^{зар(д)}}, \quad (5.19)$$

де  $Z$  – номенклатура професій виробничих (допоміжних) робітників;

$L_{zod}$  – годинна тарифна ставка робітника відповідного розряду;

$R_{спi}$  – кількість виробничих робітників відповідного розряду;

$R_{сп}^{зар(д)}$  – загальна кількість, виробничих (допоміжних) робітників;

$K_y$  – коефіцієнт, який враховує доплати за умови праці;

$\Phi_{др}$  – дійсний річний фонд часу роботи одного робітника, год;

$K_{пр}$  – коефіцієнт врахування премії робітникам,  $K_{пр} = 0,15$  [28];

$K_{д}$  – доплата за фактично вироблений час,  $K_{д} = 0,075...0,08$  [27];

$K'_{д}$  – додаткова заробітна плата за не відроблений час,  $K'_{д} = 0,08...0,1$  [27].

$$3_{mic}^c = \frac{\Phi_{mic}^c}{R_{сп}^{зар(д)} \cdot M}, \quad (5.20)$$

де М – середня кількість місяців роботи виробничих (допоміжних) робітників,  
 $M = 11,2$  міс.

Середньо-годинна тарифна ставка допоміжних робітників:

$$L_{\text{год}} = \frac{\sum L_{\text{год}} \cdot R_{\text{спі}}}{R_{\text{сп}}^{\text{заг}}}, \quad (5.21)$$
$$L_{\text{год}} = \frac{(42 \cdot 12 + 49 \cdot 12)}{24} = 45,5 \text{ грн.}$$

Фонд заробітної плати допоміжних робітників:

$$\Phi_o^{c(o)} = 45,5 \cdot 24 \cdot 1747 \cdot (1 + 0,15 + 0,08 + 0,1) = 2537272,9 \text{ грн.}$$

Середньо-місячна заробітна плата одного допоміжного робітника:

$$З_{\text{міс}}^c = \frac{2537272,9}{24 \cdot 11,2} = 9439,3 \text{ грн.}$$

Середньо-годинна тарифна ставка виробничих робітників:

$$L_{\text{год}} = \frac{(42 \cdot 2 + 46 \cdot 19 + 49 \cdot 11)}{32} = 46,8 \text{ грн/год}$$

Фонд заробітної плати виробничих робітників:

$$\Phi_o^{c(o)} = 46,8 \cdot 32 \cdot 1747 \cdot (1 + 0,15 + 0,08 + 0,1) = 3479688,5 \text{ грн.}$$

Середньо-місячна заробітна плата виробничих робітників:

$$З_{\text{міс}}^c = \frac{3479688,5}{32 \cdot 11,2} = 9708,9 \text{ грн.}$$

Плавильне відділення

$$L_{\text{год}} = \frac{2 \cdot 49 + 1 \cdot 42}{3} = 46,7 \text{ грн/год.}$$

$$\Phi_o = 46,7 \cdot 3 \cdot 1747 \cdot (1 + 0,15 + 0,08 + 0,1) = 325523,7 \text{ грн.}$$

$$З_{\text{міс}} = \frac{325523,7}{3 \cdot 11,2} = 9688,2 \text{ грн.}$$

Основний фонд заробітної плати без робітників плавильної ділянки:

$$\Phi_o^c = 3479688,5 - 325523,7 = 3154164,8 \text{ грн.}$$

Сумарний фонд заробітної плати:

$$\sum \Phi_o^c = 3479688,5 + 2537272,9 + 117600 \cdot 11,2 = 7334081,4 \text{ грн.}$$

Витрати пов'язані з утриманням і експлуатацією устаткування:

$$\sum P_o = (1,0 \dots 3,5) \cdot \sum \Phi_o^c = 3,5 \cdot 7334081,4 = 25669284 \text{ грн.}$$

$$t_y = \frac{\sum P_o}{T_{piч}}$$

$$T_{piч} = Q_n \cdot t_n$$

де  $T_{piч}$  – трудомісткість річної виробничої програми цеху;

$t_l$  – трудомісткість 1 т литва, нормо-год,  $t_n = 15$  нормо-год.

$$T_{piч} = 7200 \cdot 15 = 108000 \text{ нормо-год.}$$

$$t_y = \frac{25669284}{108000} = 237,7 \text{ грн./нормо-год.}$$

Процент цехових витрат приймаємо по даних ПрАТ “Металит” –  $K \sum_{цех} \% = 176\%$ .

#### 5.4 Калькуляція собівартості відливків

Визначаємо цехову собівартість тони рідкого металу по сплаву ВЧ 450 за формулою:

$$C_{ц} = M + Z_o + Z_d + Z_{відр} + P_o + K_{ц}, \quad (5.22)$$

де  $M$  – вартість матеріалів металевої шихти та паливо технологічне, грн;

$Z_o$  – основна з/п виробничих виробників плавильної ділянки, грн;

$Z_d$  – додаткова з/п виробничих робітників, грн;

$Z_{відр}$  – відрахування в соціальні фонди виробничих робітників, грн;

$P_o$  – витрати пов’язані з утриманням і експлуатацію устаткування, на одну тонну рідкого металу, грн;

$K_{ц}$  – цехові витрати, які приходяться на одну тонну рідкого металу

$$C_{ц} = 8402,7 + 34,4 + 6,2 + 8,9 + 713,1 + 1315,6 = 10500,9 \text{ грн.}$$

Цехову собівартість 1т придатних відливків сплаву ВЧ 450 визначаємо за формулою:

$$C_{ц} = M + Z_o + Z_d + Z_{відр} + P_o + K_{ц}, \quad (5.23)$$

де  $Z_o$  – основна заробітна плата виробничих виробників плавильної ділянки, грн;

$Z_d$  – додаткова заробітна плата виробничих робітників без плавильної ділянки, грн;

$З_{\text{відр}}$  – відрахування в соціальні фонди виробничих робітників без плавильної дільниці, грн;

$P_o$  – витрати на утримання і експлуатацію устаткування, які приходяться на одну тонну придатних відливків, грн;

$K_{\text{ц}}$  – цехові витрати, які приходяться на одну тонну придатних відливок

$$C_{\text{ц}} = 12442,3 + 333,5 + 60 + 86,6 + 2852,4 + 5607,2 = 21382 \text{ грн.}$$

Вартість шихтових матеріалів по сплаву ВЧ 450-10:

$$M_{\text{ш}} = \sum_{i=1}^n a_p \cdot \Pi_m \cdot K_{\text{тр}}, \quad (5.24)$$

де  $a_p$  – норма витрати  $i$ -го матеріалу на 1 т придатного литва, кг;

$\Pi_m$  – ціна 1 кг  $i$ -го матеріалу;

$K_{\text{тр}}$  – коеф., який враховує транспортно-заготівельні витрати,  $K_{\text{тр}}=1,1$ ;

$z$  – номенклатура шихтових матеріалів.

$$M_{\text{ш}} = (661,50 \cdot 6,79 + 128,31 \cdot 5,85) \cdot 1,1 + (260,19 \cdot 6,63) \cdot 1,02 = 7557,7 \text{ грн.}$$

Основна заробітна плата робітників плавильної дільниці:

$$З_o = \frac{\Phi_{\text{опл}}}{Q_{\text{р.м}}}$$

де  $\Phi$  – основний фонд заробітної плати виробничих робітників плавильного цеху, грн;

$Q_{\text{р.м.}}$  – маса рідкого металу на річну програму, т (данні в табл.1.1)

$$З_{o,\text{пл}} = \frac{325523,7}{9457,6} = 34,4 \text{ грн.}$$

$$З_{o,\text{без.пл}} = \frac{3154164,8}{9457,6} = 333,5 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата виробничих робітників плавильної дільниці:

$$З_d = З_o \cdot (K_d + K_{d1}), \quad (5.25)$$

$$З_{d,\text{пл}} = 34,4 \cdot (0,08 + 0,1) = 6,2 \text{ грн.}$$

$$З_{d,\text{без.пл}} = 333,5 \cdot (0,08 + 0,1) = 60 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальне страхування виробничих робітників:

$$З_{\text{відр}} = (З_o + З_d) \cdot \frac{K_c}{100}$$

де  $K_c$  – коефіцієнт відрахування на соціальне страхування,  $K_c=22\%$  [24].

$$З_{\text{відр.пл}} = \frac{22}{100} \cdot (34,4 + 6,2) = 8,9 \text{ грн.}$$

$$З_{\text{відр.безпл}} = \frac{22}{100} \cdot (333,5 + 60) = 86,6 \text{ грн.}$$

Витрати пов'язані з утриманням та експлуатацію устаткування, на одну тону рідкого металу (придатного литва):

$$P_0 = t_y \cdot \frac{t_{\text{пл}}}{1000} \cdot 1000, \quad (5.26)$$

де  $t_y$  – витрати на утримання і експлуатацію устаткування, яке припадає на 1т рідкого металу (придатного литва), грн/т;

$t_{\text{пл}}$  – трудомісткість плавильної дільниці на 1т рідкого металу (придатного литва),  $t_{\text{пл}} = 0,2 \cdot t_{\text{н}} = 0,2 \cdot 15 = 3,0$

$$P_0 = 237,7 \cdot \frac{3,0}{1000} \cdot 1000 = 713,1 \text{ грн.}$$

$$P_0 = 237,7 \cdot \frac{12}{1000} \cdot 1000 = 2852,4 \text{ грн.}$$

Загально-цехові витрати, що припадають на 1т рідкого металу (придатного литва):

$$P_0 = \frac{\%K_{\text{ц}}}{100} \cdot (З_0 + P_0) \quad (5.27)$$

$$K_{\text{ц.р.м.}} = \frac{176}{100} \cdot (34,4 + 713,1) = 1315,6 \text{ грн.}$$

$$K_{\text{ц.пр.л}} = \frac{176}{100} \cdot (333,5 + 2852,4) = 5607,2 \text{ грн.}$$

Калькуляцію цехової собівартості 1т рідкого металу (придатного литва) заносимо до табл. 5.7 та 5.8.

Таблиця 5.7 – Планова калькуляція 1т рідкого металу сплаву ВЧ 450

| № рядка | Найменування статей                                    | Кількість, кг | Ціна, грн/кг | Сума, грн. |
|---------|--------------------------------------------------------|---------------|--------------|------------|
| 1       | Чавун ливарний Л5 або Л6                               | 661,50        | 6,79         | 4491,58    |
|         | Лом сталевий (Вид 21)                                  | 128,31        | 5,85         | 750,61     |
|         | Відходи власного виробництва                           | 260,19        | 6,63         | 1725,06    |
|         | Металозавалка                                          | 1050          |              | 7577,7     |
| 2       | Угар і безповоротні втрати                             | 50            |              |            |
| 3       | Вихід рідкого металу                                   | 1000          |              | 7577,7     |
| 4       | Паливо електроенергія                                  | 500           | 1,69         | 845        |
| 5       | Основна заробітна плата робітників плавильної дільниці |               |              | 34,4       |

|    |                                                  |  |  |         |
|----|--------------------------------------------------|--|--|---------|
| 6  | Додаткова заробітна плата виробничих робітників  |  |  | 6,2     |
| 7  | Відрахування в соціальні фонди                   |  |  | 8,9     |
| 8  | Витрати на утримання і експлуатацію устаткування |  |  | 713,1   |
| 9  | Загальноцехові витрати                           |  |  | 1315,6  |
| 10 | Цехова собівартість 1т рідкого металу            |  |  | 10500,9 |

Таблиця 5.8 – Планова калькуляція 1т придатних відливок сплаву ВЧ 450

| №<br>рядк<br>а | Найменування статей                                                                      | Кількість,<br>кг | Ціна,<br>грн/кг | Сума, грн |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|-----------|
| 1              | Рідкий метал                                                                             | 1335             | 10,5            | 14017,5   |
| 2              | Відходи:                                                                                 |                  |                 |           |
|                | Ливники                                                                                  | 262              | 5,00            | 1310      |
|                | Зливи і сплески                                                                          | 33               | -               | -         |
|                | Брак                                                                                     | 40               | 6,63            | 265,2     |
| 3              | Придатне литво                                                                           | 1000             |                 | 12442,3   |
| 4              | Основна заробітна плата виробничих робітників<br>цеху без робітників плавильної дільниці |                  |                 | 333,5     |
| 5              | Додаткова заробітна плата без плавильної<br>дільниці                                     |                  |                 | 60        |
| 6              | Відрахування на соціальне страхування                                                    |                  |                 | 86,6      |
| 7              | Витрати на утримання і експлуатацію<br>устаткування                                      |                  |                 | 2852,4    |
| 8              | Загально-цехові витрати                                                                  |                  |                 | 5607,2    |
| 9              | Цехова собівартість 1т придатного литва                                                  |                  |                 | 21382     |

Техніко-економічні показники цеху заносимо в таблицю 5.9.

Фондовіддача розраховується за формулою:

$$f_0 = \frac{1,3 \cdot C}{\Phi_{осн}}, \quad (5.28)$$

де  $C_{нов}$  – вартість річної виробничої продукції цеху.

Вартість річної виробничої продукції цеху з врахуванням позавиробничих витрат і прибутку за даними ПрАТ “Металит”:

$$B_{пр} = 1,3 \cdot C \quad (5.29)$$

$$B_{пр} = 1,3 \cdot 21382 = 27796,6 \text{ грн.}$$

Тоді:

$$f_0 = \frac{27796,6 \cdot 7200}{108783712 - 114840} = 1,8 \text{ грн./грн.}$$

Таблиця 5.9 – Техніко-економічні показники ливарного цеху

| №<br>п/п | Найменування показників                                                 | Одиниця<br>виміру | Величина<br>показників |
|----------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|
| 1        | Річний випуск литва                                                     | т                 | 7200                   |
| 2        | Кількість працюючих в цеху:                                             |                   |                        |
|          | - виробничих робітників                                                 | чол               | 32                     |
|          | - допоміжних робітників                                                 | чол               | 24                     |
|          | - керівників і спеціалістів                                             | чол               | 12                     |
| 3        | Фонд заробітної плати:                                                  |                   |                        |
|          | - виробничих робітників                                                 | грн               | 3983386,8              |
|          | - допоміжних робітників                                                 | грн               | 2202687,5              |
|          | - керівників і спеціалістів                                             | грн               | 1003184                |
| 4        | Собівартість 1т рідкого металу                                          | грн               | 10500,9                |
| 5        | Собівартість 1т придатного литва                                        | грн               | 21382                  |
| 6        | Капіталовкладення всього,<br>в тому числі і технологічного устаткування | грн               | 108710782              |
|          |                                                                         | грн               | 2282800                |
| 7        | Загальна площа цеху                                                     | м <sup>2</sup>    | 5760                   |
| 8        | Випуск литва на 1-го виробничого робітника                              | т/чол             | 225                    |
| 9        | Середня заробітна плата на одного виробничого робітника                 | грн               | 9708,9                 |
| 10       | Трудовісткість 1т придатного литва                                      | н-год/т           | 15                     |
| 11       | Зйом з 1м <sup>2</sup> загальної площі                                  | т/м <sup>2</sup>  | 1,25                   |
| 12       | Фондовіддача                                                            | грн/грн           | 1,8                    |

Виходячи з отриманої фондовіддачі та основних техніко-економічних показників ливарного цеху показників, спроектований цех – рентабельний.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Розроблено проект ливарного цеху високоміцного чавуну річною продуктивністю 7200 т придатного литва та обґрунтовано вибір місця його розташування. Розраховано виробничу програму ливарного цеху, фондів часу роботи обладнання, робітників та основних відділень цеху, а також шихту та баланс металу на 1 т придатного литва. Визначено площі допоміжних відділень, складів та підібрано необхідне обладнання.

2. Розраховано ливниково-живильну систему та розроблено технологічний процес виготовлення виливка – "Маточина". Розроблено технологічні креслення модельного комплексу верха, низу, стержневого ящика та форми в зборі.

3. Проведено аналіз технологій ковшового модифікування високоміцного чавуну. Показано, що найбільш перспективним та економічним способом ковшового модифікування є «сендвіч-процес», який забезпечує необхідний час заливки, уникає спливання модифікатора у процесі заповнення ковша та отримання стабільного структурного стану виливків.

4. Порівняльним аналізом факторів, які впливають на ефективність технології ковшового модифікування високоміцного чавуну виявлено, що значну роль на ці процеси відіграє хімічний склад модифікуючих лігатур а також тривалість збереження сфероїдируючого ефекту.

5. Встановлено залежності ступеня сфероїдизації графіту від кількості залишкового магнію в чавуні при ковшовому модифікуванні лігатурами Ni-Mg та ФСМг7. Показано, що для забезпечення кулястої форми графіту, мінімальний вміст залишкового магнію становить  $\geq 82\%$ . Для чавуну модифікованого Ni-Mg-лігатурою залишкова масова частка магнію має бути більшою 0,045%, при використанні ФСМг7  $\geq 0,038\%$ .

6. Показано, що використання модифікатора ФСМг7 менш впливає на погіршення форми графіту в чавуні в порівнянні з Ni-Mg-лігатурою, що обумовлює отримання кулястого графіту в виливках при більш тривалому часі витримки модифікованого чавуну, а саме тривалість модифікуючої дії ФСМг7 у 1,3...1,8 раз більша, ніж Ni-Mg-лігатури

7. Побудовано залежності степеню сфероїдизації графіту та вмісту залишкового магнію від часу витримки в ковші модифікованого чавуну Ni-Mg та ФСМг7 лігатурами. Встановлено, що швидкість видалення магнію з чавуну на початку витримки при ковшовому модифікуванні з використанням модифікатора ФСМг7 у 2,5...4,5 рази нижча в порівнянні з Ni-Mg-лігатурою.

8. Проведено розрахунки потреби ливарного цеху в технологічній, силовій та освітлювальній електроенергії, а також розраховано річну потребу у воді, стисненого повітря пари та палива.

9. Розраховано основні техніко-економічних показників ливарного цеху та заробітної плати, а також, собівартість 1 т. рідкого та придатного литва.

## Список використаних джерел

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Граневский Ю.В. Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий-М.: Наука, 1971,-283 с.
2. Александров Н.Н., Ковалевич Е.В., Поддубный А.Н. Производство высококачественных чугунов //Литейное производство – 1996. №11.- С. 11-14.
3. Баландин Г.Ф. Основы теории формирования отливки. В 2-х частях. 4.1. Тепловые основы теории. Затвердевание и охлаждение отливки М.: Машиностроение 1976. 348 с.
4. Березуцький В.В. Основи Охорони праці. Навч. Посібник / Березуцький В.В., Бондаренко Т.С., Валенко Г.Г. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Х.: Факт, 2007. – 480 с.
5. Богачев И.Н. Metallurgy of cast iron, M., Mashgiz. 1962.-542 с.
6. Болдырев Д.А., Давыдов СВ., Сканцев В.М. Основные принципы экономической эффективности внедрения новых типов модификаторов в чугунолитейном производстве // Заготовительные производства в машиностроении. 2007. - №9. - С 9-16.
7. Бунин К.П., Таран Ю.Н. Строение чугуна. - М. - Metallurgy. 1972. - 170 с.
8. Вашуков, И. А. Структурообразование при формировании отливок из нелегированных и легированных чугунов [Текст] / И.А. Вашуков// Литейное производство. - 1978. - №2. - С4-5
9. Великанов К. М. Экономика и организация производства в дипломных проектах: Уч. пособие / К. М. Великанов, Э. Г. Васильева. – М.: Машиностроение, 1986. – 285 с.
10. Великанов К.М. Расчёты экономической эффективности новой техники. Справочник / под ред. К.М. Великанова. – М.: Машиностроение, 1975. – 432с.
11. Воронова Н. А. Десульфурация чугуна магнием / Н. А. Воронова – М.: “Metallurgy”, 1980. – 239 с.
12. Гиршович Н.Г. Кристаллизация и свойства чугуна в отливках. М.: Машиностроение, 1966.- 563 с.

13. Гиршович Н.Г. Справочник по чугунному литью. / Н. Г. Гиршович. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1978. – 758 с.
14. Глиняна Н. М. Охорона праці у ливарному виробництві: курс лекцій для студентів вищих навчальних закладів напряму 0904 “Металургія” / Н.М. Глиняна. – Краматорськ: ДДМА, 2009. – 184 с.
15. Гуляев А.П. Металловедение. - М.: Металлургия, 1977.- 647с.
16. Гуляев Б.Б. Теория литейных процессов. - М.: Машиностроение, 1976 - 327 с.
17. Гуменюк О. Л. Охорона праці. Методичні вказівки до виконання розділу "Охорона праці" в дипломних проектах для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня “бакалавр” галузі знань 0501 – інформатика та обчислювальна техніка / О.Л. Гуменюк – Чернігів: ЧДТУ, 2013. – 21 с.
18. Дюдкин Д.А. Производство стали. Том 2. Внепечная обработка жидкого чугуна / Д. А. Дюдкин, В. В. Кисиленко. – М.: “Теплотехник”, 2008. – 400 с.
19. Економічні розрахунки при проектуванні ливарних цехів. Методичні вказівки до курсової та дипломної роботи для студентів спеціальності 8.090205 / цкл. Сисоліна Н. П., Лебедева Л. В. – Кіровоград: КДТУ, 1993. – 63с.
20. Жидецький В.Ц. Практикум із охорони праці. Навчальний посібник / Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Сторожук В.М. – Львів, Афіша, 2000. – 352 с.
21. Жуков А.А. Геометрическая термодинамика сплавов железа. - М.: Металлургия, 1979,- 232 с.
22. Жуков А.А. Ликвация кремния в чугуне и построение структурных диаграмм // Диссертация на соискание кандидатской степени.- М. ЦНИИТмаш, 1959.-346 с.
23. Жуков А.А., Давыдов СВ., Добровольский И.И. Температурная зависимость влияния меди и алюминия на склонность чугуна к графитизации // Литейное производство, — 1999. №5. - С. 17-19;
24. Зейгер И. Б. Оборудование литейных цехов. – М.: Высш. школа, 1980. – 368с.
25. Козлов, Л. Я. Механизм сфероидизации графита [Текст] / Л. Я. Козлов, А. П. Воробьёв// Литейное производство. - 1991. - № 2. - С. 3-5.

26. Колесниченко А.Г., Доценко Г.С., Резцова В.Н. Влияние легирующих элементов на механические свойства, микроструктуру и износостойкость чугуна. // Литейное производство.- 1987,- №9.- С. 26.
27. Куликов И. С. Десульфурация чугуна / И. С. Куликов. – Москва, 1962. – 306 с.
28. Кульбовский И.К. Методы определения оптимального легирования и модифицирования синтетического чугуна. // Литейное производство.- 1986.-№8;-С. 5-7.
29. Кульбовский И.К. Прогнозирование свойств и структуры отливок, из чугуна на основе математических моделей и расчетов на ЭВМ// Тез. докл. Всесоюзн. научи техн. конф.- Андропову 1987,- С.79-80.
30. Кульбовский И.К. Факторы, влияющие на форму графита в чугуне. // Литейное производство.-1991.- №2.- С. 8.
31. Курагин О.В., Соловьев М.П., Михайлов Д.П. Продолжительность действия графитизирующих модификаторов // Известия вузов. Черная металлургия. - 1992. №3.-0.56-58.
32. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. - М.: Машиностроение, 1990,- 528 с.
33. Логвинов И. 3. Проектирование литейных цехов. Минск: Высшая школа, 1975. – 320с.
34. Марукович, Е. И. Механизм формообразования графита при кристаллизации чугуна / Е. И. Марукович, В. Ю. Стеценко // Литейное производство. – 2000. № 11. – С. 18-19.
35. Машиностроение.. Энциклопедия. Том П-2. Стали. Чугуны // Под ред. Г.Р.Мухина; А/И.Беякова, Н.Н-Александрова: М-:Машиностроение, 2000.-783с.
36. Москалев И. Н. Методические указания к дипломному проектированию для студентов специальности 0502 / И. Н. Москалев, А. П. Владимиров, В. С. Миронов. – Кировоград: КИСМ, 1985. – 75с.
37. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине “Технология литейной формы” для специальностей 0202. Составители: В. С. Миронов, В. М. Телин, В. И. Кудя. – Кировоград: КИСМ, 1995. – 75с.

38. Методичні вказівки до проєктивних занять по дисципліні «Проектування ливарних цехів» для студентів спеціальності 8.090205 / В.І. Кудя, О.В. Скрипник – Кіровоград: КДТУ. 1999. – 27с.

39. Методичні вказівки по виконанню економічних розрахунків по «Організації та плануванню виробництва при проектуванні ливарних цехів» / І. Л. Шаповалов, І. Н. Москалев. Кіровоград: КДТУ, 1996. – 41с.

40. Могилев В. К., Лев О. И. Справочник литейщика. – М.: Машиностроение, 1988. – 271 с.

41. Могилев В.К., Лев О.И.. Справочник литейщика. – М.: Машиностроение, 1988. – 271с.

42. Москалев І. Н. Ливарні сплави та їх плавка: Навчальний посібник. – К.: НМКВО, 1993. – 368с.

43. Оборудование литейных цехов / П. Н. Аксенов. – М.: Машиностроение, 1977. – 510с.

44. Основы проектирования литейных цехов и заводов / под ред. Б. В. Кнорре. – М.: Машиностроение, 1985. – 320с.

45. Проектирование машиностроительных цехов и заводов: Справочник (под ред. Е. С. Ямпольского) – М.: Машиностроение, 1984. – 414с.

46. Рибальченко Н. А. Проектирование литейных цехов. Харьков: Издательство Ордена трудового Красного Знамени Государственного университета им. А.М. Горького, 1965. – 307с.

47. Рыжиков, А.Л. Структура и свойства чугуна с шаровидным графитом, обработанного комплексными модификаторами [Текст] / А.Л. Рыжиков, А.С. Кузнецов, Ю.И. Роматовский; под ред. А.А. Горшкова. - Киев. - 1971. - 288 с.

48. Сабірзянов Т.Г.Теплотехніка ливарних процесів / Т.Г. Сабірзянов, В.М. Кропівний. – Кіровоград: КНТУ, 2005. – 402 с.

49. Савуляк, В. І. Економічні технології високоміцних графітізованих сплавів заліза: монографія / В. І. Савуляк, О. Б. Янченко. – Вінниця: ВНТУ. 2014. 160 с.

50. Сазонов В.Я. Справочник по литейному оборудованию. М.: Машиностроение, 1985. – 320с.

51. Сидоренко, Р. А. Механизм действия сфероидизаторов графита при затвердевании чугуна [Текст] / Р.А. Сидоренко, В.И. Череменский, М.Д. Харчук// Известия АН СССР. Металлы. - 1974. -№ 1. - С 64 - 68.

52. Сидоренко Р. А. О механизме влияния поверхностно-активных элементов на форму графита в чугуне [Текст] / Р. А. Сидоренко // Изв. АН СССР. Металлы. - 1967. -№ 2. - С. 138-146.

53. Скаланд, Т. Механизмы зародышеобразования в высокопрочном чугуне [Текст] / Т. Скаланд; Elkem ASA, Foundry Products. - Норвегия. - 2006. - С. 5 - 24.

54. Снежной Р.Л. Интенсификация процессов затвердевания и регулирования структуры и свойств чугуновых отливок. Докл. дисс. - М.: МВТУ им. Баумана, 1981.- 345 с.

55. Справочник по чугунному литью, - М.: Машиностроение, 1978.-758 с.

56. Сумцов В. П. Устаткування ливарних цехів. – К: ІСДО, 1993. – 552с.

57. Сытник, Н. М. К вопросу о сфероидизации графита [Текст] / Н. М. Сытник, В. Н. Лиханов, Ю. Ф. Гарунов// Литейное производство. - 1983. - № 12.-С. 8-9.

58. Титов И. Д., Степанов Ю. А. Технология литейного производства. – М.: Машиностроение, 1966. – 271 с.

59. Туманський Б. Ф. Проектування ливарних цехів. – К.: НМКВО, 1992. – 188с.

60. Тупатилов Е.А., Кульбовский И.К. Разработка оптимальной технологии модифицирования отливок из чугуна // Сб. информ. материалов междунар. научно-техн. конф. Часть II.- Брянск: Изд-во БГИТА, 2000.- С. 86-87.

61. Филинков М.Д., Гуревич Ю.Г., Фраге Н.Р., Афонаскин А.В. Повышение механических свойств чугуна в отливках при модифицировании. // Литейное производство.-1985.-№4.-С. 11-12.

62. Хуснутдинов Г. Д. К вопросу о формообразовании графита в чугуне [Текст] / Т.Д. Хуснутдинов, А.В. Черновол. - Киев: ИПЛ АН УССР. - 1983. - 141 с.

63. Чугун. Под ред. А.Д. Шермана и А.А. Жукова. М.: Металлургия. – 1991.- 576 с.

64. Шебастинов, М. П. Роль модификатора в процессе формирования включений графита шаровидной формы [Текст] / М.П. Шебастинов// Литейное производство. - 1979. - №1. - С. 2 - 4.

65. Шестопап В. М., Поляков Я. Т.. Технология и оборудование литейного производства. – М.: ВИНТИ, 1979. – 271с.

66. Ямпольский Е.С. Проектирование машиностроительных заводов и цехов. Справочник. В шести томах. Т. 2. / Е.С. Ямпольский, В.М. Шестипал. – М.: Машиностроение, 1974. – 294 с.

67. Кропівний В.М. Чавун з вермикулярним графітом. Навчальний посібник: навчально-методичний комплекс для студентів денної і заочної форм навчання / В.М. Кропівний, О.В. Кузик, А.В. Кропівна, Г.М. Засінець // Загальна редакція В.М. Кропівного. – Кропивницький : Видавець Лисенко В.Ф., 2019. – 222 с.

68. Шибеев Е.А. «Развитие представлений о механизмах протекания усадочных процессов при затвердевании отливок из высокопрочного чугуна в сырых песчанноглинястых формах» диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Москва, 1990г, 166с.

69. Шишараев С.В., Ланин В.Л., Игнатов М.Н. «Исследование величины предусадочного расширения и давление отливки на стенки формы в зависимости от углеродного эквивалента, типа и количества модификатора в отливках из высокопрочного чугуна (ЧШГ)», научная сессия МИФИ - 2004, том 15, с 119-120.

70. Ландау Л.Д., Лившиц Е.М. «Теория упругости». М.: Наука, 1965г., 204с.

71. Shen Zeji. The vermiculizing effect of individual RE elements on graphite in cast iron // New front Rase Earth. Sei and Appl. Proc. Inter. Conference Beijing. Sept. 10-14. 1985. V. 2. P. 1369-1405

72. Бестужев Н. И., Бестужев А. Н., Леках С. Н. Стабильность технологических процессов и перспективы расширения производства отливок из чугуна с вермикулярным графитом // Литейное производство. 2005. №3. С. 4-6/

73. Болдырев Д. А. Расчёт элементов литниковой системы для внутриформенного модифицирования ВЧШГ // III Международная научно-практическая конференция «Прогрессивные литейные технологии»: Труды конференции. - М.: МИСиС, 2005. С. 44-45

74. Левченко Ю. Н. Состояние магния в жидком чугуна // Литейное производство. 1966. №9. С. 36
75. Ващенко К. И., Софрони Л. Магниевый чугун. М. - Киев: 1990. 487 с.
76. Кимстач Г. М. К вопросу о механизме сфероидизирующего модифицирования чугуна // Литейное производство. 1992. №1. С. 6-7
77. Билецкий А. К., Шумихин В. С. О механизме образования шаровидного графита // Литейное производство. 1990. №7. С. 4
78. Кимстач Г. М., Муховецкий Ю. П., Постнова А. Д., Процайло Р.Б. О микрораспределении магния в структуре высокопрочного чугуна // Литейное производство. 1984. №7.
79. Волощенко М. В. О фазовых превращениях в магниевом чугуна. Киев: НТО Машпром. 1958.
80. Самсонов Г. В. Механизм действия щелочных металлов на процесс модифицирования // В сб. «Модифицирование силуминов». Киев: АН УССР. 1970. С. 125-130.
81. Кимстач Г. М. О теории сфероидизирующего модифицирования чугуна // Деп. В институте Черметинформация. 1982. №1421. 14 с.
82. Кимстач Г. М. О механизме сфероидизирующего модифицирования чугуна // В сб. «Закономерности формирования структуры в сплавах эвтектического типа. Днепропетровск. 1982.
83. Кимстач Г. М. Письмо в редакцию // Литейное производство. 1982. №12.
84. Кимстач Г. М. О теоретических основах совершенствования технологических процессов модифицирования расплавов чугуна и силумина // Сб. материалов Всесоюзной конференции. Одесса. 1984.
85. Кимстач Г. М., Муховецкий Ю. П., Борисов В. Д., Лобанов С. В. О модифицировании сплавов Al - Si // Литейное производство. 1981. №8.
86. Кимстач Г. М., Муховецкий Ю. П., Борисов В. Д. О механизме модифицирования силуминов // В сб. «Закономерности формирования структуры в сплавах эвтектического типа. Днепропетровск. 1982.
87. Кимстач Г. М., Муховецкий Ю. П., Борисов В. Д., Лобанов С. В. О модифицировании заэвтектических Al - Si-сплавов // МиТОМ. 1984. №6.

88. Балинский С. В., Кравченко Д. С. Особенности процесса модифицирования чугунов // Литейное производство. 2001. №1. С. 9-11
89. Литовка В. И., Дубровин А. С, Венгер В. В. Эффективные магнийсодержащие модификаторы // Литейное производство. 1987. №6. С. 11-13.
90. Волощенко М. В., Хубенов Г. Н. Барийсодержащие комплексные модификаторы для получения высокопрочного чугуна // Литейное производство. 1981. №12. С. 7-9
91. Литовка В. И. Повышение качества высокопрочного чугуна в отливках. Киев: Наукова думка. 1987. 78 с.
92. Захарченко Э. В., Левченко Ю. Н., Горенко В. Г., Вареник П. А. Отливки из чугуна с шаровидным и вермикулярным графитом. Киев: Наукова думка. 1986. 95 с.
93. Mayer H. Grossgussstucke aus Gusseisen mit Kugelgraphit // Giesserei-Rundschau. 1971. №12. S. 19-28.
94. Graham P. S. Hinweise zur Herstellung von dickwandigen Gussstucken aus Gusseisen mit Kugelgraphit // Giesserei-Praxis. 1983. №8. S. 116-125
95. Mayer H. Dickwandige Gusstucke aus Giesseisen mit Kugelgraphit // Giesserei. 1973. №7. S. 175-181
96. Любченко А. П. Высокопрочные чугуны. М.: Металлургия. 1982. 120 с.
97. Сытник Н. М., Лиханов В. Н., Гарунов Ю. Ф. К вопросу о сфероидизации графита // Литейное производство. 1983. №12. С. 8-9
98. Козлов Л. Я., Воробьёв А. П., Чень Гуй Жу, Салах Аззам Роль РЗМ в формировании структуры чугуна // Литейное производство. 1995. №4-5. С. 1\*5
99. Колпаков А. А., Зуев М. П., Зиновьев Ю. А. Автомобильные отливки из высокопрочного чугуна // Литейное производство. 1999. №8. 16-18.
100. Сенкевич Ю. И., Шицман Е. Б. Технология и оборудование для получения высокопрочного чугуна. Основные направления работ // Литейное производство. 1991. №9. С. 5-8.
101. Булаевский Я. В., Козлов Л. Я., Тэн Э. Б. Модификатор для высокопрочного чугуна, содержащего висмут и РЗМ // Литейное производство. 1991. №9. С. 8-9.

102. Лернер Ю. С, Сенкевич Ю. И., Булаевский Я. В. Графитизирующая обработка чугуна с шаровидным графитом висмутосодержащими модификаторами // Литейное производство. 1988. №7. С. 5

103. Wang Ch., Frederiksson H. On the mechanism of inoculation of cast iron melts // 48th International foundry congress. 4-7.10.1981. Varna, Bulgaria. Preprint № 259

104. Кубашевски О., Олкокк С. Б. Metallургическая термoхимия. М.: Metallургия. 1982. С. 392

**ДОДАТКИ**

ДОДАТКИ

# ДОДАТОК А

## Програма цеха лиття в пісчаноглинясті форми

| Порядковий номер відливка | Найменування відливка     | Вихідні данні                              |                                     |                             |                              |                                  |                                      | Кількість відливоків, шт             |                    |                          |                   |                         | Маса відливоків, кг        |                   |                               | Маса ливників на річний випуск, кг | Маса рідкого металу на річний випуск відливоків, кг |
|---------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|                           |                           | Кількість відливоків у групі на виріб,штук | Кількість виробів на програму, штук | Відсоток запасних частин, % | Відсоток браку відливоків, % | Чорнова маса одного відливка, кг | Маса ливників на один відливоків, кг | На річну програму основної продукції | На запасні частини | Всього на річну програму | На покриття браку | Всього на річний випуск | Загальна на річну програму | На покриття браку | Всього лиття на річний випуск |                                    |                                                     |
| 1                         | 108.00.316 МУФТА          | 1                                          | 7880                                | 10                          | 4                            | 0.350                            | 0.088                                | 7880                                 | 788                | 8668                     | 347               | 9015                    | 3033.80                    | 121.35            | 3155.15                       | 793.30                             | 3948.45                                             |
| 2                         | БДП 06.201 СТУПИЦЯ        | 1                                          | 15000                               | 10                          | 4                            | 8.720                            | 2.18                                 | 15000                                | 1500               | 16500                    | 660               | 17160                   | 143880.00                  | 5755.20           | 149635.20                     | 37408.80                           | 187044.00                                           |
| 3                         | КЛТ 00.201 ШАЙБА          | 1                                          | 28400                               | 10                          | 4                            | 0.260                            | 0.065                                | 28400                                | 2840               | 31240                    | 1250              | 32490                   | 8122.40                    | 324.90            | 8447.30                       | 2111.82                            | 10559.12                                            |
| 4                         | КПС 00.301 КРОНШТЕЙН      | 1                                          | 11689                               | 10                          | 4                            | 2.350                            | 0.5875                               | 11689                                | 1169               | 12858                    | 514               | 13372                   | 30216.07                   | 1208.64           | 31424.71                      | 7856.18                            | 39280.88                                            |
| 5                         | КПС 08.00.602 КОРПУС      | 1                                          | 9260                                | 10                          | 4                            | 10.000                           | 2.5                                  | 9260                                 | 926                | 10186                    | 407               | 10593                   | 101860.00                  | 4074.40           | 105934.40                     | 26483.60                           | 132418.00                                           |
| 6                         | КРН 46.301 ПРИЗМА         | 1                                          | 45910                               | 10                          | 4                            | 0.600                            | 0.15                                 | 45910                                | 4591               | 50501                    | 2020              | 52521                   | 30300.60                   | 1212.02           | 31512.62                      | 7878.16                            | 39390.78                                            |
| 7                         | КРН 46.302 ТРИМАЧ         | 1                                          | 14308                               | 10                          | 4                            | 1.400                            | 0.35                                 | 14308                                | 1431               | 15739                    | 630               | 16368                   | 22034.32                   | 881.37            | 22915.69                      | 5728.92                            | 28644.62                                            |
| 8                         | КРН 46.303 НАКЛАДКА       | 1                                          | 25910                               | 10                          | 4                            | 0.300                            | 0.075                                | 25910                                | 2591               | 28501                    | 1140              | 29641                   | 8550.30                    | 342.01            | 8892.31                       | 2223.08                            | 11115.39                                            |
| 9                         | КРН 46.305 ТРИМАЧ         | 1                                          | 14308                               | 10                          | 4                            | 1.700                            | 0.425                                | 14308                                | 1431               | 15739                    | 630               | 16368                   | 26755.96                   | 1070.24           | 27826.20                      | 6956.55                            | 34782.75                                            |
| 10                        | КРН 46.306 ТРИМАЧ         | 1                                          | 26472                               | 10                          | 4                            | 1.320                            | 0.33                                 | 26472                                | 2647               | 29119                    | 1165              | 30284                   | 38437.34                   | 1537.49           | 39974.84                      | 9993.71                            | 49968.55                                            |
| 11                        | КРН 46.308 ГАЙКА СТЯЖНА   | 1                                          | 14559                               | 10                          | 4                            | 1.020                            | 0.255                                | 14559                                | 1456               | 16015                    | 641               | 16655                   | 16335.20                   | 653.41            | 16988.61                      | 4247.15                            | 21235.76                                            |
| 12                        | Н 080.07.005 СТУПИЦЯ      | 1                                          | 7670                                | 10                          | 4                            | 6.800                            | 1.72                                 | 7670                                 | 767                | 8437                     | 337               | 8774                    | 57371.60                   | 2294.86           | 59666.46                      | 15092.11                           | 74758.57                                            |
| 13                        | Н 080.11.001 СТУПИЦЯ      | 1                                          | 7592                                | 10                          | 4                            | 11.080                           | 2.77                                 | 7592                                 | 759                | 8351                     | 334               | 8685                    | 92531.30                   | 3701.25           | 96232.55                      | 24058.14                           | 120290.68                                           |
| 14                        | Н 080.13.301 СТУПИЦЯ      | 1                                          | 3273                                | 10                          | 4                            | 6.570                            | 1.64                                 | 3273                                 | 327                | 3600                     | 144               | 3744                    | 23653.97                   | 946.16            | 24600.13                      | 6140.67                            | 30740.80                                            |
| 15                        | Н 082.01.201 ШАЙБА        | 1                                          | 7909                                | 10                          | 4                            | 0.040                            | 0.01                                 | 7909                                 | 791                | 8700                     | 348               | 9048                    | 348.00                     | 13.92             | 361.92                        | 90.48                              | 452.39                                              |
| 16                        | Н 089.01.234 КРОНШТЕЙН    | 1                                          | 5388                                | 10                          | 4                            | 5.050                            | 1.263                                | 5388                                 | 539                | 5927                     | 237               | 6164                    | 29930.34                   | 1197.21           | 31127.55                      | 7784.97                            | 38912.52                                            |
| 17                        | Н 089.01.234-04 КРОНШТЕЙН | 1                                          | 15000                               | 10                          | 4                            | 5.050                            | 1.263                                | 15000                                | 1500               | 16500                    | 660               | 17160                   | 83325.00                   | 3333.00           | 86658.00                      | 21673.08                           | 108331.08                                           |
| 18                        | Н 110.201 ПЛАНКА          | 1                                          | 3766                                | 10                          | 4                            | 0.330                            | 0.08                                 | 3766                                 | 377                | 4143                     | 166               | 4308                    | 1367.06                    | 54.68             | 1421.74                       | 344.66                             | 1766.40                                             |
| 19                        | Н 126.13.202 ПІДШИПНИК    | 1                                          | 1998                                | 10                          | 4                            | 1.220                            | 0.305                                | 1998                                 | 200                | 2198                     | 88                | 2286                    | 2681.32                    | 107.25            | 2788.57                       | 697.14                             | 3485.71                                             |
| 20                        | Н 130.02.201 СТУПИЦЯ      | 1                                          | 1769                                | 10                          | 4                            | 8.100                            | 2.025                                | 1769                                 | 177                | 1946                     | 78                | 2024                    | 15761.79                   | 630.47            | 16392.26                      | 4098.07                            | 20490.33                                            |
| 21                        | Н 130.02.201А СТУПИЦЯ     | 1                                          | 2130                                | 10                          | 4                            | 8.100                            | 2.025                                | 2130                                 | 213                | 2343                     | 94                | 2437                    | 18978.30                   | 759.13            | 19737.43                      | 4934.36                            | 24671.79                                            |
| 22                        | ОЗШ 00.204 ВТУЛКА         | 1                                          | 5290                                | 10                          | 4                            | 1.050                            | 0.263                                | 5290                                 | 529                | 5819                     | 233               | 6052                    | 6109.95                    | 244.40            | 6354.35                       | 1591.61                            | 7945.96                                             |

# ДОДАТОК А

## Програма цеха лиття в пісчаноглинясті форми

|    |                        |   |       |    |   |        |        |       |      |       |     |       |           |         |           |          |           |
|----|------------------------|---|-------|----|---|--------|--------|-------|------|-------|-----|-------|-----------|---------|-----------|----------|-----------|
| 23 | ОЗШ 00.205 ВТУЛКА      | 1 | 1789  | 10 | 4 | 1.050  | 0.263  | 1789  | 179  | 1968  | 79  | 2047  | 2066.30   | 82.65   | 2148.95   | 538.26   | 2687.21   |
| 24 | ОЗШ 00.207 ВТУЛКА      | 1 | 6360  | 10 | 4 | 1.050  | 0.263  | 6360  | 636  | 6996  | 280 | 7276  | 7345.80   | 293.83  | 7639.63   | 1913.55  | 9553.18   |
| 25 | ОЗШ 00.209 ВКЛАДИШ     | 1 | 19066 | 10 | 4 | 1.350  | 0.338  | 19066 | 1907 | 20973 | 839 | 21812 | 28313.01  | 1132.52 | 29445.53  | 7372.29  | 36817.82  |
| 26 | ОЗШ 00.211 КРИВОШИП    | 1 | 5312  | 10 | 4 | 1.530  | 0.383  | 5312  | 531  | 5843  | 234 | 6077  | 8940.10   | 357.60  | 9297.70   | 2327.46  | 11625.16  |
| 27 | ОЗШ 05.201 ВТУЛКА      | 1 | 10430 | 10 | 4 | 1.050  | 0.263  | 10430 | 1043 | 11473 | 459 | 11932 | 12046.65  | 481.87  | 12528.52  | 3138.09  | 15666.61  |
| 28 | СЕТ 00.201 ВТУЛКА      | 1 | 9190  | 10 | 4 | 1.050  | 0.263  | 9190  | 919  | 10109 | 404 | 10513 | 10614.45  | 424.58  | 11039.03  | 2765.01  | 13804.04  |
| 29 | СЕТ 00.202 ЗІРОЧКА     | 1 | 15000 | 10 | 4 | 0.530  | 0.133  | 15000 | 1500 | 16500 | 660 | 17160 | 8745.00   | 349.80  | 9094.80   | 2282.28  | 11377.08  |
| 30 | СЕТ 00.205А ПІДШИПНИК  | 1 | 6980  | 10 | 4 | 2.700  | 0.675  | 6980  | 698  | 7678  | 307 | 7985  | 20730.60  | 829.22  | 21559.82  | 5389.96  | 26949.78  |
| 31 | СЕТ 00.206-01 ЗУБЧАТКА | 1 | 7830  | 10 | 4 | 0.900  | 0.225  | 7830  | 783  | 8613  | 345 | 8958  | 7751.70   | 310.07  | 8061.77   | 2015.44  | 10077.21  |
| 32 | СЕТ 00.207-01 ВТУЛКА   | 1 | 9690  | 10 | 4 | 0.440  | 0.11   | 9690  | 969  | 10659 | 426 | 11085 | 4689.96   | 187.60  | 4877.56   | 1219.39  | 6096.95   |
| 33 | СЕТ 00.208 ВСПУШУВАЧ   | 1 | 9886  | 10 | 4 | 0.250  | 0.0625 | 9886  | 989  | 10875 | 435 | 11310 | 2718.65   | 108.75  | 2827.40   | 706.85   | 3534.25   |
| 34 | СЕТ 00.214 ЗУБЧАТКА    | 1 | 5210  | 10 | 4 | 0.960  | 0.24   | 5210  | 521  | 5731  | 229 | 5960  | 5501.76   | 220.07  | 5721.83   | 1430.46  | 7152.29   |
| 35 | СЕТ 00.215 ЗІРОЧКА     | 1 | 15000 | 10 | 4 | 0.750  | 0.188  | 15000 | 1500 | 16500 | 660 | 17160 | 12375.00  | 495.00  | 12870.00  | 3226.08  | 16096.08  |
| 36 | СЕТ 00.216 ЗІРОЧКА     | 1 | 15000 | 10 | 4 | 1.330  | 0.333  | 15000 | 1500 | 16500 | 660 | 17160 | 21945.00  | 877.80  | 22822.80  | 5714.28  | 28537.08  |
| 37 | СЕТ 00.217 ВТУЛКА      | 1 | 7190  | 10 | 4 | 0.920  | 0.23   | 7190  | 719  | 7909  | 316 | 8225  | 7276.28   | 291.05  | 7567.33   | 1891.83  | 9459.16   |
| 38 | СЕТ 00.218 МУФТА       | 1 | 7970  | 10 | 4 | 0.960  | 0.24   | 7970  | 797  | 8767  | 351 | 9118  | 8416.32   | 336.65  | 8752.97   | 2188.24  | 10941.22  |
| 39 | СЗГ 00.202 ХРЕСТОВИНА  | 1 | 8047  | 10 | 4 | 0.450  | 0.113  | 8047  | 805  | 8852  | 354 | 9206  | 3983.27   | 159.33  | 4142.60   | 1040.25  | 5182.85   |
| 40 | СЗГ 00.203-01 ВТУЛКА   | 1 | 5492  | 10 | 4 | 0.530  | 0.133  | 5492  | 549  | 6041  | 242 | 6283  | 3201.84   | 128.07  | 3329.91   | 835.62   | 4165.53   |
| 41 | СЗГ 00.204-01 ЗІРОЧКА  | 1 | 5422  | 10 | 4 | 1.280  | 0.32   | 5422  | 542  | 5964  | 239 | 6203  | 7634.18   | 305.37  | 7939.54   | 1984.89  | 9924.43   |
| 42 | СЗГ 00.205 КУЛІСА      | 1 | 6967  | 10 | 4 | 0.570  | 0.143  | 6967  | 697  | 7664  | 307 | 7970  | 4368.31   | 174.73  | 4543.04   | 1139.75  | 5682.79   |
| 43 | СЗГ 00.206 ВТУЛКА      | 1 | 5445  | 10 | 4 | 1.830  | 0.458  | 5445  | 545  | 5990  | 240 | 6229  | 10960.79  | 438.43  | 11399.22  | 2852.92  | 14252.14  |
| 44 | СЗГ 00.211 ЗІРОЧКА     | 1 | 6065  | 10 | 4 | 0.830  | 0.208  | 6065  | 607  | 6672  | 267 | 6938  | 5537.35   | 221.49  | 5758.84   | 1443.18  | 7202.02   |
| 45 | СЗР 00.207А КРИШКА     | 1 | 9450  | 10 | 4 | 1.700  | 0.425  | 9450  | 945  | 10395 | 416 | 10811 | 17671.50  | 706.86  | 18378.36  | 4594.59  | 22972.95  |
| 46 | СЗТ 00.201 ВТУЛКА      | 1 | 5980  | 10 | 4 | 1.230  | 0.308  | 5980  | 598  | 6578  | 263 | 6841  | 8090.94   | 323.64  | 8414.58   | 2107.06  | 10521.64  |
| 47 | СЗЮ 00.201 КОРПУС      | 1 | 2511  | 10 | 4 | 2.900  | 0.725  | 2511  | 251  | 2762  | 110 | 2873  | 8010.09   | 320.40  | 8330.49   | 2082.62  | 10413.12  |
| 48 | СЗЮ 00.202 НАКЛАДКА    | 1 | 10655 | 10 | 4 | 0.220  | 0.055  | 10655 | 1066 | 11721 | 469 | 12189 | 2578.51   | 103.14  | 2681.65   | 670.41   | 3352.06   |
| 49 | СКПШ 00.205 СТУПІЦЯ    | 1 | 8970  | 10 | 4 | 11.100 | 2.778  | 8970  | 897  | 9867  | 395 | 10262 | 109523.70 | 4380.95 | 113904.65 | 28506.95 | 142411.60 |
| 50 | СКПШ 00.306 КРОНШТЕЙН  | 1 | 5399  | 10 | 4 | 1.130  | 0.283  | 5399  | 540  | 5939  | 238 | 6176  | 6710.96   | 268.44  | 6979.40   | 1747.94  | 8727.33   |
| 51 | СКС 01.08.201 ШАЙБА    | 1 | 10804 | 10 | 4 | 0.270  | 0.068  | 10804 | 1080 | 11884 | 475 | 12360 | 3208.79   | 128.35  | 3337.14   | 840.46   | 4177.60   |
| 52 | СКС 01.08.202 ШАЙБА    | 1 | 10804 | 10 | 4 | 0.720  | 0.18   | 10804 | 1080 | 11884 | 475 | 12360 | 8556.77   | 342.27  | 8899.04   | 2224.76  | 11123.80  |
| 53 | ССГ 00.209 КРОНШТЕЙН   | 1 | 7790  | 10 | 4 | 4.560  | 1.14   | 7790  | 779  | 8569  | 343 | 8912  | 39074.64  | 1562.99 | 40637.63  | 10159.41 | 50797.03  |
| 54 | СТА 210В НАГНИТАЧ      | 1 | 10759 | 10 | 4 | 0.100  | 0.025  | 10759 | 1076 | 11835 | 473 | 12308 | 1183.49   | 47.34   | 1230.83   | 307.71   | 1538.54   |
| 55 | СТА 210В-01 НАГНИТАЧ   | 1 | 1104  | 10 | 4 | 0.120  | 0.03   | 1104  | 110  | 1214  | 49  | 1263  | 145.73    | 5.83    | 151.56    | 37.89    | 189.45    |
| 56 | СТА 213А СЕКТОР        | 1 | 5214  | 10 | 4 | 0.560  | 0.14   | 5214  | 521  | 5735  | 229 | 5965  | 3211.82   | 128.47  | 3340.30   | 835.07   | 4175.37   |
| 57 | СТА 214Г ВОРОШИЛКА     | 1 | 14100 | 10 | 4 | 0.100  | 0.025  | 14100 | 1410 | 15510 | 620 | 16130 | 1551.00   | 62.04   | 1613.04   | 403.26   | 2016.30   |

# ДОДАТОК А

## Програма цеха лиття в пісчаноглинясті форми

|    |                        |   |       |    |   |        |       |       |      |       |      |       |          |        |          |         |           |
|----|------------------------|---|-------|----|---|--------|-------|-------|------|-------|------|-------|----------|--------|----------|---------|-----------|
| 58 | СТЮ 00.202 РИЧАГ       | 1 | 4909  | 10 | 4 | 0.300  | 0.075 | 4909  | 491  | 5400  | 216  | 5616  | 1619.97  | 64.80  | 1684.77  | 421.19  | 2105.96   |
| 59 | СУВ 00.206А ЦИФЕРБЛАТ  | 1 | 1217  | 10 | 4 | 0.650  | 0.163 | 1217  | 122  | 1339  | 54   | 1392  | 870.16   | 34.81  | 904.96   | 226.94  | 1131.90   |
| 60 | СУК 00.213 ЗІРОЧКА     | 1 | 4560  | 10 | 4 | 1.400  | 0.35  | 4560  | 456  | 5016  | 201  | 5217  | 7022.40  | 280.90 | 7303.30  | 1825.82 | 9129.12   |
| 61 | СУПА 00.201 КРОНШТЕЙН  | 1 | 2050  | 10 | 4 | 6.910  | 1.728 | 2050  | 205  | 2255  | 90   | 2345  | 15582.05 | 623.28 | 16205.33 | 4052.51 | 20257.84  |
| 62 | СУПА 00.202 КОРПУС     | 1 | 2050  | 10 | 4 | 1.730  | 0.433 | 2050  | 205  | 2255  | 90   | 2345  | 3901     | 156.05 | 4057     | 1015.47 | 5072.67   |
| 63 | СУПА 00.203 ШКІВ       | 1 | 2050  | 10 | 4 | 0.460  | 0.115 | 2050  | 205  | 2255  | 90   | 2345  | 1037.30  | 41.49  | 1078.79  | 269.70  | 1348.49   |
| 64 | СУПА 00.204 КРИШКА     | 1 | 2050  | 10 | 4 | 1.050  | 0.263 | 2050  | 205  | 2255  | 90   | 2345  | 2367.75  | 94.71  | 2462.46  | 616.79  | 3079.25   |
| 65 | СУПА 00.205 КРИШКА     | 1 | 4110  | 10 | 4 | 0.700  | 0.175 | 4110  | 411  | 4521  | 181  | 4702  | 3164.70  | 126.59 | 3291.29  | 822.82  | 4114.11   |
| 66 | СУПА 00.211 ФЛАНЕЦЬ    | 1 | 2050  | 10 | 4 | 0.370  | 0.093 | 2050  | 205  | 2255  | 90   | 2345  | 834.35   | 33.37  | 867.72   | 218.10  | 1085.83   |
| 67 | СУПА 00.2370 РУКОЯТКА  | 1 | 20000 | 10 | 4 | 0.440  | 0.11  | 20000 | 2000 | 22000 | 880  | 22880 | 9680.00  | 387.20 | 10067.20 | 2516.80 | 12584.00  |
| 68 | СУПА 02.201 ПЕРЕХІДНИК | 1 | 6555  | 10 | 4 | 1.850  | 0.46  | 6555  | 656  | 7211  | 288  | 7499  | 13339.43 | 533.58 | 13873.00 | 3449.50 | 17322.51  |
| 69 | СУПА 02.202 ЗАТИСКАЧ   | 1 | 7110  | 10 | 4 | 0.170  | 0.043 | 7110  | 711  | 7821  | 313  | 8134  | 1329.57  | 53.18  | 1382.75  | 349.76  | 1732.51   |
| 70 | СУС 00.201 ПЯТА        | 1 | 3608  | 10 | 4 | 0.280  | 0.070 | 3608  | 361  | 3969  | 159  | 4128  | 1111.26  | 44.45  | 1155.71  | 288.93  | 1444.64   |
| 71 | СУС 00.203 ШАЙБА       | 1 | 5504  | 10 | 4 | 0.270  | 0.068 | 5504  | 550  | 6054  | 242  | 6297  | 1635     | 65     | 1700     | 428.17  | 2128      |
| 72 | СУС 00.204 ШАЙБА       | 1 | 5504  | 10 | 4 | 8.100  | 2.025 | 5504  | 550  | 6054  | 242  | 6297  | 49041    | 1962   | 51002    | 12751   | 63752.83  |
| 73 | СУС 00.304 СТУПИЦЯ     | 1 | 5676  | 10 | 4 | 0.840  | 0.210 | 5676  | 568  | 6244  | 250  | 6493  | 5245     | 210    | 5454     | 1364    | 6818.01   |
| 74 | СУС 00.307 СТУПИЦЯ     | 1 | 7500  | 10 | 4 | 8.100  | 2.025 | 7500  | 750  | 8250  | 330  | 8580  | 66825    | 2673   | 69498    | 17375   | 86872.50  |
| 75 | СУС 00.308 СТУПИЦЯ     | 1 | 7500  | 10 | 4 | 6.500  | 1.625 | 7500  | 750  | 8250  | 330  | 8580  | 53625    | 2145   | 55770    | 13943   | 69712.50  |
| 76 | СШЕ 00.201 ЦИФЕРБЛАТ   | 1 | 7647  | 10 | 4 | 0.730  | 0.183 | 7647  | 765  | 8412  | 336  | 8748  | 6141     | 246    | 6386     | 1601    | 7987.08   |
| 77 | 509.046.303 ШАЙБА      | 1 | 7647  | 10 | 4 | 0.220  | 0.055 | 7647  | 765  | 8412  | 336  | 8748  | 1851     | 74     | 1925     | 481     | 2405.75   |
| 78 | КПП 00.301 ВИЛКА       | 1 | 20000 | 10 | 4 | 1.600  | 0.400 | 20000 | 2000 | 22000 | 880  | 22880 | 35200    | 1408   | 36608    | 9152    | 45760.00  |
| 79 | КПП 00.302 ШАРНИР      | 1 | 20000 | 10 | 4 | 1.670  | 0.418 | 20000 | 2000 | 22000 | 880  | 22880 | 36740    | 1470   | 38210    | 9564    | 47773.44  |
| 80 | КПП 00.303 ШАРНИР      | 1 | 3000  | 10 | 4 | 1.200  | 0.300 | 3000  | 300  | 3300  | 132  | 3432  | 3960     | 158    | 4118     | 1030    | 5148.00   |
| 81 | КПП 00.304 ВИЛКА       | 1 | 7600  | 10 | 4 | 1.600  | 0.400 | 7600  | 760  | 8360  | 334  | 8694  | 13376    | 535    | 13911    | 3478    | 17388.80  |
| 82 | КПП 00.305 ВИЛКА       | 1 | 8210  | 10 | 4 | 1.670  | 0.418 | 8210  | 821  | 9031  | 361  | 9392  | 15082    | 603    | 15685    | 3926    | 19611.00  |
| 83 | ОЗШ 00.302 ВТУЛКА      | 1 | 5109  | 10 | 4 | 4.130  | 1.032 | 5109  | 511  | 5620  | 225  | 5845  | 23210    | 928    | 24139    | 6032    | 30170.32  |
| 84 | ОЗШ 00.649 ВТУЛКА      | 1 | 5916  | 10 | 4 | 0.670  | 0.168 | 5916  | 592  | 6508  | 260  | 6768  | 4360     | 174    | 4534     | 1137    | 5671.50   |
| 85 | PVS71 ЛЮЛЬКА           | 1 | 1109  | 10 | 4 | 5.000  | 1.250 | 1109  | 111  | 1220  | 49   | 1269  | 6100     | 244    | 6343     | 1586    | 7929.35   |
| 86 | PVS71 КРИШКА ЗАДНЯ     | 1 | 2784  | 10 | 4 | 9.130  | 2.282 | 2784  | 278  | 3062  | 122  | 3185  | 27960    | 1118   | 29078    | 7268    | 36346.03  |
| 87 | MFS71 ШАЙБА НАКЛОНА    | 1 | 1075  | 10 | 4 | 2.350  | 0.588 | 1075  | 108  | 1183  | 47   | 1230  | 2779     | 111    | 2890     | 723     | 3613.15   |
| 88 | PVS90 КРИШКА ЗАДНЯ     | 1 | 54056 | 10 | 4 | 11.340 | 2.835 | 54056 | 5406 | 59462 | 2378 | 61840 | 674295   | 26972  | 701266   | 175317  | 876582.91 |
| 89 | PVS90 ЛЮЛЬКА           | 1 | 49120 | 10 | 4 | 5.780  | 1.445 | 49120 | 4912 | 54032 | 2161 | 56193 | 312305   | 12492  | 324797   | 81199   | 405996.45 |
| 90 | PVS90 СЕРВОПОРШЕНЬ     | 1 | 60158 | 10 | 4 | 1.400  | 0.350 | 60158 | 6016 | 66174 | 2647 | 68821 | 92643    | 3706   | 96349    | 24087   | 120436.32 |
| 91 | MFS90 ШАЙБА НАКЛОНА    | 1 | 24111 | 10 | 4 | 3.200  | 0.800 | 24111 | 2411 | 26522 | 1061 | 27583 | 84871    | 3395   | 88266    | 22066   | 110331.94 |

# ДОДАТОК А

## Програма цеха лиття в пісчаноглинясті форми

|     |                                        |   |       |    |   |        |       |       |      |       |      |       |        |       |        |       |           |
|-----|----------------------------------------|---|-------|----|---|--------|-------|-------|------|-------|------|-------|--------|-------|--------|-------|-----------|
| 92  | CPG КОРПУС                             | 1 | 9525  | 10 | 4 | 5.910  | 1.478 | 9525  | 953  | 10478 | 419  | 10897 | 61922  | 2477  | 64399  | 16105 | 80504.08  |
| 93  | PVN90 КРИШКА ЗАДНЯ                     | 1 | 9525  | 10 | 4 | 11.620 | 2.905 | 9525  | 953  | 10478 | 419  | 10897 | 121749 | 4870  | 126618 | 31655 | 158273.12 |
| 94  | MFH90 КРИШКА ЗАДНЯ                     | 1 | 2907  | 10 | 4 | 11.760 | 2.940 | 2907  | 291  | 3198  | 128  | 3326  | 37605  | 1504  | 39109  | 9777  | 48886.44  |
| 95  | PVC2/45-00-02 БЛОК ЦИЛІНДРІВ           | 1 | 12000 | 10 | 4 | 3.600  | 0.900 | 12000 | 1200 | 13200 | 528  | 13728 | 47520  | 1901  | 49421  | 12355 | 61776.00  |
| 96  | PVC2.45-01-02 БЛОК КЛАПАНІВ І ФІЛЬТРІВ | 1 | 12000 | 10 | 4 | 7.280  | 1.820 | 12000 | 1200 | 13200 | 528  | 13728 | 96096  | 3844  | 99940  | 24985 | 124924.80 |
| 97  | PVC2.45-02-01 КРИШКА                   | 1 | 12000 | 10 | 4 | 13.900 | 3.475 | 12000 | 1200 | 13200 | 528  | 13728 | 183480 | 7339  | 190819 | 47705 | 238524.00 |
| 98  | PVC1.45-00-02 КРИШКА                   | 1 | 12000 | 10 | 4 | 5.500  | 1.375 | 12000 | 1200 | 13200 | 528  | 13728 | 72600  | 2904  | 75504  | 18876 | 94380.00  |
| 99  | PVC1.63-00-05 БЛОК ЦИЛІНДРІВ           | 1 | 12000 | 10 | 4 | 1.750  | 0.438 | 12000 | 1200 | 13200 | 528  | 13728 | 23100  | 924   | 24024  | 6013  | 30036.86  |
| 100 | PVC1.63-00-02 КРИШКА ЗАДНЯ             | 1 | 12000 | 10 | 4 | 5.700  | 1.425 | 12000 | 1200 | 13200 | 528  | 13728 | 75240  | 3010  | 78250  | 19562 | 97812.00  |
| 101 | PVC1.85-00-05 БЛОК ЦИЛІНДРІВ           | 1 | 12000 | 10 | 4 | 2.100  | 0.525 | 12000 | 1200 | 13200 | 528  | 13728 | 27720  | 1109  | 28829  | 7207  | 36036.00  |
| 102 | PVC1.85-00-02 КРИШКА                   | 1 | 12000 | 10 | 4 | 4.800  | 1.200 | 12000 | 1200 | 13200 | 528  | 13728 | 63360  | 2534  | 65894  | 16474 | 82368.00  |
| 103 | PBF10.56-00.02 КРИШКА ЗАДНЯ НАСОСА     | 1 | 75000 | 10 | 4 | 3.800  | 0.950 | 75000 | 7500 | 82500 | 3300 | 85800 | 313500 | 12540 | 326040 | 81510 | 407550.00 |
| 104 | PBF10.56-03.01 ОБОЙМА                  | 1 | 75000 | 10 | 4 | 1.660  | 0.415 | 75000 | 7500 | 82500 | 3300 | 85800 | 136950 | 5478  | 142428 | 35607 | 178035.00 |
| 105 | PBF10.56-02.01 КОРПУС РАД.УПЛ.         | 1 | 75000 | 10 | 4 | 1.550  | 0.388 | 75000 | 7500 | 82500 | 3300 | 85800 | 127875 | 5115  | 132990 | 33290 | 166280.40 |
| 106 | PBF10.112-02.01 КОРП. РАД.УЩІЛЬ.       | 1 | 8500  | 10 | 4 | 2.640  | 0.660 | 8500  | 850  | 9350  | 374  | 9724  | 24684  | 987   | 25671  | 6418  | 32089.20  |
| 107 | PBF10.112-00.02 КРИШКА ЗАДНЯ           | 1 | 8500  | 10 | 4 | 5.590  | 1.398 | 8500  | 850  | 9350  | 374  | 9724  | 52267  | 2091  | 54357  | 13594 | 67951.31  |
| 108 | PBF10.112-03.01 ОБОЙМА                 | 1 | 8500  | 10 | 4 | 2.900  | 0.725 | 8500  | 850  | 9350  | 374  | 9724  | 27115  | 1085  | 28200  | 7050  | 35249.50  |
| 109 | КРИШКА MBV112                          | 1 | 2000  | 10 | 4 | 13.900 | 3.475 | 2000  | 200  | 2200  | 88   | 2288  | 30580  | 1223  | 31803  | 7951  | 39754.00  |
| 110 | PBF10.28 КОРП.РАД.УЩІЛЬ.               | 1 | 8000  | 10 | 4 | 0.330  | 0.083 | 8000  | 800  | 8800  | 352  | 9152  | 2904   | 116   | 3020   | 760   | 3779.78   |
| 111 | PBF10.28 КРИШКА ЗАДНЯ                  | 1 | 8000  | 10 | 4 | 2.470  | 0.618 | 8000  | 800  | 8800  | 352  | 9152  | 21736  | 869   | 22605  | 5656  | 28261.38  |
| 112 | БЛОК ЦІЛІНДРІВ                         | 1 | 8000  | 10 | 4 | 1.070  | 0.268 | 8000  | 800  | 8800  | 352  | 9152  | 9416   | 377   | 9793   | 2453  | 12245.38  |
| 113 | КОРПУС                                 | 1 | 15000 | 10 | 4 | 10.160 | 2.540 | 15000 | 1500 | 16500 | 660  | 17160 | 167640 | 6706  | 174346 | 43586 | 217932.00 |
| 114 | КРИШКА ЗАДНЯ                           | 1 | 15000 | 10 | 4 | 5.200  | 1.300 | 15000 | 1500 | 16500 | 660  | 17160 | 85800  | 3432  | 89232  | 22308 | 111540.00 |
| 115 | ОБОЙМА                                 | 1 | 15000 | 10 | 4 | 1.380  | 0.345 | 15000 | 1500 | 16500 | 660  | 17160 | 22770  | 911   | 23681  | 5920  | 29601.00  |

# ДОДАТОК А

## Програма цеха лиття в пісчаноглинясті форми

|     |                                           |   |        |    |   |         |        |        |       |        |      |        |         |       |         |        |            |
|-----|-------------------------------------------|---|--------|----|---|---------|--------|--------|-------|--------|------|--------|---------|-------|---------|--------|------------|
| 116 | КОРПУС РАДІАЛЬНОГО<br>УЩІЛЬНЕННЯ          | 1 | 15000  | 10 | 4 | 1.030   | 0.258  | 15000  | 1500  | 16500  | 660  | 17160  | 16995   | 680   | 17675   | 4419   | 22093.50   |
| 117 | КОРПУС                                    | 1 | 15000  | 10 | 4 | 19.090  | 4.773  | 15000  | 1500  | 16500  | 660  | 17160  | 314985  | 12599 | 327584  | 81905  | 409489.08  |
| 118 | КРИШКА ЗАДНЯ                              | 1 | 15000  | 10 | 4 | 9.700   | 2.425  | 15000  | 1500  | 16500  | 660  | 17160  | 160050  | 6402  | 166452  | 41613  | 208065.00  |
| 119 | ОБОЙМА                                    | 1 | 15000  | 10 | 4 | 2.260   | 0.565  | 15000  | 1500  | 16500  | 660  | 17160  | 37290   | 1492  | 38782   | 9695   | 48477.00   |
| 120 | ВАЖІЛЬ                                    | 1 | 15000  | 10 | 4 | 1.640   | 0.410  | 15000  | 1500  | 16500  | 660  | 17160  | 27060   | 1082  | 28142   | 7036   | 35178.00   |
| 121 | КОРПУС 1 СТУПЕНЯ РПЗ 51.2-<br>00-01       | 1 | 5000   | 10 | 4 | 37.600  | 9.400  | 5000   | 500   | 5500   | 220  | 5720   | 206800  | 8272  | 215072  | 53768  | 268840.00  |
| 122 | ВОДИЛО 1 СТУПЕНЯ РПЗ 51.2-<br>00-03       | 1 | 5000   | 10 | 4 | 8.770   | 2.193  | 5000   | 500   | 5500   | 220  | 5720   | 48235   | 1929  | 50164   | 12544  | 62708.36   |
| 123 | КОРПУС 2 СТУПЕНЯ РПЗ 51.2-<br>10-01       | 1 | 5000   | 10 | 4 | 119.000 | 29.750 | 5000   | 500   | 5500   | 220  | 5720   | 654500  | 26180 | 680680  | 170170 | 850850.00  |
| 124 | ВОДИЛО 2 СТУПЕНЯ РПЗ 51.2-<br>10-02       | 1 | 5000   | 10 | 4 | 22.900  | 5.725  | 5000   | 500   | 5500   | 220  | 5720   | 125950  | 5038  | 130988  | 32747  | 163735.00  |
| 125 | КОРОНЕ КОЛЕСО 2 СТУПЕНЯ<br>РПЗ 51.2-10-04 | 1 | 5000   | 10 | 4 | 10.700  | 2.675  | 5000   | 500   | 5500   | 220  | 5720   | 58850   | 2354  | 61204   | 15301  | 76505.00   |
| 126 | КОРПУС 1 СТУПЕНЯ РПЗ 71.2-<br>00-01       | 1 | 10000  | 10 | 4 | 119.000 | 29.750 | 10000  | 1000  | 11000  | 440  | 11440  | 1309000 | 52360 | 1361360 | 340340 | 1701700.00 |
| 127 | КОРПУС GR34T-4-02-01-01                   | 1 | 3150   | 10 | 4 | 6.400   | 1.600  | 3150   | 315   | 3465   | 139  | 3604   | 22176   | 887   | 23063   | 5766   | 28828.80   |
| 128 | КОРПУС GR34T-4-02-01-03                   | 1 | 3150   | 10 | 4 | 7.200   | 1.800  | 3150   | 315   | 3465   | 139  | 3604   | 24948   | 998   | 25946   | 6486   | 32432.40   |
| 129 | КОРПУС GR34T-4-02-01-04*                  | 1 | 3150   | 10 | 4 | 8.070   | 2.018  | 3150   | 315   | 3465   | 139  | 3604   | 27963   | 1119  | 29081   | 7272   | 36353.12   |
| 130 | КОРПУС GR34T-4-02-01-05*                  | 1 | 3150   | 10 | 4 | 8.940   | 2.235  | 3150   | 315   | 3465   | 139  | 3604   | 30977   | 1239  | 32216   | 8054   | 40270.23   |
| 131 | КОРПУС ПРИВОДА GR34T-4-01-<br>01*         | 1 | 9000   | 10 | 4 | 5.260   | 1.315  | 9000   | 900   | 9900   | 396  | 10296  | 52074   | 2083  | 54157   | 13539  | 67696.20   |
| 132 | КОРПУС НШ61МК-4-01-01                     | 1 | 100000 | 10 | 4 | 8.000   | 2.000  | 100000 | 10000 | 110000 | 4400 | 114400 | 880000  | 35200 | 915200  | 228800 | 1144000.00 |
| 133 | КОРПУС ПРИВОДА НШ61МК-4-<br>02-01         | 1 | 100000 | 10 | 4 | 5.660   | 1.415  | 100000 | 10000 | 110000 | 4400 | 114400 | 622600  | 24904 | 647504  | 161876 | 809380.00  |
| 134 | КРИШКА ПЕРЕДНЯ МШ28Д-00-<br>03 А**        | 1 | 6000   | 10 | 4 | 3.500   | 0.875  | 6000   | 600   | 6600   | 264  | 6864   | 23100   | 924   | 24024   | 6006   | 30030.00   |
| 135 | ПРОСТАВКА МШ28Д-00-04Б**                  | 1 | 6000   | 10 | 4 | 3.860   | 0.965  | 6000   | 600   | 6600   | 264  | 6864   | 25476   | 1019  | 26495   | 6624   | 33118.80   |

# ДОДАТОК А

## Програма цеха лиття в пісчаноглинясті форми

|     |                                  |   |       |    |   |        |       |        |       |         |       |        |         |        |         |         |            |
|-----|----------------------------------|---|-------|----|---|--------|-------|--------|-------|---------|-------|--------|---------|--------|---------|---------|------------|
| 136 | КРИШКА ЗАДНЯ НШ14N-10N-4-04Б**   | 1 | 6000  | 10 | 4 | 1.000  | 0.250 | 6000   | 600   | 6600    | 264   | 6864   | 6600    | 264    | 6864    | 1716    | 8580.00    |
| 137 | КРИШКА ЗАДНЯ НШ32Д-4--00-02 А*** | 1 | 4000  | 10 | 4 | 2.010  | 0.503 | 4000   | 400   | 4400    | 176   | 4576   | 8844    | 354    | 9198    | 2302    | 11499.49   |
| 138 | КОРПУС 32МЧ                      | 1 | 24000 | 10 | 4 | 5.180  | 1.295 | 24000  | 2400  | 26400   | 1056  | 27456  | 136752  | 5470   | 142222  | 35556   | 177777.60  |
| 139 | КРИШКА 32МЧ                      | 1 | 24000 | 10 | 4 | 3.760  | 0.940 | 24000  | 2400  | 26400   | 1056  | 27456  | 99264   | 3971   | 103235  | 25809   | 129043.20  |
| 140 | КОРПУС 50МЧ                      | 1 | 18000 | 10 | 4 | 5.890  | 1.473 | 18000  | 1800  | 19800   | 792   | 20592  | 116622  | 4665   | 121287  | 30332   | 151618.90  |
| 141 | КРИШКА 50МЧ                      | 1 | 18000 | 10 | 4 | 3.760  | 0.940 | 18000  | 1800  | 19800   | 792   | 20592  | 74448   | 2978   | 77426   | 19356   | 96782.40   |
| 142 | МРГС25.Г.100 КОРПУС              | 1 | 4000  | 10 | 4 | 11.550 | 2.888 | 4000   | 400   | 4400    | 176   | 4576   | 50820   | 2033   | 52853   | 13215   | 66068.29   |
| 143 | МРГС25.Г.201 КОРПУС              | 1 | 4000  | 10 | 4 | 30.510 | 7.628 | 4000   | 400   | 4400    | 176   | 4576   | 134244  | 5370   | 139614  | 34906   | 174519.49  |
| 144 | МРГС25Г.301 КОРПУС               | 1 | 4000  | 10 | 4 | 20.750 | 5.188 | 4000   | 400   | 4400    | 176   | 4576   | 91300   | 3652   | 94952   | 23740   | 118692.29  |
| 145 | МРГС25Г.401 КОРПУС               | 1 | 4000  | 10 | 4 | 4.070  | 1.018 | 4000   | 400   | 4400    | 176   | 4576   | 17908   | 716    | 18624   | 4658    | 23282.69   |
| 146 | МРГС25Г.501 КОРПУС               | 1 | 4000  | 10 | 4 | 1.280  | 0.320 | 4000   | 400   | 4400    | 176   | 4576   | 5632    | 225    | 5857    | 1464    | 7321.60    |
|     | Всього                           |   |       |    |   |        |       | 936964 | 93696 | 1020660 | 50826 | 101487 | 7200072 | 208802 | 7408874 | 1225700 | 8700997.18 |

| №<br>п/п             | Найменування<br>матеріалу          | Марка                                     | Вміст<br>матеріалу<br>у<br>в шихті,<br>кг | Вміст<br>матеріалу<br>в шихті,<br>% | Масова частка елементу, % |                |         |            |           |            |           |                   |           |            |           |            |           |                |
|----------------------|------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|----------------|---------|------------|-----------|------------|-----------|-------------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|----------------|
|                      |                                    |                                           |                                           |                                     | C                         |                | Si      |            | Mn        |            | S         |                   | P         |            | Cr        |            | Mg        |                |
|                      |                                    |                                           |                                           |                                     | У<br>мат.                 | У<br>шихті     | Умат.   | У<br>шихті | У<br>мат. | У<br>шихті | У<br>мат. | У<br>шихті        | У<br>мат. | У<br>шихті | У<br>мат. | У<br>шихті | У<br>мат. | У<br>шихті     |
| 1                    | Чавун<br>переробний                | ПЛ1(ПЛ2) ГР2 Клас<br>А, Кат.1 ГОСТ 805-95 | 252,1                                     | 15                                  | 4                         | 0,6            | 0,5     | 0,07<br>5  | 0,4       | 0,06       | 0,02      | 0,003             | 0,05      | 0,00<br>75 | 0,01      | 0,00<br>15 | -         | -              |
| 2                    | Брухт сталевий                     | Вид 10<br>ДСТУ 4121-2002                  | 697,98                                    | 41,53                               | 0,2                       | 0,08<br>31     | 0,2     | 0,08<br>31 | 0,5       | 0,20<br>77 | 0,02      | 0,008<br>306      | 0,04      | 0,01<br>66 | 0,1       | 0,04<br>15 | -         | -              |
| 3                    | Повернення власного<br>виробництва | ВЧ450-10<br>ДСТУ 3925-99                  | 630,25                                    | 37,5                                | 3,5                       | 1,31<br>25     | 2,7     | 1,01<br>25 | 0,5       | 0,18<br>75 | 0,015     | 0,005<br>625      | 0,04      | 0,01<br>5  | 0,06      | 0,02<br>25 | 0,02      | 0,00<br>75     |
| 4                    | Феросиліцій                        | ФС-45-4<br>ДСТУ 4127-02                   | 40,67                                     | 2,42                                | 0,2                       | 0,00<br>48     | 40      | 0,96<br>8  | 0,3       | 0,00<br>73 | 0,01      | 0,000<br>242      | 0,03      | 0,00<br>07 | -         | -          | -         | -              |
| 5                    | Феромарганець                      | ФМн-78-4<br>ДСТУ 3547-97                  | 3,36                                      | 0,2                                 | 7                         | 0,01<br>4      | 6       | 0,01<br>2  | 75        | 0,15       | 0,01      | 0,000<br>02       | 0,18      | 0,00<br>04 | -         | -          | -         | -              |
| 6                    | Графіт<br>подрібнений ПІ-4         | ТУ У 26.8-05394618-<br>026:2011           | 56,3                                      | 3,53                                | 75                        | 2,51<br>25     | -       | -          | -         | -          | 0,05      | 0,001<br>675      | -         | -          | -         | -          | -         | -              |
| 7                    | Всього                             | -                                         | 1680,67                                   | 100                                 | 4,527                     |                | 2,151   |            | 0,612     |            | 0,019     |                   | 0,04      |            | 0,0655    |            | 0,0075    |                |
| 8                    | Угар(-), пригар(+)                 | -                                         | -                                         | -                                   | -13                       | -<br>0,58<br>8 | -13     | -<br>0,28  | -13       | -<br>0,08  | -6        | -<br>0,001        | -         | -          | -         | -          | -90       | -<br>0,00<br>7 |
| 9                    | Вміст у рідкому<br>чавуні          | -                                         | -                                         | -                                   | 3,938                     |                | 1,871   |            | 0,533     |            | 0,018     |                   | -         |            | 0,0655    |            | 0,0008    |                |
| 10                   | До модифікування                   | -                                         | -                                         | -                                   | 3,7-3,9                   |                | 1,9-1,7 |            | 0,4-0,8   |            | До 0,02   |                   | До 0,1    |            | До 0,085  |            | До 0,004  |                |
| 11                   | Модифікатор                        | VL 63(М),<br>Фракція 4-10 мм              | 30,25                                     | 1,8                                 | -                         | -              | 45      | 0,81       | -         | -          | -         | -                 | -         | -          | -         | -          | 6         | 0,10<br>8      |
| 12                   | Модифікатор                        | ФС65Ба4,<br>Фракція 02-0,7 мм             | 5,04                                      | 0,3                                 | -                         | -              | 65      | 0,19<br>5  | -         | -          | -         | -                 | -         | -          | -         | -          | -         | -              |
| 13                   | Угар(+),пригар(-)                  |                                           |                                           |                                     | -7                        | -<br>0,27<br>6 | -       | -          | -         | -          | -20       | -<br>0,003<br>547 | -         | -          | -         | -          | -40       | -<br>0,04<br>4 |
| Остаточний хім.склад |                                    |                                           |                                           |                                     | 3,663                     |                | 2,876   |            | 0,533     |            | 0,014     |                   | 0,04      |            | 0,066     |            | 0,065     |                |
| Необхідний хім.склад |                                    |                                           |                                           |                                     | 3,5-3,7                   |                | 2,7-2,9 |            | 0,4-0,6   |            | До 0,015  |                   | До 0,05   |            | До 0,0085 |            | 0,03-0,07 |                |

# ДОДАТОК В

## Програма формувального відділення

| Порядковий номер відливка | Найменування відливка     | Вихідні данні                            |                                   |                        |                                                                   |               |                | Кількість форм, штук |                        |               | Необхідна кількість ущільненої формівної суміші на річний випуск, м³ |               |                |
|---------------------------|---------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|----------------------|------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|
|                           |                           | Кількість відливок на річий випуск, штук | Кількість відливоку у формі, штук | Відсоток браку форм, % | Необхідна кількість ущільненої формівної суміші на одну форму, м³ |               |                |                      |                        |               |                                                                      |               |                |
|                           |                           |                                          |                                   |                        | єдиної                                                            | облицювальної | наповнювальної | На річний випуск     | На покриття браку форм | Всього на рік | єдиної                                                               | облицювальної | наповнювальної |
| 1                         | 108.00.316 МУФТА          | 9015                                     | 12                                | 2.50                   | 0.1241                                                            | 0             | 0              | 751                  | 19                     | 770           | 96                                                                   | 0             | 0              |
| 2                         | БДП 06.201 СТУПИЦЯ        | 17160                                    | 4                                 | 2.50                   | 0.1072                                                            | 0             | 0              | 4290                 | 107                    | 4397          | 471                                                                  | 0             | 0              |
| 3                         | КЛТ 00.201 ШАЙБА          | 32490                                    | 16                                | 2.50                   | 0.0245                                                            | 0             | 0              | 2031                 | 51                     | 2081          | 51                                                                   | 0             | 0              |
| 4                         | КПС 00.301 КРОНШТЕЙН      | 13372                                    | 4                                 | 2.50                   | 0.1072                                                            | 0             | 0              | 3343                 | 84                     | 3427          | 367                                                                  | 0             | 0              |
| 5                         | КПС 08.00.602 КОРПУС      | 10593                                    | 2                                 | 2.50                   | 0.1140                                                            | 0             | 0              | 5297                 | 132                    | 5429          | 619                                                                  | 0             | 0              |
| 6                         | КРН 46.301 ПРИЗМА         | 52521                                    | 8                                 | 2.50                   | 0.1278                                                            | 0             | 0              | 6565                 | 164                    | 6729          | 860                                                                  | 0             | 0              |
| 7                         | КРН 46.302 ТРИМАЧ         | 16368                                    | 4                                 | 2.50                   | 0.0798                                                            | 0             | 0              | 4092                 | 102                    | 4194          | 335                                                                  | 0             | 0              |
| 8                         | КРН 46.303 НАКЛАДКА       | 29641                                    | 16                                | 2.50                   | 0.0679                                                            | 0             | 0              | 1853                 | 46                     | 1899          | 129                                                                  | 0             | 0              |
| 9                         | КРН 46.305 ТРИМАЧ         | 16368                                    | 4                                 | 2.50                   | 0.0458                                                            | 0             | 0              | 4092                 | 102                    | 4194          | 192                                                                  | 0             | 0              |
| 10                        | КРН 46.306 ТРИМАЧ         | 30284                                    | 4                                 | 2.50                   | 0.0448                                                            | 0             | 0              | 7571                 | 189                    | 7760          | 347                                                                  | 0             | 0              |
| 11                        | КРН 46.308 ГАЙКА СТЯЖНА   | 16655                                    | 4                                 | 2.50                   | 0.1244                                                            | 0             | 0              | 4164                 | 104                    | 4268          | 531                                                                  | 0             | 0              |
| 12                        | Н 080.07.005 СТУПИЦЯ      | 8774                                     | 2                                 | 2.50                   | 0.1147                                                            | 0             | 0              | 4387                 | 110                    | 4497          | 516                                                                  | 0             | 0              |
| 13                        | Н 080.11.001 СТУПИЦЯ      | 8685                                     | 2                                 | 2.50                   | 0.1147                                                            | 0             | 0              | 4343                 | 109                    | 4451          | 511                                                                  | 0             | 0              |
| 14                        | Н 080.13.301 СТУПИЦЯ      | 3744                                     | 2                                 | 2.50                   | 0.0678                                                            | 0             | 0              | 1872                 | 47                     | 1919          | 130                                                                  | 0             | 0              |
| 15                        | Н 082.01.201 ШАЙБА        | 9048                                     | 32                                | 2.50                   | 0.0757                                                            | 0             | 0              | 283                  | 7                      | 290           | 22                                                                   | 0             | 0              |
| 16                        | Н 089.01.234 КРОНШТЕЙН    | 6164                                     | 2                                 | 2.50                   | 0.0578                                                            | 0             | 0              | 3082                 | 77                     | 3159          | 183                                                                  | 0             | 0              |
| 17                        | Н 089.01.234-04 КРОНШТЕЙН | 17160                                    | 2                                 | 2.50                   | 0.1147                                                            | 0             | 0              | 8580                 | 215                    | 8795          | 1009                                                                 | 0             | 0              |
| 18                        | Н 110.201 ПЛАНКА          | 4308                                     | 12                                | 2.50                   | 0.0818                                                            | 0             | 0              | 359                  | 9                      | 368           | 30                                                                   | 0             | 0              |
| 19                        | Н 126.13.202 ПІДШИПНИК    | 2286                                     | 4                                 | 2.50                   | 0.0754                                                            | 0             | 0              | 571                  | 14                     | 586           | 44                                                                   | 0             | 0              |
| 20                        | Н 130.02.201 СТУПИЦЯ      | 2024                                     | 2                                 | 2.50                   | 0.0745                                                            | 0             | 0              | 1012                 | 25                     | 1037          | 77                                                                   | 0             | 0              |
| 21                        | Н 130.02.201А СТУПИЦЯ     | 2437                                     | 2                                 | 2.50                   | 0.0124                                                            | 0             | 0              | 1218                 | 30                     | 1249          | 15                                                                   | 0             | 0              |
| 22                        | ОЗШ 00.204 ВТУЛКА         | 6052                                     | 4                                 | 2.50                   | 0.0713                                                            | 0             | 0              | 1513                 | 38                     | 1551          | 111                                                                  | 0             | 0              |
| 23                        | ОЗШ 00.205 ВТУЛКА         | 2047                                     | 4                                 | 2.50                   | 0.0874                                                            | 0             | 0              | 512                  | 13                     | 524           | 46                                                                   | 0             | 0              |

## ДОДАТОК В

### Програма формувального відділення

|    |                        |       |    |      |        |   |   |      |     |      |      |   |   |
|----|------------------------|-------|----|------|--------|---|---|------|-----|------|------|---|---|
| 24 | ОЗШ 00.207 ВТУЛКА      | 7276  | 4  | 2.50 | 0.0574 | 0 | 0 | 1819 | 45  | 1864 | 107  | 0 | 0 |
| 25 | ОЗШ 00.209 ВКЛАДИШ     | 21812 | 4  | 2.50 | 0.0725 | 0 | 0 | 5453 | 136 | 5589 | 405  | 0 | 0 |
| 26 | ОЗШ 00.211 КРИВОШИП    | 6077  | 4  | 2.50 | 0.0457 | 0 | 0 | 1519 | 38  | 1557 | 71   | 0 | 0 |
| 27 | ОЗШ 05.201 ВТУЛКА      | 11932 | 4  | 2.50 | 0.0144 | 0 | 0 | 2983 | 75  | 3058 | 44   | 0 | 0 |
| 28 | СЕТ 00.201 ВТУЛКА      | 10513 | 4  | 2.50 | 0.0174 | 0 | 0 | 2628 | 66  | 2694 | 47   | 0 | 0 |
| 29 | СЕТ 00.202 ЗІРОЧКА     | 17160 | 8  | 2.50 | 0.0715 | 0 | 0 | 2145 | 54  | 2199 | 157  | 0 | 0 |
| 30 | СЕТ 00.205А ПІДШИПНИК  | 7985  | 2  | 2.50 | 0.0782 | 0 | 0 | 3993 | 100 | 4092 | 320  | 0 | 0 |
| 31 | СЕТ 00.206-01 ЗУБЧАТКА | 8958  | 8  | 2.50 | 0.0347 | 0 | 0 | 1120 | 28  | 1148 | 40   | 0 | 0 |
| 32 | СЕТ 00.207-01 ВТУЛКА   | 11085 | 12 | 2.50 | 0.0477 | 0 | 0 | 924  | 23  | 947  | 45   | 0 | 0 |
| 33 | СЕТ 00.208 ВСПУШУВАЧ   | 11310 | 12 | 2.50 | 0.0817 | 0 | 0 | 942  | 24  | 966  | 79   | 0 | 0 |
| 34 | СЕТ 00.214 ЗУБЧАТКА    | 5960  | 4  | 2.50 | 0.0124 | 0 | 0 | 1490 | 37  | 1527 | 19   | 0 | 0 |
| 35 | СЕТ 00.215 ЗІРОЧКА     | 17160 | 8  | 2.50 | 0.0347 | 0 | 0 | 2145 | 54  | 2199 | 76   | 0 | 0 |
| 36 | СЕТ 00.216 ЗІРОЧКА     | 17160 | 4  | 2.50 | 0.0174 | 0 | 0 | 4290 | 107 | 4397 | 77   | 0 | 0 |
| 37 | СЕТ 00.217 ВТУЛКА      | 8225  | 4  | 2.50 | 0.0454 | 0 | 0 | 2056 | 51  | 2108 | 96   | 0 | 0 |
| 38 | СЕТ 00.218 МУФТА       | 9118  | 4  | 2.50 | 0.0248 | 0 | 0 | 2279 | 57  | 2336 | 58   | 0 | 0 |
| 39 | СЗГ 00.202 ХРЕСТОВИНА  | 9206  | 12 | 2.50 | 0.0748 | 0 | 0 | 767  | 19  | 786  | 59   | 0 | 0 |
| 40 | СЗГ 00.203-01 ВТУЛКА   | 6283  | 12 | 2.50 | 0.0707 | 0 | 0 | 524  | 13  | 537  | 38   | 0 | 0 |
| 41 | СЗГ 00.204-01 ЗІРОЧКА  | 6203  | 4  | 2.50 | 0.0805 | 0 | 0 | 1551 | 39  | 1589 | 128  | 0 | 0 |
| 42 | СЗГ 00.205 КУЛІСА      | 7970  | 8  | 2.50 | 0.1025 | 0 | 0 | 996  | 25  | 1021 | 105  | 0 | 0 |
| 43 | СЗГ 00.206 ВТУЛКА      | 6229  | 4  | 2.50 | 0.7854 | 0 | 0 | 1557 | 39  | 1596 | 1254 | 0 | 0 |
| 44 | СЗГ 00.211 ЗІРОЧКА     | 6938  | 8  | 2.50 | 0.1047 | 0 | 0 | 867  | 22  | 889  | 93   | 0 | 0 |
| 45 | СЗР 00.207А КРИШКА     | 10811 | 4  | 2.50 | 0.1022 | 0 | 0 | 2703 | 68  | 2770 | 283  | 0 | 0 |
| 46 | СЗТ 00.201 ВТУЛКА      | 6841  | 4  | 2.50 | 0.1045 | 0 | 0 | 1710 | 43  | 1753 | 183  | 0 | 0 |
| 47 | СЗЮ 00.201 КОРПУС      | 2873  | 2  | 2.50 | 0.0822 | 0 | 0 | 1436 | 36  | 1472 | 121  | 0 | 0 |
| 48 | СЗЮ 00.202 НАКЛАДКА    | 12189 | 16 | 2.50 | 0.0128 | 0 | 0 | 762  | 19  | 781  | 10   | 0 | 0 |
| 49 | СКПШ 00.205 СТУПИЦЯ    | 10262 | 2  | 2.50 | 0.1020 | 0 | 0 | 5131 | 128 | 5259 | 536  | 0 | 0 |
| 50 | СКПШ 00.306 КРОНШТЕЙН  | 6176  | 8  | 2.50 | 0.0721 | 0 | 0 | 772  | 19  | 791  | 57   | 0 | 0 |
| 51 | СКС 01.08.201 ШАЙБА    | 12360 | 16 | 2.50 | 0.0512 | 0 | 0 | 772  | 19  | 792  | 41   | 0 | 0 |
| 52 | СКС 01.08.202 ШАЙБА    | 12360 | 8  | 2.50 | 0.0915 | 0 | 0 | 1545 | 39  | 1584 | 145  | 0 | 0 |
| 53 | ССГ 00.209 КРОНШТЕЙН   | 8912  | 2  | 2.50 | 0.0447 | 0 | 0 | 4456 | 111 | 4567 | 204  | 0 | 0 |
| 54 | СТА 210В НАГНІТАЧ      | 12308 | 36 | 2.50 | 0.0512 | 0 | 0 | 342  | 9   | 350  | 18   | 0 | 0 |
| 55 | СТА 210В-01 НАГНІТАЧ   | 1263  | 36 | 2.50 | 0.0515 | 0 | 0 | 35   | 1   | 36   | 2    | 0 | 0 |
| 56 | СТА 213А СЕКТОР        | 5965  | 12 | 2.50 | 0.1025 | 0 | 0 | 497  | 12  | 509  | 52   | 0 | 0 |
| 57 | СТА 214Г ВОРОШИЛКА     | 16130 | 24 | 2.50 | 0.0413 | 0 | 0 | 672  | 17  | 689  | 28   | 0 | 0 |
| 58 | СТЮ 00.202 РИЧАГ       | 5616  | 12 | 2.50 | 0.7115 | 0 | 0 | 468  | 12  | 480  | 341  | 0 | 0 |

## ДОДАТОК В

### Програма формувального відділення

|    |                        |       |    |      |        |   |   |       |     |       |      |   |   |
|----|------------------------|-------|----|------|--------|---|---|-------|-----|-------|------|---|---|
| 59 | СУВ 00.206А ЦИФЕРБЛАТ  | 1392  | 8  | 2.50 | 0.0457 | 0 | 0 | 174   | 4   | 178   | 8    | 0 | 0 |
| 60 | СУК 00.213 ЗІРОЧКА     | 5217  | 4  | 2.50 | 0.0789 | 0 | 0 | 1304  | 33  | 1337  | 105  | 0 | 0 |
| 61 | СУПА 00.201 КРОНШТЕЙН  | 2345  | 2  | 2.50 | 0.0245 | 0 | 0 | 1173  | 29  | 1202  | 29   | 0 | 0 |
| 62 | СУПА 00.202 КОРПУС     | 2345  | 4  | 2.50 | 0.0245 | 0 | 0 | 586   | 15  | 601   | 15   | 0 | 0 |
| 63 | СУПА 00.203 ШКІВ       | 2345  | 8  | 2.50 | 0.0245 | 0 | 0 | 293   | 7   | 300   | 7    | 0 | 0 |
| 64 | СУПА 00.204 КРИШКА     | 2345  | 4  | 2.50 | 0.0245 | 0 | 0 | 586   | 15  | 601   | 15   | 0 | 0 |
| 65 | СУПА 00.205 КРИШКА     | 4702  | 8  | 2.50 | 0.0457 | 0 | 0 | 588   | 15  | 602   | 28   | 0 | 0 |
| 66 | СУПА 00.211 ФЛАНЕЦЬ    | 2345  | 12 | 2.50 | 0.0254 | 0 | 0 | 195   | 5   | 200   | 5    | 0 | 0 |
| 67 | СУПА 00.2370 РУКОЯТКА  | 22880 | 8  | 2.50 | 0.0475 | 0 | 0 | 2860  | 72  | 2932  | 139  | 0 | 0 |
| 68 | СУПА 02.201 ПЕРЕХІДНИК | 7499  | 4  | 2.50 | 0.0457 | 0 | 0 | 1875  | 47  | 1922  | 88   | 0 | 0 |
| 69 | СУПА 02.202 ЗАТИСКАЧ   | 8134  | 24 | 2.50 | 0.0414 | 0 | 0 | 339   | 8   | 347   | 14   | 0 | 0 |
| 70 | СУС 00.201 ПЯТА        | 4128  | 16 | 2.50 | 0.0813 | 0 | 0 | 258   | 6   | 264   | 21   | 0 | 0 |
| 71 | СУС 00.203 ШАЙБА       | 6297  | 16 | 2.50 | 0.0813 | 0 | 0 | 394   | 10  | 403   | 33   | 0 | 0 |
| 72 | СУС 00.204 ШАЙБА       | 6297  | 2  | 2.50 | 0.0913 | 0 | 0 | 3148  | 79  | 3227  | 294  | 0 | 0 |
| 73 | СУС 00.304 СТУПИЦЯ     | 6493  | 8  | 2.50 | 0.1068 | 0 | 0 | 812   | 20  | 832   | 89   | 0 | 0 |
| 74 | СУС 00.307 СТУПИЦЯ     | 8580  | 2  | 2.50 | 0.1015 | 0 | 0 | 4290  | 107 | 4397  | 446  | 0 | 0 |
| 75 | СУС 00.308 СТУПИЦЯ     | 8580  | 2  | 2.50 | 0.0912 | 0 | 0 | 4290  | 107 | 4397  | 401  | 0 | 0 |
| 76 | СШЕ 00.201 ЦИФЕРБЛАТ   | 8748  | 8  | 2.50 | 0.0812 | 0 | 0 | 1094  | 27  | 1121  | 91   | 0 | 0 |
| 77 | 509.046.303 ШАЙБА      | 8748  | 16 | 2.50 | 0.0912 | 0 | 0 | 547   | 14  | 560   | 51   | 0 | 0 |
| 78 | КПП 00.301 ВИЛКА       | 22880 | 4  | 2.50 | 0.0457 | 0 | 0 | 5720  | 143 | 5863  | 268  | 0 | 0 |
| 79 | КПП 00.302 ШАРНИР      | 22880 | 4  | 2.50 | 0.0457 | 0 | 0 | 5720  | 143 | 5863  | 268  | 0 | 0 |
| 80 | КПП 00.303 ШАРНИР      | 3432  | 4  | 2.50 | 0.0214 | 0 | 0 | 858   | 21  | 879   | 19   | 0 | 0 |
| 81 | КПП 00.304 ВИЛКА       | 8694  | 4  | 2.50 | 0.0657 | 0 | 0 | 2174  | 54  | 2228  | 146  | 0 | 0 |
| 82 | КПП 00.305 ВИЛКА       | 9392  | 4  | 2.50 | 0.0675 | 0 | 0 | 2348  | 59  | 2407  | 162  | 0 | 0 |
| 83 | ОЗШ 00.302 ВТУПКА      | 5845  | 4  | 2.50 | 0.0912 | 0 | 0 | 1461  | 37  | 1498  | 137  | 0 | 0 |
| 84 | ОЗШ 00.649 ВТУПКА      | 6768  | 16 | 2.50 | 0.0912 | 0 | 0 | 423   | 11  | 434   | 40   | 0 | 0 |
| 85 | PVS71 ЛЮЛЬКА           | 1269  | 2  | 2.50 | 0.0810 | 0 | 0 | 634   | 16  | 650   | 53   | 0 | 0 |
| 86 | PVS71 КРИШКА ЗАДНЯ     | 3185  | 2  | 2.50 | 0.0678 | 0 | 0 | 1592  | 40  | 1632  | 111  | 0 | 0 |
| 87 | MFS71 ШАЙБА НАКЛОНА    | 1230  | 2  | 2.50 | 0.0345 | 0 | 0 | 615   | 15  | 630   | 22   | 0 | 0 |
| 88 | PVS90 КРИШКА ЗАДНЯ     | 61840 | 2  | 2.50 | 0.0913 | 0 | 0 | 30920 | 773 | 31693 | 2893 | 0 | 0 |
| 89 | PVS90 ЛЮЛЬКА           | 56193 | 2  | 2.50 | 0.0913 | 0 | 0 | 28097 | 702 | 28799 | 2629 | 0 | 0 |
| 90 | PVS90 СЕРВОПОРШЕНЬ     | 68821 | 4  | 2.50 | 0.0813 | 0 | 0 | 17205 | 430 | 17635 | 1434 | 0 | 0 |
| 91 | MFS90 ШАЙБА НАКЛОНА    | 27583 | 4  | 2.50 | 0.0813 | 0 | 0 | 6896  | 172 | 7068  | 575  | 0 | 0 |
| 92 | CPG КОРПУС             | 10897 | 4  | 2.50 | 0.0813 | 0 | 0 | 2724  | 68  | 2792  | 227  | 0 | 0 |
| 93 | PVN90 КРИШКА ЗАДНЯ     | 10897 | 2  | 2.50 | 0.1028 | 0 | 0 | 5448  | 136 | 5585  | 574  | 0 | 0 |

## ДОДАТОК В

### Програма формувального відділення

|     |                                        |       |    |      |        |   |   |       |     |       |      |   |   |
|-----|----------------------------------------|-------|----|------|--------|---|---|-------|-----|-------|------|---|---|
| 94  | MFH90 КРИШКА ЗАДНЯ                     | 3326  | 2  | 2.50 | 0.0554 | 0 | 0 | 1663  | 42  | 1704  | 94   | 0 | 0 |
| 95  | PVC2/45-00-02 БЛОК ЦИЛІНДРІВ           | 13728 | 8  | 2.50 | 0.0475 | 0 | 0 | 1716  | 43  | 1759  | 84   | 0 | 0 |
| 96  | PVC2.45-01-02 БЛОК КЛАПАНІВ І ФІЛЬТРІВ | 13728 | 4  | 2.50 | 0.0820 | 0 | 0 | 3432  | 86  | 3518  | 288  | 0 | 0 |
| 97  | PVC2.45-02-01 КРИШКА                   | 13728 | 2  | 2.50 | 0.0820 | 0 | 0 | 6864  | 172 | 7036  | 577  | 0 | 0 |
| 98  | PVC1.45-00-02 КРИШКА                   | 13728 | 4  | 2.50 | 0.0620 | 0 | 0 | 3432  | 86  | 3518  | 218  | 0 | 0 |
| 99  | PVC1.63-00-05 БЛОК ЦИЛІНДРІВ           | 13728 | 12 | 2.50 | 0.0420 | 0 | 0 | 1144  | 29  | 1173  | 49   | 0 | 0 |
| 100 | PVC1.63-00-02 КРИШКА ЗАДНЯ             | 13728 | 4  | 2.50 | 0.0820 | 0 | 0 | 3432  | 86  | 3518  | 288  | 0 | 0 |
| 101 | PVC1.85-00-05 БЛОК ЦИЛІНДРІВ           | 13728 | 12 | 2.50 | 0.0620 | 0 | 0 | 1144  | 29  | 1173  | 73   | 0 | 0 |
| 102 | PVC1.85-00-02 КРИШКА                   | 13728 | 4  | 2.50 | 0.0720 | 0 | 0 | 3432  | 86  | 3518  | 253  | 0 | 0 |
| 103 | PBF10.56-00.02 КРИШКА ЗАДНЯ НАСОСА     | 85800 | 4  | 2.50 | 0.0813 | 0 | 0 | 21450 | 536 | 21986 | 1787 | 0 | 0 |
| 104 | PBF10.56-03.01 ОБОЙМА                  | 85800 | 12 | 2.50 | 0.0613 | 0 | 0 | 7150  | 179 | 7329  | 449  | 0 | 0 |
| 105 | PBF10.56-02.01 КОРПУС РАД.УЩІЛ.        | 85800 | 12 | 2.50 | 0.0613 | 0 | 0 | 7150  | 179 | 7329  | 449  | 0 | 0 |
| 106 | PBF10.112-02.01 КОРП. РАД.УЩІЛ.        | 9724  | 8  | 2.50 | 0.0613 | 0 | 0 | 1216  | 30  | 1246  | 76   | 0 | 0 |
| 107 | PBF10.112-00.02 КРИШКА ЗАДНЯ           | 9724  | 4  | 2.50 | 0.1030 | 0 | 0 | 2431  | 61  | 2492  | 257  | 0 | 0 |
| 108 | PBF10.112-03.01 ОБОЙМА                 | 9724  | 8  | 2.50 | 0.0713 | 0 | 0 | 1216  | 30  | 1246  | 89   | 0 | 0 |
| 109 | КРИШКА MBV112                          | 2288  | 2  | 2.50 | 0.0784 | 0 | 0 | 1144  | 29  | 1173  | 92   | 0 | 0 |
| 110 | PBF10.28 КОРП.РАД.УЩІЛ.                | 9152  | 32 | 2.50 | 0.0245 | 0 | 0 | 286   | 7   | 293   | 7    | 0 | 0 |
| 111 | PBF10.28 КРИШКА ЗАДНЯ                  | 9152  | 8  | 2.50 | 0.0245 | 0 | 0 | 1144  | 29  | 1173  | 29   | 0 | 0 |
| 112 | БЛОК ЦІЛІНДРІВ                         | 9152  | 8  | 2.50 | 0.0245 | 0 | 0 | 1144  | 29  | 1173  | 29   | 0 | 0 |
| 113 | КОРПУС                                 | 17160 | 2  | 2.50 | 0.0913 | 0 | 0 | 8580  | 215 | 8795  | 803  | 0 | 0 |
| 114 | КРИШКА ЗАДНЯ                           | 17160 | 4  | 2.50 | 0.0913 | 0 | 0 | 4290  | 107 | 4397  | 401  | 0 | 0 |
| 115 | ОБОЙМА                                 | 17160 | 16 | 2.50 | 0.0413 | 0 | 0 | 1073  | 27  | 1099  | 45   | 0 | 0 |
| 116 | КОРПУС РАДІАЛЬНОГО УЩІЛНЕННЯ           | 17160 | 16 | 2.50 | 0.5127 | 0 | 0 | 1073  | 27  | 1099  | 564  | 0 | 0 |
| 117 | КОРПУС                                 | 17160 | 2  | 2.50 | 0.0813 | 0 | 0 | 8580  | 215 | 8795  | 715  | 0 | 0 |
| 118 | КРИШКА ЗАДНЯ                           | 17160 | 2  | 2.50 | 0.0813 | 0 | 0 | 8580  | 215 | 8795  | 715  | 0 | 0 |
| 119 | ОБОЙМА                                 | 17160 | 12 | 2.50 | 0.0513 | 0 | 0 | 1430  | 36  | 1466  | 75   | 0 | 0 |
| 120 | КОРПУС РАДІАЛЬНОГО УЩІЛНЕННЯ           | 17160 | 2  | 2.50 | 0.1027 | 0 | 0 | 8580  | 215 | 8795  | 903  | 0 | 0 |
| 121 | КОРПУС 1 СТУПЕНЯ РПЗ 51.2-00-01        | 5720  | 2  | 2.50 | 0.0912 | 0 | 0 | 2860  | 72  | 2932  | 267  | 0 | 0 |
| 122 | ВОДИЛО 1 СТУПЕНЯ РПЗ 51.2-00-03        | 5720  | 2  | 2.50 | 0.0912 | 0 | 0 | 2860  | 72  | 2932  | 267  | 0 | 0 |
| 123 | КОРПУС 2 СТУПЕНЯ РПЗ 51.2-10-01        | 5720  | 2  | 2.50 | 0.0912 | 0 | 0 | 2860  | 72  | 2932  | 267  | 0 | 0 |
| 124 | ВОДИЛО 2 СТУПЕНЯ РПЗ 51.2-10-02        | 5720  | 2  | 2.50 | 0.0912 | 0 | 0 | 2860  | 72  | 2932  | 267  | 0 | 0 |
| 125 | КОРОНЕ КОЛЕСО 2 СТУПЕНЯ РПЗ 51.2-10-04 | 5720  | 2  | 2.50 | 0.0912 | 0 | 0 | 2860  | 72  | 2932  | 267  | 0 | 0 |

## ДОДАТОК В

### Програма формувального відділення

|     |                                 |        |    |      |        |   |   |        |       |        |       |   |   |
|-----|---------------------------------|--------|----|------|--------|---|---|--------|-------|--------|-------|---|---|
| 126 | КОРПУС 1 СТУПЕНЯ РПЗ 71.2-00-01 | 11440  | 2  | 2.50 | 0.1012 | 0 | 0 | 5720   | 143   | 5863   | 593   | 0 | 0 |
| 127 | КОРПУС GR34T-4-02-01-01         | 3604   | 2  | 2.50 | 0.0754 | 0 | 0 | 1802   | 45    | 1847   | 139   | 0 | 0 |
| 128 | КОРПУС GR34T-4-02-01-03         | 3604   | 2  | 2.50 | 0.0754 | 0 | 0 | 1802   | 45    | 1847   | 139   | 0 | 0 |
| 129 | КОРПУС GR34T-4-02-01-04*        | 3604   | 2  | 2.50 | 0.0754 | 0 | 0 | 1802   | 45    | 1847   | 139   | 0 | 0 |
| 130 | КОРПУС GR34T-4-02-01-05*        | 3604   | 2  | 2.50 | 0.0754 | 0 | 0 | 1802   | 45    | 1847   | 139   | 0 | 0 |
| 131 | КОРПУС ПРИВОДА GR34T-4-01-01*   | 10296  | 4  | 2.50 | 0.0812 | 0 | 0 | 2574   | 64    | 2638   | 214   | 0 | 0 |
| 132 | КОРПУС НШ61МК-4-01-01           | 114400 | 4  | 2.50 | 0.0813 | 0 | 0 | 28600  | 715   | 29315  | 2383  | 0 | 0 |
| 133 | КОРПУС ПРИВОДА НШ61МК-4-02-01   | 114400 | 4  | 2.50 | 0.0913 | 0 | 0 | 28600  | 715   | 29315  | 2676  | 0 | 0 |
| 134 | КРИШКА ПЕРЕДНЯ МШ28Д-00-03 А**  | 6864   | 8  | 2.50 | 0.0911 | 0 | 0 | 858    | 21    | 879    | 80    | 0 | 0 |
| 135 | ПРОСТАВКА МШ28Д-00-04Б**        | 6864   | 8  | 2.50 | 0.0911 | 0 | 0 | 858    | 21    | 879    | 80    | 0 | 0 |
| 136 | КРИШКА ЗАДНЯ НШ14N-10N-4-04Б**  | 6864   | 16 | 2.50 | 0.0711 | 0 | 0 | 429    | 11    | 440    | 31    | 0 | 0 |
| 137 | КРИШКА ЗАДНЯ НШ32Д-4-00-02 А*** | 4576   | 12 | 2.50 | 0.0147 | 0 | 0 | 381    | 10    | 391    | 6     | 0 | 0 |
| 138 | КОРПУС 32МЧ                     | 27456  | 4  | 2.50 | 0.0813 | 0 | 0 | 6864   | 172   | 7036   | 572   | 0 | 0 |
| 139 | КРИШКА 32МЧ                     | 27456  | 2  | 2.50 | 0.1028 | 0 | 0 | 13728  | 343   | 14071  | 1446  | 0 | 0 |
| 140 | КОРПУС 50МЧ                     | 20592  | 2  | 2.50 | 0.1027 | 0 | 0 | 10296  | 257   | 10553  | 1084  | 0 | 0 |
| 141 | КРИШКА 50МЧ                     | 20592  | 2  | 2.50 | 0.1074 | 0 | 0 | 10296  | 257   | 10553  | 1133  | 0 | 0 |
| 142 | МРГС25Г.100 КОРПУС              | 4576   | 2  | 2.50 | 0.0014 | 0 | 0 | 2288   | 57    | 2345   | 3     | 0 | 0 |
| 143 | МРГС25Г.201 КОРПУС              | 4576   | 2  | 2.50 | 0.0014 | 0 | 0 | 2288   | 57    | 2345   | 3     | 0 | 0 |
| 144 | МРГС25Г.301 КОРПУС              | 4576   | 2  | 2.50 | 0.0014 | 0 | 0 | 2288   | 57    | 2345   | 3     | 0 | 0 |
| 145 | МРГС25Г.401 КОРПУС              | 4576   | 2  | 2.50 | 0.0301 | 0 | 0 | 2288   | 57    | 2345   | 71    | 0 | 0 |
| 146 | МРГС25Г.501 КОРПУС              | 4576   | 4  | 2.50 | 0.0097 | 0 | 0 | 1144   | 29    | 1173   | 11    | 0 | 0 |
|     | Всього                          |        |    |      |        |   |   | 526553 | 26328 | 352046 | 90326 | 0 | 0 |

# ДОДАТОК Г

## Програма стержневого відділення

| Порядковий номер відливка | Найменування відливка та номер стержня | Вихідні данні                    |                              |                                           |                            |                         |                                            |                                       |                                         | Кількість стержнів, штук |                                             |               | Маса стержнів річного виготовлення, кг | Необхідна кількість уцильненої формівної суміші на річний випуск, м <sup>3</sup> | Кількість сушильних плит на рік, штук | Річна площа сушильних плит, м <sup>2</sup> |
|---------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|---------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------|
|                           |                                        | Кількість стержнів у групі, штук | Річний випуск відливок, штук | Кількість стержнів на один відливок, штук | Відсоток брака стержнів, % | Маса одного стержня, кг | Кількість стержнів у стержневому ящику, шт | Площа сушильної плити, м <sup>2</sup> | Кількість стержнів на одній плиті, штук | на річний випуск         | на покриття браку в стержньовому відділенні | всього на рік |                                        |                                                                                  |                                       |                                            |
| 1                         | 108.00.316 МУФТА                       | 1                                | 9015                         | 1                                         | 2.50                       | 0.090                   | 20                                         | 0                                     | 0                                       | 9015                     | 225                                         | 9240          | 832                                    | 462                                                                              | 0                                     | 0                                          |
| 2                         | БДП 06.201 СТУПИЦЯ                     | 1                                | 17160                        | 1                                         | 2.50                       | 1.200                   | 4                                          | 0                                     | 0                                       | 17160                    | 429                                         | 17589         | 21107                                  | 4397                                                                             | 0                                     | 0                                          |
| 3                         | КЛТ 00.201 ШАЙБА                       | 1                                | 32490                        | 0                                         | 2.50                       | 0.000                   | 0                                          | 0                                     | 0                                       | 0                        | 0                                           | 0             | 0                                      | 0                                                                                | 0                                     | 0                                          |
| 4                         | КПС 00.301 КРОНШТЕЙН                   | 1                                | 13372                        | 1                                         | 2.50                       | 0.012                   | 20                                         | 0                                     | 0                                       | 13372                    | 334                                         | 13707         | 164                                    | 685                                                                              | 0                                     | 0                                          |
| 5                         | КПС 08.00.602 КОРПУС                   | 1                                | 10593                        | 0                                         | 2.50                       | 0.000                   | 0                                          | 0                                     | 0                                       | 0                        | 0                                           | 0             | 0                                      |                                                                                  | 0                                     | 0                                          |
| 6                         | КРН 46.301 ПРИЗМА                      | 1                                | 52521                        | 0                                         | 2.50                       | 0.000                   | 0                                          | 0                                     | 0                                       | 0                        | 0                                           | 0             | 0                                      |                                                                                  | 0                                     | 0                                          |
| 7                         | КРН 46.302 ТРИМАЧ                      | 1                                | 16368                        | 0                                         | 2.50                       | 0.000                   | 0                                          | 0                                     | 0                                       | 0                        | 0                                           | 0             | 0                                      |                                                                                  | 0                                     | 0                                          |
| 8                         | КРН 46.303 НАКЛАДКА                    | 1                                | 29641                        | 0                                         | 2.50                       | 0.000                   | 0                                          | 0                                     | 0                                       | 0                        | 0                                           | 0             | 0                                      |                                                                                  | 0                                     | 0                                          |
| 9                         | КРН 46.305 ТРИМАЧ                      | 1                                | 16368                        | 1                                         | 2.50                       | 0.300                   | 14                                         | 0                                     | 0                                       | 16368                    | 409                                         | 16778         | 5033                                   | 1198                                                                             | 0                                     | 0                                          |
| 10                        | КРН 46.306 ТРИМАЧ                      | 1                                | 30284                        | 1                                         | 2.50                       | 0.320                   | 14                                         | 0                                     | 0                                       | 30284                    | 757                                         | 31041         | 9933                                   | 2217                                                                             | 0                                     | 0                                          |
| 11                        | КРН 46.308 ГАЙКА СТЯЖНА                | 1                                | 16655                        | 2                                         | 2.50                       | 0.040                   | 20                                         | 0                                     | 0                                       | 33311                    | 833                                         | 34144         | 1366                                   | 1707                                                                             | 0                                     | 0                                          |
| 12                        | Н 080.07.005 СТУПИЦЯ                   | 1                                | 8774                         | 1                                         | 2.50                       | 1.200                   | 4                                          | 0                                     | 0                                       | 8774                     | 219                                         | 8994          | 10793                                  | 2248                                                                             | 0                                     | 0                                          |
| 13                        | Н 080.11.001 СТУПИЦЯ                   | 1                                | 8685                         | 1                                         | 2.50                       | 1.200                   | 4                                          | 0                                     | 0                                       | 8685                     | 217                                         | 8902          | 10683                                  | 2226                                                                             | 0                                     | 0                                          |
| 14                        | Н 080.13.301 СТУПИЦЯ                   | 1                                | 3744                         | 1                                         | 2.50                       | 1.120                   | 4                                          | 0                                     | 0                                       | 3744                     | 94                                          | 3838          | 4298                                   | 959                                                                              | 0                                     | 0                                          |
| 15                        | Н 082.01.201 ШАЙБА                     | 1                                | 9048                         | 0                                         | 2.50                       | 0.000                   | 0                                          | 0                                     | 0                                       | 0                        | 0                                           | 0             | 0                                      |                                                                                  | 0                                     | 0                                          |
| 16                        | Н 089.01.234 КРОНШТЕЙН                 | 1                                | 6164                         | 3                                         | 2.50                       | 0.300                   | 14                                         | 0                                     | 0                                       | 18492                    | 462                                         | 18954         | 5686                                   | 1354                                                                             | 0                                     | 0                                          |
| 17                        | Н 089.01.234-04 КРОНШТЕЙН              | 1                                | 17160                        | 0                                         | 2.50                       | 0.000                   | 0                                          | 0                                     | 0                                       | 0                        | 0                                           | 0             | 0                                      |                                                                                  | 0                                     | 0                                          |
| 18                        | Н 110.201 ПЛАНКА                       | 1                                | 4308                         | 0                                         | 2.50                       | 0.000                   | 0                                          | 0                                     | 0                                       | 0                        | 0                                           | 0             | 0                                      |                                                                                  | 0                                     | 0                                          |
| 19                        | Н 126.13.202 ПІДШИПНИК                 | 1                                | 2286                         | 1                                         | 2.50                       | 0.150                   | 18                                         | 0                                     | 0                                       | 2286                     | 57                                          | 2343          | 351                                    | 130                                                                              | 0                                     | 0                                          |
| 20                        | Н 130.02.201 СТУПИЦЯ                   | 1                                | 2024                         | 1                                         | 2.50                       | 1.020                   | 4                                          | 0                                     | 0                                       | 2024                     | 51                                          | 2074          | 2116                                   | 519                                                                              | 0                                     | 0                                          |
| 21                        | Н 130.02.201А СТУПИЦЯ                  | 1                                | 2437                         | 0                                         | 2.50                       | 0.000                   | 0                                          | 0                                     | 0                                       | 0                        | 0                                           | 0             | 0                                      |                                                                                  | 0                                     | 0                                          |
| 22                        | ОЗШ 00.204 ВТУЛКА                      | 1                                | 6052                         | 1                                         | 2.50                       | 0.120                   | 18                                         | 0                                     | 0                                       | 6052                     | 151                                         | 6203          | 744                                    | 345                                                                              | 0                                     | 0                                          |

## ДОДАТОК Г

## Програма стержневого відділення

|    |                        |   |       |   |      |       |    |   |   |       |     |       |       |      |   |   |
|----|------------------------|---|-------|---|------|-------|----|---|---|-------|-----|-------|-------|------|---|---|
| 23 | ОЗШ 00.205 ВТУЛКА      | 1 | 2047  | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 0     | 0   | 0     | 0     | 0    | 0 |   |
| 24 | ОЗШ 00.207 ВТУЛКА      | 1 | 7276  | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 0     | 0   | 0     | 0     | 0    | 0 |   |
| 25 | ОЗШ 00.209 ВКЛАДИШ     | 1 | 21812 | 1 | 2.50 | 0.350 | 14 | 0 | 0 | 21812 | 545 | 22357 | 7825  | 1597 | 0 | 0 |
| 26 | ОЗШ 00.211 КРИВОШИП    | 1 | 6077  | 1 | 2.50 | 0.350 | 14 | 0 | 0 | 6077  | 152 | 6229  | 2180  | 445  | 0 | 0 |
| 27 | ОЗШ 05.201 ВТУЛКА      | 1 | 11932 | 0 | 2.50 | 0     | 0  | 0 | 0 | 0     | 0   | 0     | 0     | 0    | 0 | 0 |
| 28 | СЕТ 00.201 ВТУЛКА      | 1 | 10513 | 1 | 2.50 | 0.125 | 18 | 0 | 0 | 10513 | 263 | 10776 | 1347  | 599  | 0 | 0 |
| 29 | СЕТ 00.202 ЗІРОЧКА     | 1 | 17160 | 0 | 2.50 | 0     | 0  | 0 | 0 | 0     | 0   | 0     | 0     | 0    | 0 | 0 |
| 30 | СЕТ 00.205А ПІДШИПНИК  | 1 | 7985  | 3 | 2.50 | 0.100 | 18 | 0 | 0 | 23955 | 599 | 24554 | 2455  | 1364 | 0 | 0 |
| 31 | СЕТ 00.206-01 ЗУБЧАТКА | 1 | 8958  | 1 | 2.50 | 0.130 | 18 | 0 | 0 | 8958  | 224 | 9181  | 1194  | 510  | 0 | 0 |
| 32 | СЕТ 00.207-01 ВТУЛКА   | 1 | 11085 | 1 | 2.50 | 0.090 | 20 | 0 | 0 | 11085 | 277 | 11362 | 1023  | 568  | 0 | 0 |
| 33 | СЕТ 00.208 ВСПУШУВАЧ   | 1 | 11310 | 1 | 2.50 | 0.030 | 20 | 0 | 0 | 11310 | 283 | 11592 | 348   | 580  | 0 | 0 |
| 34 | СЕТ 00.214 ЗУБЧАТКА    | 1 | 5960  | 0 | 2.50 | 0     | 0  | 0 | 0 | 0     | 0   | 0     | 0     | 0    | 0 | 0 |
| 35 | СЕТ 00.215 ЗІРОЧКА     | 1 | 17160 | 0 | 2.50 | 0     | 0  | 0 | 0 | 0     | 0   | 0     | 0     | 0    | 0 | 0 |
| 36 | СЕТ 00.216 ЗІРОЧКА     | 1 | 17160 | 0 | 2.50 | 0     | 0  | 0 | 0 | 0     | 0   | 0     | 0     | 0    | 0 | 0 |
| 37 | СЕТ 00.217 ВТУЛКА      | 1 | 8225  | 1 | 2.50 | 0.090 | 20 | 0 | 0 | 8225  | 206 | 8431  | 759   | 422  | 0 | 0 |
| 38 | СЕТ 00.218 МУФТА       | 1 | 9118  | 1 | 2.50 | 0.200 | 16 | 0 | 0 | 9118  | 228 | 9346  | 1869  | 584  | 0 | 0 |
| 39 | СЗГ 00.202 ХРЕСТОВИНА  | 1 | 9206  | 0 | 2.50 | 0     | 0  | 0 | 0 | 0     | 0   | 0     | 0     | 0    | 0 | 0 |
| 40 | СЗГ 00.203-01 ВТУЛКА   | 1 | 6283  | 1 | 2.50 | 0.180 | 16 | 0 | 0 | 6283  | 157 | 6440  | 1159  | 402  | 0 | 0 |
| 41 | СЗГ 00.204-01 ЗІРОЧКА  | 1 | 6203  | 1 | 2.50 | 0.210 | 16 | 0 | 0 | 6203  | 155 | 6358  | 1335  | 397  | 0 | 0 |
| 42 | СЗГ 00.205 КУЛІСА      | 1 | 7970  | 1 | 2.50 | 0.215 | 16 | 0 | 0 | 7970  | 199 | 8170  | 1756  | 511  | 0 | 0 |
| 43 | СЗГ 00.206 ВТУЛКА      | 1 | 6229  | 1 | 2.50 | 0.250 | 18 | 0 | 0 | 6229  | 156 | 6385  | 1596  | 355  | 0 | 0 |
| 44 | СЗГ 00.211 ЗІРОЧКА     | 1 | 6938  | 0 | 2.50 | 0     | 0  | 0 | 0 | 0     | 0   | 0     | 0     | 0    | 0 | 0 |
| 45 | СЗР 00.207А КРИШКА     | 1 | 10811 | 0 | 2.50 | 0     | 0  | 0 | 0 | 0     | 0   | 0     | 0     | 0    | 0 | 0 |
| 46 | СЗТ 00.201 ВТУЛКА      | 1 | 6841  | 1 | 2.50 | 0.090 | 20 | 0 | 0 | 6841  | 171 | 7012  | 631   | 351  | 0 | 0 |
| 47 | СЗЮ 00.201 КОРПУС      | 1 | 2873  | 2 | 2.50 | 0.550 | 8  | 0 | 0 | 5745  | 144 | 5889  | 3239  | 736  | 0 | 0 |
| 48 | СЗЮ 00.202 НАКЛАДКА    | 1 | 12189 | 0 | 2.50 | 0     | 0  | 0 | 0 | 0     | 0   | 0     | 0     | 0    | 0 | 0 |
| 49 | СКПШ 00.205 СТУПІЦЯ    | 1 | 10262 | 1 | 2.50 | 1.100 | 4  | 0 | 0 | 10262 | 257 | 10518 | 11570 | 2630 | 0 | 0 |
| 50 | СКПШ 00.306 КРОНШТЕЙН  | 1 | 6176  | 3 | 2.50 | 0.200 | 16 | 0 | 0 | 18529 | 463 | 18993 | 3799  | 1187 | 0 | 0 |
| 51 | СКС 01.08.201 ШАЙБА    | 1 | 12360 | 0 | 2.50 | 0     | 0  | 0 | 0 | 0     | 0   | 0     | 0     | 0    | 0 | 0 |
| 52 | СКС 01.08.202 ШАЙБА    | 1 | 12360 | 0 | 2.50 | 0     | 0  | 0 | 0 | 0     | 0   | 0     | 0     | 0    | 0 | 0 |
| 53 | ССГ 00.209 КРОНШТЕЙН   | 1 | 8912  | 2 | 2.50 | 0.750 | 6  | 0 | 0 | 17824 | 446 | 18269 | 13702 | 3045 | 0 | 0 |
| 54 | СТА 210В НАГНІТАЧ      | 1 | 12308 | 0 | 2.50 | 0     | 0  | 0 | 0 | 0     | 0   | 0     | 0     | 0    | 0 | 0 |
| 55 | СТА 210В-01 НАГНІТАЧ   | 1 | 1263  | 0 | 2.50 | 0     | 0  | 0 | 0 | 0     | 0   | 0     | 0     | 0    | 0 | 0 |
| 56 | СТА 213А СЕКТОР        | 1 | 5965  | 2 | 2.50 | 0.100 | 18 | 0 | 0 | 11930 | 298 | 12228 | 1223  | 679  | 0 | 0 |
| 57 | СТА 214Г ВОРОШИЛКА     | 1 | 16130 | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 0     | 0   | 0     | 0     | 0    | 0 | 0 |

# ДОДАТОК Г

## Програма стержневого відділення

|    |                        |   |       |   |      |       |    |   |   |        |      |        |       |       |   |   |
|----|------------------------|---|-------|---|------|-------|----|---|---|--------|------|--------|-------|-------|---|---|
| 58 | СТЮ 00.202 РИЧАГ       | 1 | 5616  | 2 | 2.50 | 0.050 | 20 | 0 | 0 | 11232  | 281  | 11513  | 576   | 576   | 0 | 0 |
| 59 | СУВ 00.206А ЦИФЕРБЛАТ  | 1 | 1392  | 3 | 2.50 | 0.003 | 20 | 0 | 0 | 4177   | 104  | 4281   | 13    | 214   | 0 | 0 |
| 60 | СУК 00.213 ЗІРОЧКА     | 1 | 5217  | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 0      | 0    | 0      | 0     |       | 0 | 0 |
| 61 | СУПА 00.201 КРОНШТЕЙН  | 1 | 2345  | 1 | 2.50 | 0.400 | 12 | 0 | 0 | 2345   | 59   | 2404   | 962   | 200   | 0 | 0 |
| 62 | СУПА 00.202 КОРПУС     | 1 | 2345  | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 0      | 0    | 0      | 0     |       | 0 | 0 |
| 63 | СУПА 00.203 ШКІВ       | 1 | 2345  | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 0      | 0    | 0      | 0     |       | 0 | 0 |
| 64 | СУПА 00.204 КРИШКА     | 1 | 2345  | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 0      | 0    | 0      | 0     |       | 0 | 0 |
| 65 | СУПА 00.205 КРИШКА     | 1 | 4702  | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 0      | 0    | 0      | 0     |       | 0 | 0 |
| 66 | СУПА 00.211 ФЛАНЕЦЬ    | 1 | 2345  | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 0      | 0    | 0      | 0     |       | 0 | 0 |
| 67 | СУПА 00.2370 РУКОЯТКА  | 1 | 22880 | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 0      | 0    | 0      | 0     |       | 0 | 0 |
| 68 | СУПА 02.201 ПЕРЕХІДНИК | 1 | 7499  | 1 | 2.50 | 0.300 | 14 | 0 | 0 | 7499   | 187  | 7686   | 2306  | 549   | 0 | 0 |
| 69 | СУПА 02.202 ЗАТИСКАЧ   | 1 | 8134  | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 0      | 0    | 0      | 0     |       | 0 | 0 |
| 70 | СУС 00.201 ПЯТА        | 1 | 4128  | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 0      | 0    | 0      | 0     |       | 0 | 0 |
| 71 | СУС 00.203 ШАЙБА       | 1 | 6297  | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 0      | 0    | 0      | 0     |       | 0 | 0 |
| 72 | СУС 00.204 ШАЙБА       | 1 | 6297  | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 0      | 0    | 0      | 0     |       | 0 | 0 |
| 73 | СУС 00.304 СТУПИЦЯ     | 1 | 6493  | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 0      | 0    | 0      | 0     |       | 0 | 0 |
| 74 | СУС 00.307 СТУПИЦЯ     | 1 | 8580  | 1 | 2.50 | 0.100 | 18 | 0 | 0 | 8580   | 215  | 8795   | 879   | 489   | 0 | 0 |
| 75 | СУС 00.308 СТУПИЦЯ     | 1 | 8580  | 1 | 2.50 | 0.120 | 18 | 0 | 0 | 8580   | 215  | 8795   | 1055  | 489   | 0 | 0 |
| 76 | СШЕ 00.201 ЦИФЕРБЛАТ   | 1 | 8748  | 3 | 2.50 | 0.003 | 20 | 0 | 0 | 26245  | 656  | 26901  | 81    | 1345  | 0 | 0 |
| 77 | 509.046.303 ШАЙБА      | 1 | 8748  | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 0      | 0    | 0      | 0     |       | 0 | 0 |
| 78 | КПП 00.301 ВИЛКА       | 1 | 22880 | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 0      | 0    | 0      | 0     |       | 0 | 0 |
| 79 | КПП 00.302 ШАРНИР      | 1 | 22880 | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 0      | 0    | 0      | 0     |       | 0 | 0 |
| 80 | КПП 00.303 ШАРНИР      | 1 | 3432  | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 0      | 0    | 0      | 0     |       | 0 | 0 |
| 81 | КПП 00.304 ВИЛКА       | 1 | 8694  | 1 | 2.50 | 0.150 | 18 | 0 | 0 | 8694   | 217  | 8912   | 1337  | 495   | 0 | 0 |
| 82 | КПП 00.305 ВИЛКА       | 1 | 9392  | 1 | 2.50 | 0.110 | 18 | 0 | 0 | 9392   | 235  | 9627   | 1059  | 535   | 0 | 0 |
| 83 | ОЗШ 00.302 ВТУЛКА      | 1 | 5845  | 4 | 2.50 | 0.100 | 18 | 0 | 0 | 23379  | 584  | 23963  | 2396  | 1331  | 0 | 0 |
| 84 | ОЗШ 00.649 ВТУЛКА      | 1 | 6768  | 1 | 2.50 | 0.120 | 18 | 0 | 0 | 6768   | 169  | 6937   | 832   | 385   | 0 | 0 |
| 85 | PVS71 ЛЮЛЬКА           | 1 | 1269  | 1 | 2.50 | 0.130 | 18 | 0 | 0 | 1269   | 32   | 1300   | 169   | 72    | 0 | 0 |
| 86 | PVS71 КРИШКА ЗАДНЯ     | 1 | 3185  | 1 | 2.50 | 0.300 | 14 | 0 | 0 | 3185   | 80   | 3265   | 979   | 233   | 0 | 0 |
| 87 | MFS71 ШАЙБА НАКЛОНА    | 1 | 1230  | 1 | 2.50 | 0.125 | 18 | 0 | 0 | 1230   | 31   | 1261   | 158   | 70    | 0 | 0 |
| 88 | PVS90 КРИШКА ЗАДНЯ     | 1 | 61840 | 4 | 2.50 | 0.100 | 18 | 0 | 0 | 247360 | 6184 | 253544 | 25354 | 14086 | 0 | 0 |
| 89 | PVS90 ЛЮЛЬКА           | 1 | 56193 | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 0      | 0    | 0      | 0     |       | 0 | 0 |
| 90 | PVS90 СЕРВОПОРШЕНЬ     | 1 | 68821 | 1 | 2.50 | 0.200 | 16 | 0 | 0 | 68821  | 1721 | 70541  | 14108 | 4409  | 0 | 0 |
| 91 | MFS90 ШАЙБА НАКЛОНА    | 1 | 27583 | 2 | 2.50 | 0.075 | 20 | 0 | 0 | 55166  | 1379 | 56545  | 4241  | 2827  | 0 | 0 |
| 92 | CPG КОРПУС             | 1 | 10897 | 1 | 2.50 | 0.020 | 20 | 0 | 0 | 10897  | 272  | 11169  | 223   | 558   | 0 | 0 |



# ДОДАТОК Г

## Програма стержневого відділення

|     |                                           |   |        |   |      |       |    |   |   |        |      |        |       |      |   |   |
|-----|-------------------------------------------|---|--------|---|------|-------|----|---|---|--------|------|--------|-------|------|---|---|
| 119 | ОБОЙМА                                    | 1 | 17160  | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 0      | 0    | 0      | 0     | 0    | 0 | 0 |
| 120 | КОРПУС РАДІАЛЬНОГО<br>УЩІЛЬНЕННЯ          | 1 | 17160  | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 0      | 0    | 0      | 0     | 0    | 0 | 0 |
| 121 | КОРПУС 1 СТУПЕНЯ РПЗ 51.2-00-01           | 1 | 5720   | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 0      | 0    | 0      | 0     | 0    | 0 | 0 |
| 122 | ВОДИЛО 1 СТУПЕНЯ РПЗ 51.2-00-03           | 1 | 5720   | 2 | 2.50 | 0.250 | 18 | 0 | 0 | 11440  | 286  | 11726  | 2932  | 651  | 0 | 0 |
| 123 | КОРПУС 2 СТУПЕНЯ РПЗ 51.2-10-01           | 1 | 5720   | 2 | 2.50 | 0.250 | 18 | 0 | 0 | 11440  | 286  | 11726  | 2932  | 651  | 0 | 0 |
| 124 | ВОДИЛО 2 СТУПЕНЯ РПЗ 51.2-10-02           | 1 | 5720   | 1 | 2.50 | 0.100 | 18 | 0 | 0 | 5720   | 143  | 5863   | 586   | 326  | 0 | 0 |
| 125 | КОРОНЕ КОЛЕСО 2 СТУПЕНЯ<br>РПЗ 51.2-10-04 | 1 | 5720   | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 0      | 0    | 0      | 0     | 0    | 0 | 0 |
| 126 | КОРПУС 1 СТУПЕНЯ РПЗ 71.2-00-01           | 1 | 11440  | 1 | 2.50 | 0.150 | 18 | 0 | 0 | 11440  | 286  | 11726  | 1759  | 651  | 0 | 0 |
| 127 | КОРПУС ГР34Т-4-02-01-01                   | 1 | 3604   | 1 | 2.50 | 0.070 | 20 | 0 | 0 | 3604   | 90   | 3694   | 259   | 185  | 0 | 0 |
| 128 | КОРПУС ГР34Т-4-02-01-03                   | 1 | 3604   | 1 | 2.50 | 0.070 | 20 | 0 | 0 | 3604   | 90   | 3694   | 259   | 185  | 0 | 0 |
| 129 | КОРПУС ГР34Т-4-02-01-04*                  | 1 | 3604   | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 0      | 0    | 0      | 0     | 0    | 0 | 0 |
| 130 | КОРПУС ГР34Т-4-02-01-05*                  | 1 | 3604   | 2 | 2.50 | 0.250 | 18 | 0 | 0 | 7207   | 180  | 7387   | 1847  | 410  | 0 | 0 |
| 131 | КОРПУС ПРИВОДА ГР34Т-4-01-01*             | 1 | 10296  | 1 | 2.50 | 0.070 | 20 | 0 | 0 | 10296  | 257  | 10553  | 739   | 528  | 0 | 0 |
| 132 | КОРПУС НШ61МК-4-01-01                     | 1 | 114400 | 1 | 2.50 | 0.090 | 20 | 0 | 0 | 114400 | 2860 | 117260 | 10553 | 5863 | 0 | 0 |
| 133 | КОРПУС ПРИВОДА НШ61МК-4-02-01             | 1 | 114400 | 1 | 2.50 | 0.070 | 20 | 0 | 0 | 114400 | 2860 | 117260 | 8208  | 5863 | 0 | 0 |
| 134 | КРИШКА ПЕРЕДНЯ МШ28Д-00-03<br>А**         | 1 | 6864   | 2 | 2.50 | 0.150 | 18 | 0 | 0 | 13728  | 343  | 14071  | 2111  | 782  | 0 | 0 |
| 135 | ПРОСТАВКА МШ28Д-00-04Б**                  | 1 | 6864   | 1 | 2.50 | 0.100 | 18 | 0 | 0 | 6864   | 172  | 7036   | 704   | 391  | 0 | 0 |
| 136 | КРИШКА ЗАДНЯ НШ14Н-10Н-4-04Б**            | 1 | 6864   | 1 | 2.50 | 0.110 | 18 | 0 | 0 | 6864   | 172  | 7036   | 774   | 391  | 0 | 0 |
| 137 | КРИШКА ЗАДНЯ НШ32Д-4-00-02<br>А***        | 1 | 4576   | 1 | 2.50 | 0.130 | 18 | 0 | 0 | 4576   | 114  | 4690   | 610   | 261  | 0 | 0 |
| 138 | КОРПУС 32МЧ                               | 1 | 27456  | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 0      | 0    | 0      | 0     | 0    | 0 | 0 |
| 139 | КРИШКА 32МЧ                               | 1 | 27456  | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 0      | 0    | 0      | 0     | 0    | 0 | 0 |
| 140 | КОРПУС 50МЧ                               | 1 | 20592  | 1 | 2.50 | 0.080 | 20 | 0 | 0 | 20592  | 515  | 21107  | 1689  | 1055 | 0 | 0 |
| 141 | КРИШКА 50МЧ                               | 1 | 20592  | 4 | 2.50 | 0.053 | 20 | 0 | 0 | 82368  | 2059 | 84427  | 4432  | 4221 | 0 | 0 |

ДОДАТОК Г  
Програма стержневого відділення

|     |                     |   |      |   |      |       |    |   |   |        |       |        |       |        |   |   |
|-----|---------------------|---|------|---|------|-------|----|---|---|--------|-------|--------|-------|--------|---|---|
| 142 | МРГС25.Г.100 КОРПУС | 1 | 4576 | 1 | 2.50 | 0.110 | 18 | 0 | 0 | 4576   | 114   | 4690   | 516   | 261    | 0 | 0 |
| 143 | МРГС25.Г.201 КОРПУС | 1 | 4576 | 1 | 2.50 | 0.090 | 20 | 0 | 0 | 4576   | 114   | 4690   | 422   | 235    | 0 | 0 |
| 144 | МРГС25Г.301 КОРПУС  | 1 | 4576 | 4 | 2.50 | 0.050 | 20 | 0 | 0 | 18304  | 458   | 18762  | 938   | 938    | 0 | 0 |
| 145 | МРГС25Г.401 КОРПУС  | 1 | 4576 | 1 | 2.50 | 0.160 | 18 | 0 | 0 | 4576   | 114   | 4690   | 750   | 261    | 0 | 0 |
| 146 | МРГС25Г.501 КОРПУС  | 1 | 4576 | 1 | 2.50 | 0.160 | 18 | 0 | 0 | 4576   | 114   | 4690   | 750   | 261    | 0 | 0 |
|     | Всього              |   |      | 0 | 2.50 | 0.000 | 0  | 0 | 0 | 154277 | 38569 | 158146 | 25517 | 510059 | 0 | 0 |

| Формат | Зона | Позиці | Позначення                    |  |  | Найменування               |  |  | Кільк. | При м. |
|--------|------|--------|-------------------------------|--|--|----------------------------|--|--|--------|--------|
|        |      |        |                               |  |  | <u>Документація</u>        |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  | <u>Знову розроблена</u>    |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
| A1     |      |        | MP - 131.21.10.01.01.00.00.B3 |  |  | План ливарного цеху        |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  | <u>Складальні одиниці</u>  |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      | 1      |                               |  |  | Плавильний комплекс        |  |  | 1      |        |
|        |      | 2      |                               |  |  | Кран балка Q=10т           |  |  | 4      |        |
|        |      | 3      |                               |  |  | Електрокар                 |  |  | 1      |        |
|        |      | 4      |                               |  |  | Формувальна лінія          |  |  | 1      |        |
|        |      | 5      |                               |  |  | Розливна піч               |  |  | 1      |        |
|        |      | 6      |                               |  |  | Галтовочний барабан        |  |  | 1      |        |
|        |      | 7      |                               |  |  | Дробеметна установка       |  |  | 1      |        |
|        |      | 8      |                               |  |  | Міксер                     |  |  | 1      |        |
|        |      | 9      |                               |  |  | Стержнева машина           |  |  | 1      |        |
|        |      | 10     |                               |  |  | Стелаж для стержнів        |  |  | 4      |        |
|        |      | 11     |                               |  |  | Зачисний верстат           |  |  | 8      |        |
|        |      | 12     |                               |  |  | Установка для приготування |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  | формівної суміші           |  |  | 2      |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |
|        |      |        |                               |  |  |                            |  |  |        |        |

|           |               |  |  |  |                |
|-----------|---------------|--|--|--|----------------|
| Н. контр. | Кузик О.В.    |  |  |  | гр. ОЛ-20М-1,4 |
| Затв.     | Кропівний В.М |  |  |  |                |

| Формат | Зона | Позиці | Позначення                       |  |  | Найменування             |  |  | Кільк. | При м. |
|--------|------|--------|----------------------------------|--|--|--------------------------|--|--|--------|--------|
|        |      |        |                                  |  |  | <u>Документація</u>      |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  | <u>Знову розроблена</u>  |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
| A1     |      |        | MP -<br>131.21.10.02.03.00.00.СК |  |  | Складальне креслення     |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  | <u>Деталі</u>            |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
| БК     |      | 1      |                                  |  |  | Модельна плита           |  |  | 1      |        |
| БК     |      | 2      |                                  |  |  | Модель низу              |  |  | 4      |        |
| БК     |      | 3      |                                  |  |  | Знак низу                |  |  | 4      |        |
| БК     |      | 4      |                                  |  |  | Підживлювач              |  |  | 2      |        |
| БК     |      | 5      |                                  |  |  | Зумпф                    |  |  | 1      |        |
| БК     |      | 6      |                                  |  |  | Втулка центрувальна      |  |  | 2      |        |
| БК     |      | 7      |                                  |  |  | Втулка напрямна          |  |  | 2      |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  | <u>Стандартні вироби</u> |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      | 8      |                                  |  |  | Гвинт М8х30              |  |  | 5      |        |
|        |      | 9      |                                  |  |  | Гвинт М8х35              |  |  | 6      |        |
|        |      |        |                                  |  |  | ГОСТ 111738-84           |  |  |        |        |
|        |      | 10     |                                  |  |  | Гайка М12                |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  | ГОСТ 5915-70             |  |  | 2      |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |
|        |      |        |                                  |  |  |                          |  |  |        |        |

|          |               |  |  |               |                        |   |   |
|----------|---------------|--|--|---------------|------------------------|---|---|
| Перевір. | Кузик О.В.    |  |  | комплект низу |                        | 1 | 2 |
|          |               |  |  |               | ЦНТУ<br>гр. ОЛ-20М-1,4 |   |   |
| Н. контр | Кузик О.В.    |  |  |               |                        |   |   |
| Затв.    | Кропівний В.М |  |  |               |                        |   |   |

[illegible]

| Формат | Зона | Позиції  | Позначення                       | Найменування                  | Кільк. | При<br>м. |
|--------|------|----------|----------------------------------|-------------------------------|--------|-----------|
|        |      |          |                                  | <u>Документація</u>           |        |           |
|        |      |          |                                  |                               |        |           |
|        |      |          |                                  | <u>Знову розроблена</u>       |        |           |
|        |      |          |                                  |                               |        |           |
| A1     |      |          | MP -<br>131.21.10.02.02.00.00.СК | Складальне креслення          |        |           |
|        |      |          |                                  |                               |        |           |
|        |      |          |                                  | <u>Деталі</u>                 |        |           |
|        |      |          |                                  |                               |        |           |
| БК     |      | 1        |                                  | Модельна плита<br>верху       | 1      |           |
| БК     |      | 2        |                                  | Модель верху                  | 2      |           |
| БК     |      | 3        |                                  | Знак верху                    | 2      |           |
| БК     |      | 4        |                                  | Шлаковловлювач                | 1      |           |
| БК     |      | 5        |                                  | Упор стояка                   | 1      |           |
| БК     |      | 6        |                                  | Підживлювач                   | 4      |           |
| БК     |      | 7        |                                  | Живильник                     | 2      |           |
|        |      |          |                                  |                               |        |           |
|        |      |          |                                  | <u>Стандартні вироби</u>      |        |           |
|        |      |          |                                  |                               |        |           |
|        |      | 8        |                                  | Гвинт М6х30                   | 4      |           |
|        |      | 9        |                                  | Гвинт М8х45                   | 4      |           |
|        |      | 1<br>0   |                                  | Гвинт М10х55                  | 2<br>0 |           |
|        |      | 1<br>1   |                                  | Гвинт М12х40                  | 2<br>2 |           |
|        |      |          |                                  | ГОСТ 111738-84                |        |           |
|        |      | 1<br>2   |                                  | Гайка М16                     |        |           |
|        |      |          |                                  | ГОСТ 5915-70                  | 2      |           |
|        |      |          |                                  | MP - 131.21.10.02.02.00.00.СП |        |           |
|        |      |          |                                  |                               |        |           |
|        |      |          |                                  |                               |        |           |
| Зм.    | Ар   | № докум. | Підпис                           | Дата                          |        |           |

|       |      |         |            |              |        |
|-------|------|---------|------------|--------------|--------|
|       | к    |         |            |              |        |
| форма | Зона | Позиція | Позначення | Найменування | Кільк. |
| м     |      |         |            |              | Прим.  |

|          |               |  |  |                             |                        |       |             |
|----------|---------------|--|--|-----------------------------|------------------------|-------|-------------|
| Розробив | Дюдін Є.М     |  |  | Модельний<br>комплект верху | Літера                 | Аркуш | Аркуші<br>в |
| Перевір. | Кузик О.В.    |  |  |                             |                        | 1     | 2           |
|          |               |  |  |                             | ЦНТУ<br>гр. ОЛ-20М-1,4 |       |             |
| Н. контр | Кузик О.В.    |  |  |                             |                        |       |             |
| Затв.    | Кропівний В.М |  |  |                             |                        |       |             |

[illegible]

[illegible]

|          |               |  |  |  |                        |   |   |
|----------|---------------|--|--|--|------------------------|---|---|
| Перевір. | Кузик О.В.    |  |  |  |                        | 1 | 1 |
|          |               |  |  |  | ЦНТУ<br>гр. ОЛ-20М-1,4 |   |   |
| Н. контр | Кузик О.В.    |  |  |  |                        |   |   |
| Затв.    | Кропівний В.М |  |  |  |                        |   |   |