

Криворізький національний університет

(повне найменування інститут, факультет)

Кафедра металургії чорних металів і ливарного виробництва

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до роботи бакалавра

бакалавр

(ступінь вищої освіти)

на тему: Розробка проекту цеху лиття виливків із вуглецевих та
низьколегованих сталей розвісом до 500 кг продуктивністю 25000 тон на рік

Виконала студентка 3 курсу, групи МТ-22ск

напряму підготовки (спеціальності)

136 - Металургія

(шифр і назва)

Пономарьова Н.П.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Гірничо-металургійний факультет
Кафедра металургії чорних металів і ливарного виробництва

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до випускної атестаційної роботи бакалавра
зі спеціальності 136 – Металургія

на тему: Розробка проекту цеху лиття виливків із вуглецевих та
низьколегованих сталей розвісом до 500 кг продуктивністю 25000 тон на рік

Виконала: студентка групи МТ-22ск

Керівник випускної роботи

Н.контроль

Завідувач кафедри

Пономарьова Н.П.

Саїтгареев Л.Н.

Саїтгареев Л.Н.

Савельєв С.Г.

Кривий Ріг

2025р.

КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: гірничо-металургійний

Кафедра: металургії чорних металів і ливарного виробництва

Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр

Спеціальність: 136 Металургія

Затверджую
Зав. кафедрою
_____ Савельєв С.Г.
« ____ » _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на випускню атестаційну роботу бакалавра

1. Тема роботи: Розробка проекту цеху лиття виливків із вуглецевих та низьколегованих сталей розвісом до 500 кг продуктивністю 25000 тон на рік.

2. керівник роботи: к.т.н., ст. викладач Саїтгарєєв Л.Н.

затверджено наказом по КНУ від « ____ » _____ 2025 р. № 204с

2. Строк подання роботи студентом « ____ » _____ 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи:

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1.

2.

3.

5. Перелік графічного матеріалу:

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер етапу	Назва етапів виконання бакалаврської роботи	Термін виконання етапів
1		
2		
3		
4		
5		

Дата видачі завдання « ____ » _____ 2025 р.

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Пономарьова Н.П.

Керівник випускної
кваліфікаційної роботи

(підпис)

Саїтгарєєв Л.Н.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка на кваліфікаційну роботу бакалавра: «Розробка проекту цеху лиття виливків із вуглецевих та низьколегованих сталей розвісом до 500 кг продуктивністю 25000 тон на рік»: с., 14 рисунків, 25 таблиць, 10 літературних джерел.

В цій роботі описується проектування проект цеху лиття із вуглецевих та низьколегованих сталей.

1 У загальній частині описується виробнича програма та характеристика цеху.

2 У технологічній частині пояснюється вибір сплаву, методика заливання та виготовлення виливка.

3 У спеціальній частині пояснюються відомості про вихідні формувальні матеріали та їх властивості, приготування формувальних сумішей у промислових умовах та дослідження різних характеристик сумішей.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ВИЛИВКА, ФОРМУВАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИКА ПРИГОТУВАННЯ СУМІШЕЙ, ДОСЛІДЖЕННЯ.

ЗМІСТ

Вступ	5
1 Загальна частина	6
1.1 Обґрунтування технічних рішень	6
1.1.1 Аналіз заводського техпроцесу	6
1.2 Визначення виробничої програми	7
1.3 Визначення типу виробництва	8
1.4 Вибір режиму роботи та визначення фонду часу	9
1.5 Характеристика цеху (дільниці)	11
2 Технологічна частина	12
2.1 Металознавство	12
2.1.1 Умова роботи деталі та вибір сплаву, призначення виливки	12
2.2 Вибір режиму термообробки	14
2.3 Розробка технологічного процесу	16
2.3.1 Креслення виливки	16
2.4 Методика заливки	18
2.5 Маршрутна технологія виготовлення виливки, послідовність виконання технологічних операцій та їх характеристика	22
2.6 Контроль якості лиття	28
3 Спеціальна частина	31
3.1 Короткі теоретичні відомості про вихідні формувальні матеріали	31
3.2 Дослідження властивостей	33
3.2.1 Класифікація вихідних формувальних матеріалів	33
3.2.1.1 Короткі теоретичні відомості про властивості та класифікацію вихідних формувальних матеріалів	33
3.3 Приготування формувальних сумішей і виготовлення стандартних зразків за різних умов ущільнення	34

3.3.1 Короткі теоретичні відомості про приготування формувальних і стрижневих сумішей. Приготування формувальних сумішей у промислових умовах	34
3.3.2 Методика приготування піщано-глинистих формувальних і стрижневих сумішей	36
3.3.2.1 Лабораторний змішувач типу RN20MK1 Лабораторний змішувач типу RN20MK1. Призначення, сфера застосування	38
3.3.2.2 Змішувач лабораторний типу LM-R2e	39
3.3.3 Методика приготування холоднотверднучих формувальних і стрижневих сумішей	41
3.4 Дослідження робочих і технологічних властивостей формувальних і стрижневих сумішей за різних умов ущільнення	41
3.4.1 Короткі теоретичні відомості про робочі та технологічні властивості піщано- глинистих сумішей (ПГС)	41
3.4.2 Порядок і методика визначення гігроскопічності	45
3.4.3 Дослідження податливості ФСС за методом Вальтера - Дітерта та GF	45
3.4.4 Дослідження характеристик міцності (механічних властивостей)	47
3.4.5 Дослідження газотворної здатності формувальних сумішей, ливарних фарб, покриттів	49
3.4.6 Дослідження осипання формувальних сумішей	49
3.4.7 Дослідження плинності формувальних сумішей	50
4 Організаційна частина	51
4.1 Розрахунок литниково - живильної системи	51
4.2 Розрахунок форми	53
4.3 Розрахунок шихти та балансу металу	54
4.4 Виробнича потужність ділянки	57
4.5 Розрахунок необхідної кількості устаткування	57
4.6 Склад та кількість робочих	60

4.7 Організація ремонту обладнання	63
4.8 Організація міжопераційного транспорту	64
4.9 Структура ливарного цеху (дільниці)	65
4.10 Технологічна схема цеху (дільниці)	66
4.11 Визначення площі цеху (дільниці)	70
Висновки	73
Література	74

ВСТУП

Ливарне виробництво України є заготівельною базою металургії та машинобудування. Литтям можуть виготовлятися виливки масою від кількох грамів до 200 і більше тонн.

Машинобудування споживає близько 60% лиття, металургія – 15%, будівництво та інші галузі – 25%.

Виливки становлять 40-80% загальної ваги машин (автомобілі -40%, екскаватори - 70%, металорізальні верстати -80% тощо).

Втрати металу при обробці виливків становить 20-25% їхньої маси, що приблизно в 2 рази менше, ніж при виготовленні деталі з прокату та поковок.

На частку виливків припадає понад 20% собівартості та трудомісткості виготовлення машин. Основна тенденція розвитку машинобудування на сучасному етапі – максимальне наближення заготовок за формою, розмірами, масою до готової деталі та для цього переміщення формоутворення деталі з механічних цехів у заготівельні. Визначальна роль у своїй належить ливарному виробництву.

Ливарне виробництво забезпечує отримання складних за геометрією та конфігурацією литих заготовок з внутрішніми порожнинами, що практично неможливо отримати іншими методами. Тому ливарне виробництво і надалі збереже своє лідируюче становище серед заготівельних виробництв.

Основна мета розвитку машинобудівного комплексу України на сучасному етапі - розробка і виробництво конкурентно здатної продукції, задоволення внутрішнього платоспроможного попиту на машинобудівну продукцію, розширення присутності на зовнішньому ринку на основі перетворення машинобудування в ефективний, динамічно розвивається, високотехнологічний і сприйнятливий до інновацій.

Мета виконання дипломного проекту: спроектувати ливарний цех із виробництва виливків литтям у разові піщані форми та розробка технологічного процесу виготовлення виливка «Барабан».

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Обґрунтування технічних рішень

1.1.1 Аналіз заводського техпроцесу

Дипломний проект розробляється з урахуванням реального технологічного процесу підприємства ТОВ «Камасталь» цех 32.

Технологічний процес складається з наступних операцій: розплавлення металу, виготовлення форм, заливання, термообробка та обрубкування.

У дипломному проекті пропонуємо такі зміни: заміна обладнання, зміна технологічного процесу у зв'язку з тим, що реальний технологічний процес характеризується великою трудомісткістю.

Зміни подаємо у вигляді таблиці (таблиця 1).

Таблиця 1.1 – Зміна технологічного процесу

Найменування операції	Заводський техпроцес	Нововведення
Виготовлення напівформ	Напівформи виготовляються за допомогою змішувача СНДВ 1-6	
Виготовлення стрижнів	Стрижні виготовляються за допомогою змішувача СНДВ	Стрижневий автомат Leamp.
Підготовка форми до заливання	Форму фарбують і сушать газовим пальником, після чого збирають у ручну.	
Приготування сплаву 35Л	Плавка виготовляється у печах ДСП – 12.	Вибираємо піч ІСТ, яка підходить під тип виробництва.
Заливання	Заливання форми виготовляють з стопорних лившів.	
Обрубкування литникової системи та прибутку	Літникова система та прибуток відрізається газовим пальником.	
Зачищення виливків	Зачищення здійснюється в дробометному барабані, шліфувальними колами та відбійними молотками.	

1.2 Визначення виробничої програми

Виробнича програма – кількість продукції, яку має випустити підприємство за певний період. Виділяють три види програм:

Точна – притаманна до масового виробництва, де номенклатура дуже мала і всі розрахунки можна здійснити повністю в кожному виробу;

Наведена – кожному за виробництва встановлюють певну програму випуску, під яким розуміють сукупність виробів встановленої номенклатури, що випускається у заданому обсязі на рік;

Умовна – типова для одиничного виробництва, коли заздалегідь невідомо, скільки і чого потрібно випустити, тому підприємство має певний запас матеріалів, відповідні його спеціалізації.

У ливарному цеху серійного виробництва досить широка номенклатура виробів, що випускаються, тому великий обсяг проектних, технологічних і економічних розробок. Для скорочення обсягу робіт застосовують точну програму, що дорівнює трудомісткості фактичної номенклатурної програми.

Дипломний проект розроблено на основі точної програми. Розрахунок подано у вигляді таблиці. Економічні розрахунки здійснюються за наведеною програмою.

Технологічний процес розроблений для серійного типу виробництва на виливок – представник «Барабан». З урахуванням усіх виливків, що виконуються у ливарному виробництві, програма становитиме 25000052кг. Приймаємо $V_{\text{прів}} = 25000,052$

Розраховуємо кількість виливків на річну програму:

$$N = Q / (m_{\text{компл}} * K_{\text{зап}}), \quad (1)$$

Де N – розрахункова виробнича програма, прим;

Q – потужність ливарного цеху, т;

$m_{\text{компл}}$ – маса комплекту, кг;

$K_{\text{зап}}$ – коефіцієнт, що враховує відсоток запасних частин від основної програми (10%)

$$m_{\text{компл}} = m_n * n_n , \quad (2)$$

m – маса виливка, кг;

n – кількість – у виливків на виріб, прим.

$$m_{\text{компл}} = 396 * 1 + 360 * 1 + 523 * 1 + 511 * 1 + 405 * 1 + 340 * 1 + 403 * 1 + 450 * 1 = 3388$$

$$N = 25000000 / (3388 * 1.1) = 67744 \text{ шт.}$$

1.3 Визначення типу виробництва

Типом виробництва називають сукупність факторів, що характеризують ступінь спеціалізації виробництва, його масштабності, стійкості номенклатури продукції, що випускається. Виділяють 3 типи виробництва:

Одиничне - стійка номенклатура виробів, що випускаються у невеликій кількості; необхідні робітники високої кваліфікації; низький рівень механізації праці.

Серійне - більш стійка номенклатура виробів, що випускаються; широке застосування універсально-збірних пристроїв та спеціального інструменту; підвищення рівня механізації. Виділяють дрібносерійне, серійне та великосерійне виробництво.

Масове - постійна номенклатура виробів, що випускаються, протягом тривалого періоду часу; застосування комплексно-механізованого та автоматизованого обладнання.

Основною характеристикою, що визначає тип виробництва, є коефіцієнт закріплення операцій.

$$K_{\text{закр}}^{\text{опер}} = \frac{\sum_{\text{выполнен.опер. (паспорт)}}}{\sum_{\text{видов оборудования}}} \quad (3)$$

$$K_{\text{закр}}^{\text{опер}} = \frac{21}{5} = 4,2 - \text{що відповідає серійному типу виробництва.}$$

1.4 Вибір режиму роботи та визначення фонду часу

В даний час в ливарних цехах застосовуються два режими роботи: послідовний (ступінчастий) і паралельний.

Послідовний - це такий режим роботи цеху, при якому основні технологічні операції виконуються послідовно в різні періоди доби на одній площі.

При паралельному режимі роботи всі технологічні операції виконуються одночасно різних виробничих ділянках.

Послідовно-паралельний режим роботи характеризується як найоптимальніший варіант проектування цеху. При такому режимі роботи технологічні операції виконуються одночасно на різних ділянках, і послідовно в різні періоди доби. Наприклад, на ділянці формування в 1 зміну готують форми, в 2 – заливають ці форми; у той самий час інших ділянках виконуються інші операції.

При проектуванні вибір оптимального режиму роботи ливарного цеху залежить від виробничої потужності, серійності виробництва та технологічної складності лиття, роду металу, типу плавильного агрегату та інших факторів. На підставі цих факторів у цеху прийнятий послідовно-паралельний режим роботи в 2 або 3 (за необхідності) зміни.

При виборі режиму роботи цеху, що проектується, враховані вимоги охорони праці, які не допускають у загальному, неізолюваному приміщенні одночасно проводити формування, складання та операції з заливання, вибивання, обрубання та приготування суміші. Шкідливі операції з великим виділенням тепла, газів, пилу та шуму ізолювані від приміщень із менш шкідливими операціями.

Для цеху, що проектується, найбільше підходить паралельний режим роботи в дві зміни, третя – для профілактики та ремонту обладнання.

Відповідно до прийнятого режиму роботи для кожного відділення цеху встановлюють певні фонди часу роботи обладнання та робітників.

Розрізняють:

Календарний фонд часу дорівнює кількості календарних днів на рік помножений на 24 години;

Номінальний фонд часу ($\Phi_{\text{ном}}$) - дорівнює календарному, за вирахуванням вихідних та святкових днів.

Справжній фонд часу ($\Phi_{\text{действ}}$) - дорівнює номінальному, з відрахуванням неминучих втрат (відпустки, простої).

Планові втрати пов'язані з відпустками, неповними робочими днями. Залежно від тривалості робочого тижня та черговості відпусток також від кількості святкових днів, що не збігаються з вихідними, у різні роки може бути неоднаковим фонд часу та для його визначення необхідно користуватися офіційними даними.

Номінальний фонд часу за виробничим календарем на 2025 рік:

$$\Phi_{\text{ном}} = (D_{\text{кален}} - D_{\text{празд}} - D_{\text{в}}) \cdot t_{\text{см}} \cdot K_{\text{см}} - T_{\text{сокp.}}, \text{ де:}$$

$D_{\text{календ}}$ - дні календарні;

$D_{\text{розд}}$ - дні святкові;

$D_{\text{вох}}$ - дні вихідні;

$T_{\text{см}}$ - тривалість зміни;

$K_{\text{см}}$ - кількість змін на добу;

$T_{\text{сокp.}}$ - скорочення робочої зміни на 1 годину у святкові дні

$$\Phi_{\text{ном}} = (366 - 117) \cdot 8 \cdot 2 - 6 \cdot 1 \cdot 2 = 3972 \text{ год.}$$

На підставі календарного фонду часу розрахуємо дійсний фонд роботи обладнання та працюючого персоналу. Справжній фонд роботи устаткування враховує можливі втрати часу на монтаж, ремонт устаткування, профілактичні роботи.

$$\Phi_{\text{действ.}}^{\text{обор.}} = \Phi_{\text{ном}} (1 - K_{\text{втрат}}^{\text{обор.}})$$

$K_{\text{втрат}}^{\text{обор.}}$ - Коефіцієнт, що враховує втрати часу на ремонт та профілактику обладнання, За даними підприємства = 0,1 - 0,12; приймаємо 0,11; $K_{\text{втрат}}^{\text{обор.}}$

$$\Phi_{\text{дейст.}}^{\text{обор.}} = 3972 \cdot (1 - 0,11) = 3535 \text{ год.}$$

Дійсний фонд часу одного працюючого враховує можливі втрати часу, пов'язані з тимчасовою непрацездатністю, усіма видами відпусток. На даний момент 0,15 ... 0,17; приймаємо 0,16. $K_{\text{втрат}}^{\text{раб.}}$ =

$$\Phi_{\text{дейст.}}^{\text{раб.}} = \Phi_{\text{ном.}} / 2 (1 -) \cdot K_{\text{втрат}}^{\text{раб.}}$$

$$\Phi_{\text{дейст.}}^{\text{раб.}} = 3972 / 2 (1 - 0,16) = 1683 \text{ годин.}$$

1.5 Характеристика цеху (дільниці)

При проектуванні ливарних цехів необхідно привести їх до певних класів, класифікувати за основними ознаками, що скорочує кількість проектів та зводить їх до кількох типів планувань.

Ливарні цехи, ділянки можна класифікувати за такими параметрами:

- рід металу: чавуноливарні; сталеливарні; кольороволиварні.
- спосіб лиття в цеху: лиття в разові піщані форми; спеціальні види лиття; фасонне лиття.
- вага лиття: дрібне; середня; важке; особливо тяжке.
- характер виробництва: одиничне; дрібносерійний; серійне; великосерійне; масове.
- режим роботи: 1 - змінний; 2-х змінний; 3-х змінний.

Проектований цех за родом сплаву – сталевому лиття, характером виробництва – серійного типу, за розважуванням – середнього лиття, за технологічним процесом – цех разової піщаної форми, за спеціалізацією – машинобудівний. Цех механізований.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Металоведення

2.1.1 Умова роботи деталі та вибір сплаву, призначення виливки

Виливка «Барабан» є деталлю автокрана, при цьому вона працює в умовах підвищеного навантаження та тертя. У зв'язку з цим виливок повинен мати ряд властивостей: високу міцність, твердість, зносостійкість. Даним вимогам відповідають конструкційні сталі.

Для вибору найбільш підходящої марки необхідно провести порівняльний аналіз трьох сталей між собою. На підприємстві «Камасталь» виливки виготовляються із сталей 35ГЛ; 40ХЛ; 35Л. Представимо хімічний склад сплавів, механічні властивості, фізичні властивості, характеристику та область застосування після термообробки в таблицях (табл. 4, 5, 6, 7).

Таблиця 2.1 - Хімічний склад металу, %

Марка сплаву	Основні елементи, %			Шкідливі елементи, %	
	C	Mn	Si	P	S
35ГЛ	0,30-0,40	1,20-1,60	0,20-0,40	0,04	0,04
40ХЛ	0,35-0,45	0,40-0,90	0,20-0,40	0,04	0,04
35Л	0,32-0,4	0,45-0,9	0,2-0,52	0,03-0,06	0,03-0,06

Хімічний склад представлених сплавів не дуже відрізняється. 35Л містить найбільше Si у порівнянні з іншими сплавами, який слабо впливає на структуру та механічні властивості, але як розкислювач сприяє покращенню ливарних властивостей. Mn є хорошим десульфатором та розкислювачем сталі, сприяє підвищенню її механічних властивостей та тріщиностійкості. P і S є шкідливими домішками і вміст кожного з них у будь-якій марці сталі вищими за 0,3% небажано (окрім деяких спеціальних сталей).

Таблиця 2.2 - Механічні властивості металу

Марка сплаву	Межа міцності, σ_B МПа	Межа плинності, $\sigma_{0,2}$ МПа	Відносне подовження, %	Твердість, НВ
35ГЛ	540	294	12	202-207
40ХЛ	638	491	12	196-207
35Л	500	280	15	137-166

Сплав 35Л має середні механічні властивості, 35ГЛ має більш високі властивості. Межа міцності при стисканні в нього набагато вища, так само як і твердість. Сплав 40ХЛ перевершує всі представлені метали, але він дуже дорогий.

Таблиця 2.3 - Фізичні властивості сталевих сплавів

Марка сплаву	Щільність, кг/м^3	Коеф. лінійного розш. $\alpha \cdot 10^6, 1/^\circ\text{C}$ при $t^\circ 20 \dots 100$	Теплопровідність $\lambda, \text{Вт/(м} \cdot ^\circ\text{C)}$, при $t^\circ, ^\circ\text{C}$ 100	Питома теплоємність, $\text{Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$, при $t^\circ, ^\circ\text{C}$ 20...100
35ГЛ	7800	11,8	37	496
40ХЛ	7830	12,2	46	491
35Л	7817	11,09	75,2	468,92

Сплав 35ГЛ має середні фізичні властивості, він має найнижче відносне звуження, 35Л має більш високі властивості, відносне звуження у нього набагато вище, як і відносне подовження. 40ХЛ перевершує всі сплави, але за своєю вартістю дуже дорогий.

Таблиця 2.4 – Характеристика та сфера застосування[, стор 66]

Марка сталі	Характеристика	Область застосування
35ГЛ	Високі міцність, зносостійкість і прожарювання при незначному зменшенні пластичності, висока рідина, хороша зварюваність.	Для виливків, що піддаються інтенсивному зношуванню і ударним навантаженням (зубчасті колеса, зірочки, диски).

Продовження таблиці 2.4

40ХЛ	Високі міцність, прожарювання та зносостійкість, низька пластичність	Для деталей залізничного транспорту.
35Л	Корозійна стійкість низька, рідина задовільна, не схильна до утворення холодних і гарячих тріщин, добре зварюється.	Для шестерень, шайб, коліс та інших деталей, що працюють при вібраційному та ударному навантаженні.

Для виливки «Барабан» вибираємо метал 35Л, т.к. він має оптимальний набір властивостей. Цей сплав є найбільш підходящим, виходячи з умов роботи деталі, а також найдешевший.

2.2 Вибір режиму термообробки

Термічна обробка проводиться з метою підвищення міцності та твердості, збільшення терміну служби деталі, зняття внутрішніх напруг.

Розрізняють такі види термічної обробки сталі:

- загартування;
- відпустка;
- відпал;
- нормалізація;
- обробка холодом;
- хіміко-термічна обробка;
- цементация;
- Азотування;
- хромування.

Дана виливок вимагає високої міцності, твердості та хорошої оброблюваності різанням. Такі властивості можна отримати при нормалізації (880 - 900 ° С) з високою відпусткою (620 - 650 ° С). Подаємо у вигляді графіка (рис. 1).

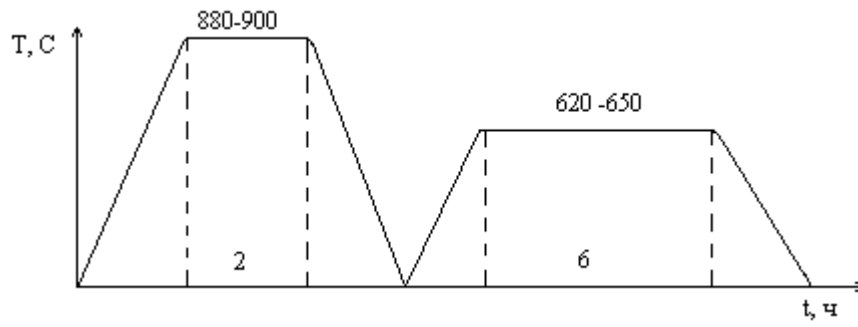


Рис.2.1

Графік термообробки.

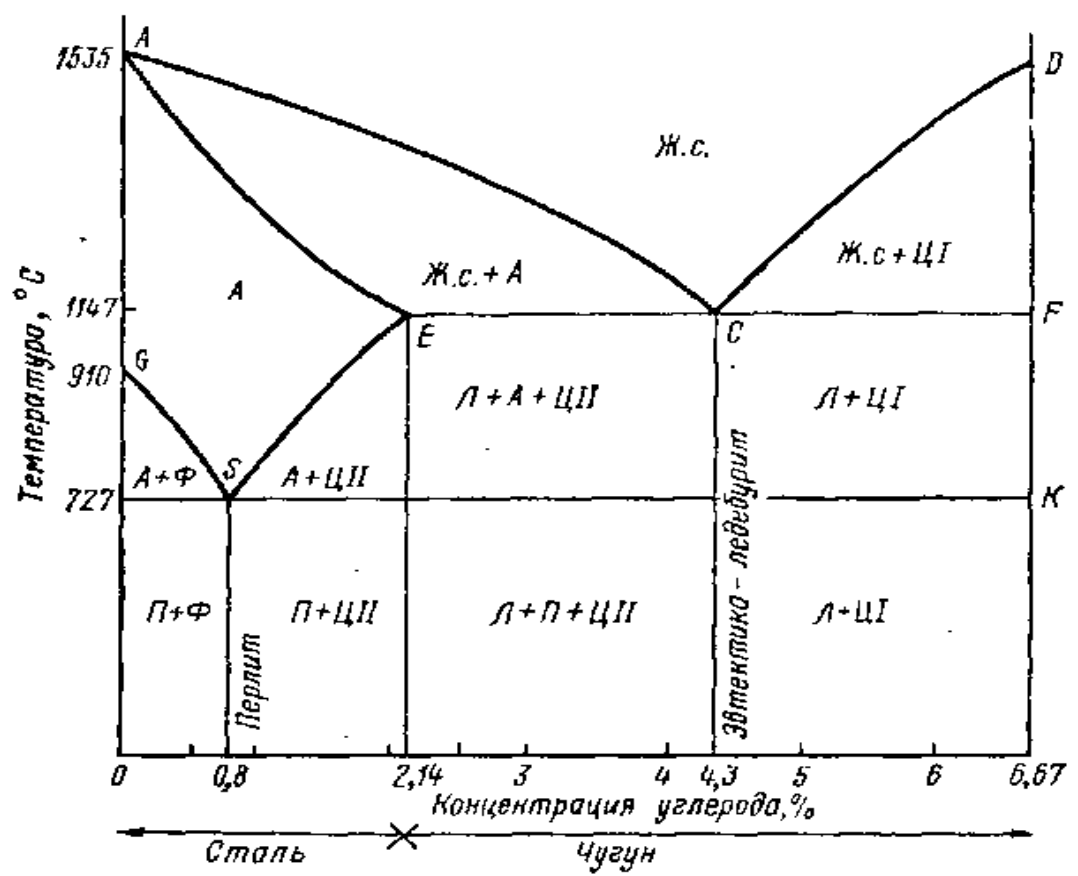


Рис. 2.2

Діаграма стану залізовуглецевих сплавів

2.3 Розробка технологічного процесу

2.3.1 Креслення виливки

При конструюванні литих деталей необхідно враховувати технологію виготовлення виливка. Конструкція деталей має бути технологічною, тобто зручною для виконання литої заготовки.

Конструкція деталі "Барабан" є середньою складністю, має форму циліндра. Внутрішня поверхня формується стрижнями, причому вона досить рівностінна. Деталь має габаритні розміри 652.×395×652 мм. Матеріал для виготовлення виливка 35л. До виливку висувають високі вимоги щодо якості зовнішньої поверхні. Найбільш відповідальною частиною є внутрішня порожнина, що формується стрижнями, приймаємо цю поверхню за базову.

Під час розробки креслення виливки необхідно вирішити такі вопросы:

- Вибір площини роз'єму;
- Вибір бази;
- Призначення припусків на механічну обробку;
- конструювання стрижневих знаків;
- призначення ухилів та жолобників;
- Визначення типу літникової системи.

При виборі положення виливки у формі необхідно враховувати:

- умови роботи виливків, найвідповідальніші частини виливка розташувати внизу форми, менш відповідальні вгорі, т.к. неметалеві включення спливають нагору;

- Оброблювані поверхні виливки розташувати внизу, вертикально, похило;

- базу та оброблювані поверхні виливки розташовувати в одній напівформі (по можливості);

- термовузли виливки (масивні) розташовувати під прибутком, небажано великі горизонтальні площини з тонкими стінками розташовувати у верхній опоці, т.к. на виливку утворюється ужимін.

Виходячи з перерахованого вище найбільш раціонально, розташувати виливок вертикально, підведення металу буде здійснюватися по зовнішньому діаметру виливки. Площина роз'єму горизонтальна, зовнішні та внутрішні поверхні виливки формуються стрижнями.

Призначення припусків на механічну обробку та усадку проводиться на всі оброблювані поверхні виливки. Розмір припусків береться в залежності від виду сплаву, габаритів деталі, класу точності, типу виробництва, положення виливки.

На нижні та бічні поверхні припуски однакові та найменші, на верхні поверхні припуски збільшують.

Припуск призначається відповідно до ГОСТ 26645-85, відповідно до цього припуск на верхню поверхню становитиме 7,0 мм, на бічну 9,0 мм.

Якість поверхні відповідає 9т класу точності, допуск лінійних розмірів виливки на бік 3,6 мм. Відхилення від маси виливки 12%. Усадка 1,5%.

Стрижневі знаки необхідні стійкого становища стрижня у вигляді.

Стрижні прості за геометрією, встановлюються при складанні кількості трьох штук.

У формі стрижні встановлюються вертикально на стрижневі знаки циліндричної форми, які відповідають діаметрам отворів виливки.

Формувальні ухили передбачають на моделі, щоб добре вийняти її з форми. Формувальні ухили виконуються за рахунок зміни розмірів виливки, а саме у бік збільшення розмірів. Ухил проставляється в градусах або мм.

Ухили призначаються відповідно до ГОСТ 3212-80. Ухил складає $0^{\circ},33'$.

У гострих кутах виливки та в місцях переходів від товстих стінок до тонких передбачаються жолобники, щоб знизити внутрішні напружки у виливках. Радіус жолобників залежить від товщини стінок, що сполучаються.

Галтелі розраховуються за формулою:

$$R = \frac{1}{3} \times \frac{a+b}{2}; \quad (2)$$

де: a, b - товщини сполучних стінок

$$R = \frac{1}{3} \times \frac{125+37}{2} = \text{мм.}$$

Невказані ливарні радіуси = мм, інші після розрахунків показуються на кресленні.

Вибір літникової системи залежить від конфігурації виливки, виду сплаву, габаритів та розташування виливки у формі. У будь-якому випадку вибирають місце підведення та спосіб підведення металу.

Для отримання виливки застосовують нижньобічну литникову систему з підведенням металу через колектор по двох живильників. На масивних стінах буде встановлено закриті прибутки. Подаємо ескіз виливки у вигляді малюнка (рис. 2.3)

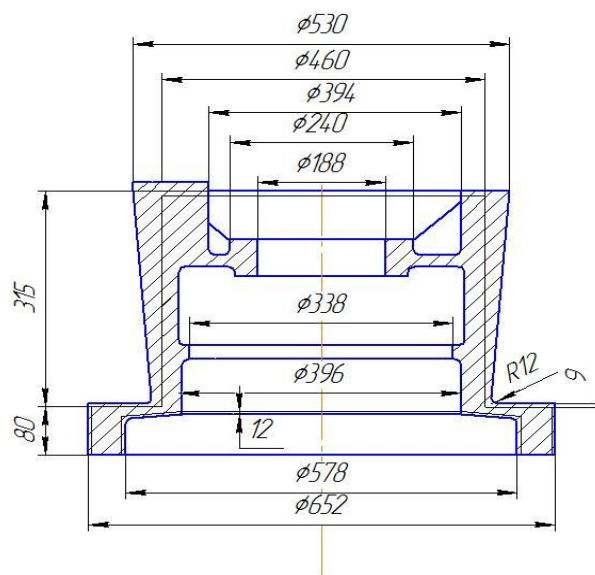


Рис. 2.3 Ескіз виливки "Барабан".

2.4 Методика заливання

Під час розробки методу заливання вирішують такі питання:

- Вибір способу формування;
- Вибір роз'єму форми (моделі);
- визначення меж, кількості та місць встановлення стрижнів у формі;
- вибір літникової системи та її розрахунок;
- Визначення габаритних розмірів опок, метод центрування, вибір вентиляції форми;
- Вибір способу складання форм

- Вибір положення форми при заливанні.

Спосіб формування визначається конфігурацією та габаритами виливки, типом виробництва та положенням виливки у формі. При серійному та масовому виробництві бажано проектувати лише машинне формування. Не високі, прості виливки формуються на пресових машинах. Складні, рельєфні виливки отримують на машинах, що струшують. Щоб вибрати спосіб формування, потрібно узгоджувати розміри виливки із розмірами столу машини.

Виробляємо формування на струшують машинах з підпресуванням. Форма складається з двох напівформ.

При виборі поверхні роз'єму форми слід враховувати:

- положення виливки у формі; бажано всю вилітку поміщати в нижній опці, а у верхній литникову систему (якщо дозволяє конструкція виливки). З обраного положення виливки у вигляді визначається розмір форми;

- число роз'ємів має бути мінімальним, а поверхня роз'єму простою та плоскою;

- поверхня роз'єму форми повинна забезпечити вільне вилучення моделі з форми, контроль положення стрижнів у формі відносно один одного та форми, контроль товщини стінки виливки;

- роз'єм форми повинен бути таким, щоб усі або основні стрижні встановлювалися у нижній напівформі;

- роз'єм форми повинен забезпечити зручний вихід повітря та газу зі стрижня, бовдурів, заглиблень та забезпечити найменшу кількість дефектів по перекосам;

Площина роз'єму форми проста, плоска. При складанні форми встановлюються стрижні.

Вибір меж, кількості та місць встановлення стрижнів проводиться залежно від конфігурації внутрішньої порожнини виливка та її габаритів. Залежно від складності конфігурації може бути застосована N-а кількість стрижнів.

Внутрішня порожнина виливка формується трьома стрижнями. Стрижні фіксуються у формі на стрижневих знаках циліндричної форми.

Деякі рекомендації щодо виготовлення стрижнів:

- уникати довгих, тонких, нежорстких стрижнів;
- уникати підвісних стрижнів, і якщо без них не можна, потрібно розвинути верхній знак;
- стрижні повинні мати таку конфігурацію, коли їх знаки повинні розташовуватися у знаках форми, а чи не висіти повітря;
- щоб стрижні стійкіше кріпилися у формі, на знаках роблять фіксатори чи пояски;
- Розмір знака береться за таблицями в залежності від габаритів стрижнів (горизонтальний, вертикальний, верхній і нижній); між знаком стрижня і знаком форми проектується зазор, розмір якого від 0,2 до 5,5 мм і призначають від габаритів стрижня. Зазор у формі присипають сухим піском або використовують глиняну прокладку. Вибір літникової системи залежить від конфігурації виливки, виду сплаву, габаритів та розташування виливка у формі. У будь-якому випадку вибирають місце підведення (тонке, масивне) та спосіб підведення (верхня система, нижня) металу. Складають конструкційну схему літникової системи та роблять розрахунок. Визначають лінійні розміри стояка колектора, живильників та прибутків. У всіх випадках литникова система має забезпечити хороше харчування виливки у процесі кристалізації.

Літникова система нижньобічна звужується, з підведенням металу через колектор.

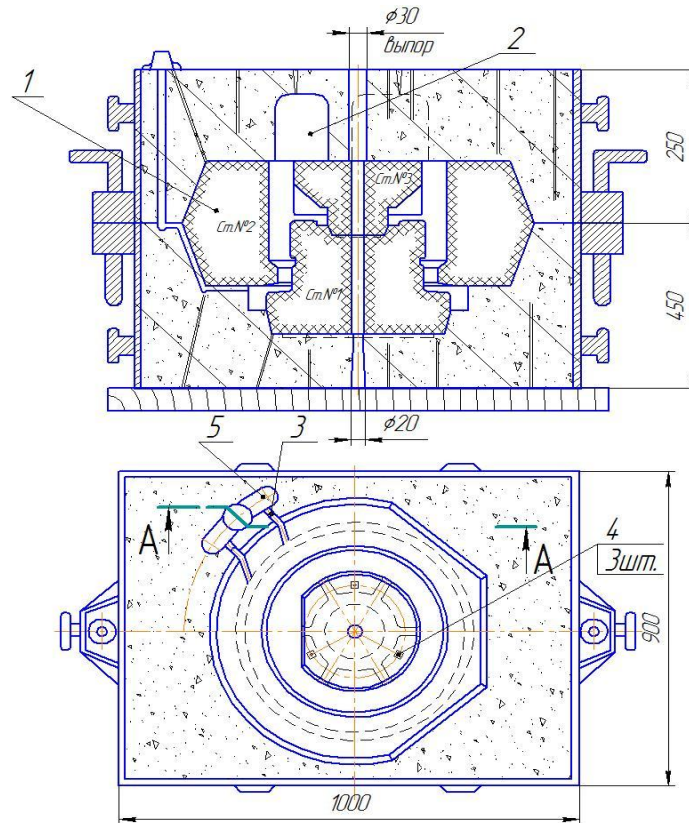
Вибір опок проводиться на підставі виду формування (безпочне, пісcomedне, ґрунтове, машинне), габаритних розмірів виливки, литникової системи, відстані між ними, відстані моделі від краю опок і т.д. У зв'язку з машинним формуванням габаритні розміри опок визначаються відповідно до ГОСТ 2133-75.

Вентиляція форми здійснюється через канали литникової системи, через газовідвідні канали у стрижнях, у формі через газовідвідні трубки.

Виведення газів із порожнини проводиться через випори та вентиляційні наколи на поверхні форми.

Вибір способу положення форми заливки залежить від габаритів виливки, товщини стінок, виду сплаву і т.д. Форми заливають вертикально горизонтально, похило.

Форма при заливанні розташована горизонтально без нахилу.



Малюнок 2.3 Ескіз літникової системи:

а) вид збоку;

б) вид зверху;

1 – стрижень;

2 – верхня напівформа;

3 – нижня напівформа;

4 - жеребки;

5 – штирі.

2.5 Маршрутна технологія виготовлення виливка, послідовність виконання технологічних операцій та їх характеристика

На виливку розробляється маршрутна технологія, де вказують операції, які необхідно виконати під час виготовлення виливки.

005 Підготовка стрижневої та формувальної суміші.

010 Виготовлення стрижнів.

015 Оздоблення стрижнів.

020 Контроль стрижнів.

025 Виготовлення напівформ.

030 Контроль напівформ.

035 Складання форми.

040 Підготовка шихтових матеріалів.

045 Підготовка плавильного та заливального обладнання.

050 Приготування розплаву.

055 Хімічний аналіз металу.

060 Заливання форм.

065 Охолодження форм.

070 Вибивання форм.

075 Дробеметне очищення поверхні.

080 Візуальний огляд

085 Обрізання прибутків та литникової системи.

090 Обрубкування.

095 Зачищення.

100 Вимірювальний контроль.

105 Рентгенконтроль

110 Магнітний контроль

115 Термічна обробка

120 Обробка під заварку.

125 Заварювання.

130 Контроль місця заварювання.

135 Транспортування на СГП.

005 Підготовка стрижневої та формувальної суміші. Всі суміші подрібнюють, просушують та просіюють. Для подрібнення використовують

дробарки (СМД-85) для просіювання сита та сушать у нагрівальних печах камерного типу. Стрижнева суміш складається з піску та сполучного. 90-92% піску, 4-4,5% рідкого скла, 1,5% їдкого натру, 1-2% глини.

010 Виготовлення стрижнів. Стрижні виготовляють у металевих стрижневих ящиках. На робочий стіл машини встановити стрижневий ящик, увімкнути машину L-5 [8 стор.68]. Наповнити стрижневий ящик сумішшю та витримати 5-10 хвилин. Продуть газоподібним каталізатором CO₂. Вимкнути машину та витягти стрижень.

015 Підготовка стрижнів до збирання. Після виготовлення зовнішню частину стрижня покривають тонким шаром спеціальним протипригарним матеріалом. Покривають сріблястим графітом.

020 Контроль стрижнів. Оглянути візуально стрижень на наявність дефектів. Не допускаються сколи, тріщини. Перевірити за допомогою шаблонів геометрії стрижня.

025 Виготовлення напівформ. Очистити модель та підмодельну плиту від пилу та бруду, перевірити справність моделей, кріплення моделей на плитах, наявність відокремлених частин та змастити модель роздільним графіто - гасовим мастилом. Встановити підмодельну плиту на вібраційний стіл встановити опоку на підмодельну плиту та скріпити їх, встановити стояк (шамотову трубку), моделі випорів, холодильників згідно з техпроцесом. Засипати суміш у спеціальну форму і передати його в лабораторію для перевірки фізико-механічних властивостей суміші, засипати опоку формувальною сумішшю на 2/3 висоти, ущільнити суміш на вібростолі. Продовжувати заповнювати опоку сумішшю до верху, зняти надлишки суміші з поверхні форми, провентилувати форму. Прибрати напівформу з-під змішувача, зробити кантівку напівформи на 180°, зробити протяжку моделі. Оглянути напівформу, заправити полочки та нанести бригадне тавро. Видалити сміття із напівформи, зробити фарбування напівформи, підсушити фарбу, передати напівформи на місце збирання. Зібрати форму.

030 Контроль напівформ.Перевірити візуальним оглядом відсутність поломок низу та верху, вони не повинні мати тріщин, підривів, рихлїть. Щільність набивання 75-95 одиниць.

035 Складання форми.Форму поправляють, обдують стисненим повітрям таким чином, щоб пісок не потрапив в очі або обличчя людей, що проходять або стоять поруч. Форма фарбується протипригарною фарбою АПБ1Ц з пульверизатора або пензликом. Після фарбування форма висушується відкритим полум'ям. Також у форму ставляться стрижні, жеревки по порядку і відповідно до технології.

040 Підготовка шихтових матеріалів.На складі шихтові матеріали сортують, очищають, перевіряють хімічний склад. Як шихтові матеріали для виливків зі сталі використовують чавун, брукт, брикетовану стружку, феросплави.

045 Підготовка плавильного та заливального обладнання.Пекти ІСТ-6, перед плавкою необхідно оглянути дно тигля, обмазку між витками індуктора і всі місця між дерев'яними перекладами та азбестом; пошкодження обмазки між витками замазати пастою (її склад три частини глиноземистого цементу; одна частина сухого піску, одна частина меленої глини). Пасту, що складають, необхідно ретельно перемішати і додати воду до консистенції густої сметани. Обкласти внутрішню частину індуктора азбестовим листом завтовшки 3-5 мм. Потім викласти дно тигля листом загальною товщиною 6-10 мм і на дно засипати просіяний через сито з розміром осередків 2 мм кварцовий дрібнозернистий порошок.

Набивання тигля зробити трамбування шарами 50-70 мм. Перед набиванням наступного шару суміші попередній розпушити на глибину 5 мм, щоб отримати щільний зв'язок окремих шарів.

На ущільнений під встановити шаблон з листового заліза, а потім у зазорі між шаблоном та ізолюваною котушкою індуктора зробити набивання футерування шарами 30-40 мм. Сушіння та випал тигля. Сушіння і випалення тигля роблять

нагріванням шаблону і завантаженої в нього шихти, на мінімально досяжній потужності. Для підтримання температури піч можна періодично вимикати.

Процес сушіння та випалу виробляють за наступним режимом

підйом температури до 150 ° С - довільно;

витримка при температурі 150 ° С - 1 год;

підйом температури до 650-800 ° С -1 год;

витримка за нормальної температури 650—800 °С — 3 год;

підйом температури до 950-1000 ° С-1год;

витримка за нормальної температури 950—1000°С - 2 год.

Температуру в печі заміряти двома термopарами, встановленими на рівні, що дорівнює половині висоти тигля, на відстані від стінки тигля 30-40 мм. Під час виміру температури печі, піч вимикати.

Далі видаляють термopари, піч перемикають на повну потужність до повного наплавлення металу (до рівня коміра), для чого в міру розплавлення металу виробляють довантаження. Після наплавлення повного тигля при кислому футеруванні метал перегрівають до температури, що на 30-50°С перевищує температуру служби, а при магнезитової футеровці до 1600 °С і витримують при цій температурі протягом 50-60 хв. Удари великої шихти по стінках та днищу тигля у процесі завантаження не допускаються.

050 Приготування розплаву. Шихтові матеріали завантажуються відповідно до розрахунку. Шихта складається з: передільного чавуну марки П1, П2, сталевго брuxту та відходів №1, 2 (1А, 1Б), сталевий стружки №1, №2 (13А, 14А, Б). Після повного розплавлення шихти зняти шлак із дзеркала металу.

055 Хімічний аналіз металу.Перед заливанням металу у форму відливаються пробники, що вирушають на хімічний аналіз. Результати аналізу записують у журналі.

060 Заливання форм. Заливник встановлює стопорний отвір над літниковою лійкою. Коли ківш встановлений заливник піднімає стопор і переконавшись, що метал не розливається по опоку, відкриває стопор повністю, тим самим забезпечуючи безперервний потік металу, що запобігає попаданню

повітря в порожнину форми. Форму залити швидкою, безперервним струменем, стояк тримати постійно заповненим. $t_{\text{зал}} = 14200\text{C}$.

Після того, як у випорах з'явився метал, заливник перекриває стопор.

065 Охолодження форм. Охолодження форм проводиться шляхом витримки часу відповідно до технологічного процесу.

070 Вибивання форм. Вибивання здійснюється на вібраційних ґратах після закінчення витримки виливки у формі, щоб закристалізувалася і сформувалася конфігурація виливка. Рекомендується вибивати за температури 400°З .

075 Дробометне очищення поверхні. Очищення проводиться в дробометному барабані, при використанні дробу ДКЧ 0,5 ДЧЛ 2,2 - 2,5 мм.

080 Візуальний огляд. Здійснюється на око без інструментів. Проводиться виявлення поверхневих дефектів.

085 Обрізання пробилів та литникової системи. Здійснюється за допомогою газових пальників. Залишок літникової системи не повинен бути більшим 5 мм.

090 Обрубкування. Обрубкування виробляють за допомогою пневматичних рубальних молотків РМ-1 з відкритою рукояткою.

095 Зачистка. Зачищають механічним способом за допомогою бормащини із насадками ручних форм.

100 Вимірювальний контроль. Вимірювання виконуються з використанням приладів та інструментів:

вимірювальні лупи;

штангенциркулі;

лінійки вимірювальні металеві;

кутоміри;

косинці;

щупи;

шаблонів.

105 Рентгенконтроль. Рентгеноконтроль полягає у безпосередньому просвічуванні виливки та фіксації зображення на рентгенівській плівці. Деталі на рентгеноконтроль надходять із супровідними документами. Перед

просвічуванням на контрольованій деталі встановлюють маркувальні знаки, виготовлені з щільнішого матеріалу, а також встановлюють еталони чутливості. Деталь встановлюють на апарат просвічування, потім закладають плівку під об'єкт, що знімається. Під час просвічування джерела випромінювання, деталь, що просвічується, і касета повинні знаходитися в умовах, що виключають їх взаємне переміщення (струс, вібрація і т.д.). Після просвічування виявити плівку на неготоскопі у фотолабораторії.

110 Магнітний контроль. Магнітопорошкова дефектоскопія заснована на виявленні локальних магнітних полів розсіювання, що виникають над дефектом, за допомогою феромагнітних частинок, що відіграють роль індикатора.

Магнітне поле розсіювання виникає над дефектом внаслідок того, що в намагніченій деталі магнітні силові лінії, зустрічаючи на своєму шляху дефект, огинають його як перешкоду з малою магнітною проникністю, в результаті чого магнітне поле спотворюється, окремі магнітні силові лінії витісняються дефектом на поверхню, виходять з деталі і

При цьому по обидва боки від тріщин, тобто з обох боків дефекту, виникають місцеві магнітні полюси N і S, що створюють локальне магнітне поле розсіювання.

115 Термічна обробка. Виготовляється у печах ТДО. Термічна обробка проводиться з метою підвищення міцності та твердості, збільшення терміну служби деталі, зняття внутрішніх напруг.

120 Обробка під заварку. Заварка проводиться за потребою за наявності внутрішніх дефектів, які після їх виправлення не змінять фізичні та механічні властивості деталі. Поверхню обробляють, знежирюють та зачищають.

125 Заварювання. Заварку виготовляють на електрозварювальному апараті електродами, за хімічним складом відповідні хімічному складу сплаву виливки.

130 Контроль місця заварювання. Місце заварювання зачищають та шліфують обдирним верстатом, напилками. Після чого перевіряється за допомогою

електроламп. У цей контроль також входить і остаточний контроль, де перевіряють конфігурацію та форму виливків.

135 Транспортування складу готової продукції. Готову продукцію транспортують складу чи відправляють прямо замовнику.

2.6 Контроль якості лиття

Контроль виливків необхідний виявлення дефектів, які можуть утворитися. Виливка «Барабан» піддається візуальному контролю, рентгенконтролю, магнітному та остаточному контролю.

Візуальний контроль дозволяє виявити дефекти, при зовнішньому огляді допускається застосування збільшувального скла.

Рентгеноконтроль полягає у безпосередньому просвічуванні та фіксації зображення на рентгенплівки.

Порядок проведення контролю:

Підготовка виливків до просвічування (очищення виливків від забруднень);

Вибір схеми просвічування (визначення місця розташування джерела випромінювання та рентгенплівки, при цьому враховують найбільш ймовірні зони появи дефектів та конструктивні особливості виливки);

Для цієї виливки вибираємо кутове просвічування. Визначення режимів просвічування (використовується апарат Isovolt-320). Підсилюючим засобом є свинцевоолів'яниста фольга товщиною 0,05-1мм; Просвічування-зйомка (здійснюється лише після проведення підготовчої роботи). Рентгенівську трубку встановлюють відповідно до обраної схеми просвічування. Просвічування здійснюється у спеціальних камерах чи приміщеннях, при цьому присутність у них обслуговуючого персоналу не допустима; Фотообробка експонованої плівки (прояв, проміжне промивання, фіксування, остаточне промивання, сушіння плівки); Розшифровка знімків і розбраковування виливків проводиться досвідченими контролерами, при цьому рентгенівські знімки проглядаються в світлі на неготоскопах, що забезпечують регулювання яскравості поля. Розбраковування виливків здійснюється відповідно до встановлених еталонів або НТД.

Магнітний контроль Магнітопорошкова дефектоскопія заснована на виявленні локальних магнітних полів розсіювання, що виникають над дефектом, за допомогою феромагнітних частинок, що відіграють роль індикатора. Магнітне поле розсіювання виникає над дефектом внаслідок того, що в намагніченій деталі магнітні силові лінії, зустрічаючи на своєму шляху дефект, огинають його як перешкоду з малою магнітною проникністю, в результаті чого магнітне поле спотворюється, окремі магнітні силові лінії витісняються дефектом на поверхню, виходять з деталі і При цьому по обидва боки від тріщин, тобто з обох боків дефекту, виникають місцеві магнітні полюси N і S, що створюють локальне магнітне поле розсіювання. Магнітне поле розсіювання в зоні дефекту тим більше, чим більший дефект і чим він ближче до поверхні деталі. Найкраще виявлення дефекту буде в тому випадку, коли магнітні силові лінії намагніченої деталі розташовуються під прямим (або близьким до нього) кутом до напрямку дефекту. Для виявлення магнітного поля розсіювання контрольовані ділянки деталі наносять магнітний порошок. Нанесення магнітного порошку на контрольовану поверхню деталі здійснюють двома способами, що реалізують "сухий" або "мокрый" метод. У першому випадку виявлення дефектів використовують сухий феромагнітний порошок. З використанням "мокрого" методу контроль здійснюється з допомогою магнітної суспензії, тобто. суспензії феромагнітних частинок у рідких середовищах: трансформаторному маслі, суміші трансформаторної олії з гасом, суміші звичайної води з антикорозійними речовинами. Магнітне поле розсіювання виявляється завдяки тому, що на феромагнітні частинки порошку діють пондеромоторні сили цього поля, які прагнуть затягнути ці частинки в найбільшу концентрацію магнітних силових ліній.

В результаті феромагнітні частинки збираються над дефектом, утворюючи маюнок у вигляді смужок або ланцюжків. Ширина смужок з частинок, що скупчилися, зазвичай значно більше ширини дефекту, тому цим методом контролю можуть бути виявлені навіть дрібні тріщини, надриви, волосовини та інші дрібні дефекти.

Остаточний контроль. Виготовляється перед здаванням готового вилівка з ливарного цеху. Завдання остаточного контролю полягає у визначенні придатності вилівки. При цьому якість вилівки оцінюють на відповідність ГОСТам та ТУ за хімічним складом, механічними властивостями, кресленням та супровідною документацією.

Перелічені види контролю дають змогу виявити такі дефекти.

Таблиця 2.5 – Характерні дефекти вилівки «Барабан».

Дефекти.	Причини появи.	Методи усунення.	Запобіжні заходи.
Газові мушлі.	Надмірна вологість, низька t_0 із заливки сплаву.	Непереборний.	Підсушування шихти, ретельне розкислення та дегазація.
Ужиміна.	Сильне ущільнення сирих форм.	Непереборний.	Не переущільнювати форму, застосовувати спеціальні формувальні фарби.
Недолив та спайка.	Недостатня рідина плинність металу, що заливається, волога формувальна суміш, велика кількість кам'яновугільного пилу у формувальній суміші.	Зварювання.	Підвищення t_0 сплаву, контролювати вологість формувальної суміші, забезпечити надійне кріплення форми.

3. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Короткі теоретичні відомості про вихідні формувальні матеріали

Значну частину виливків (близько 80 %) з різних сплавів отримують у разових піщаних сухих або сирих формах.

Ливарна разова піщана форма здебільшого складається з двох напівформ (верхньої і нижньої), кожену з яких виготовляють ущільненням формувальної суміші навколо відповідних частин (верхньої або нижньої) моделі. Стрижні, що являють собою частини форми, за допомогою яких отримують внутрішні порожнини або складні зовнішні обриси виливків, виготовляють ущільненням сумішей у стрижневих ящиках.

Формувальні та стрижневі суміші, допоміжні формувальні суміші готують змішуванням різних вихідних матеріалів. Усі матеріали, що застосовуються для виготовлення ливарних форм і стрижнів, об'єднуються загальною назвою "формувальні матеріали". Серед формувальних матеріалів розрізняють вихідні формувальні матеріали, формувальні та стрижневі суміші й допоміжні формувальні склади та матеріали.

Вихідні матеріали поділяють на основні (піски, глини, зв'язувальні) і допоміжні (протипригарні добавки, покриття тощо). До допоміжних формувальних складів відносять формувальні фарби, припили, стрижневий клей, замазки для виправлення стрижнів та інші склади, необхідні для виготовлення та оздоблення форм і стрижнів. Для виготовлення форм і стрижнів застосовують формувальні та стрижневі суміші, що складаються з різних формувальних матеріалів (піски, глини, зв'язувальні та протипригарні добавки, тирсу, азбестову крихту, торф тощо).

Формувальний пісок складається із зерен кварцу різної величини, глинистої складової і невеликої кількості домішок. Залежно від вмісту цих компонентів формувальні піски поділяються на класи.

На сучасних ливарних виробництвах широко застосовують виготовлення форм і стрижнів із піщаних сумішей: піщано-глинистих (з різноманітними добавками); за cold-box (затвердіння піщано-смоляної суміші за продування газоподібними каталізаторами); no-bake (затвердіння рідкими каталізаторами) процесами та за багатьма іншими рецептурами й способами досягнення необхідних робочих властивостей.

Лабораторні випробування виконують важливу місію при виборі підходящих пісків, сполучних матеріалів, пошуку і підтримці оптимальних умов протікання технологічного процесу. Якість основних і допоміжних матеріалів, методи їх випробувань регламентуються ГОСТами або технічними умовами.

Процедури контролю властивостей формувальних матеріалів для виготовлення ливарних форм і стрижнів діляться на дві великі групи:

- визначення властивостей вихідних матеріалів (зернової основи і сполучних);
- визначення властивостей безпосередньо, формувальних сумішей.

Для відбору проб формувальних сипучих матеріалів з бункерів, вагонів, контейнерів, технологічних ліній використовується пробовідбірник типу LZ, показаний на рис. 3.1



Рис. 3.1. Пробовідбірник LZ

Таблиця 3.1 - Технічні характеристики пробовідбірника LZ

Параметр	Значення
Об'єм проби, що відбирається, дм ³	0,9
Маса відібраної проби, кг	0,8÷1,2
Габаритні розміри, мм	Ø42× 108× 1270
Маса, кг	4,7

3.2. Дослідження властивостей

3.2.1 Класифікація вихідних формувальних матеріалів

3.2.1.1 Короткі теоретичні відомості про властивості та класифікацію вихідних формувальних матеріалів

Щоб забезпечити отримання придатного виливка, формувальні матеріали повинні мати властивості, що відповідають певним вимогам етапів виготовлення виливка:

1. Технології виготовлення форм і стрижнів.
2. Умовам взаємодії форми з рідким металом під час заливання форми, затвердіння й охолодження виливки.
3. Технології приготування формувальної або стрижневої суміші.
4. Умовам вибивання форм і видалення стрижнів.

Глинистою складовою умовно вважають зерна величиною менше 22 мкм незалежно від їхнього хімічного складу. Випробування проводять у лабораторних умовах. Цим шляхом встановлюють вагу вихідної наважки і висушеного піску. Різниця у вазі дає вміст у піску глинистої складової, який має бути виражений у відсотках.

Визначення кількості глинистої складової проводиться на свіжих формувальних ливарних пісках різних родовищ.

Проби, що пройшли стадію відокремлення глинистої складової, передаються на дослідження з визначення зернового складу формувальних ливарних пісків.

3.3. Приготування формувальних сумішей і виготовлення стандартних зразків за різних умов ущільнення

3.3.1 Короткі теоретичні відомості про приготування формувальних і стрижневих сумішей. Приготування формувальних сумішей у промислових умовах

У ливарних цехах, що застосовують піщано-глинисті суміші, для їх виготовлення використовують ливарні змішувачі, переважно нормальні бігуни системи Сімпсона, для ХТС - лопатеві змішувачі. Технологія приготування суміші передбачає послідовне додавання в чашу змішувача регенерату, свіжого формувального піску, порошкоподібних добавок, глинистої суспензії, рідких сполучних і добавок. Перемішування суміші у звичайних змішувальних бегунах триває 3-6 хв, у бегунах автоматичної дії - 1,5-3 хв. Після вивантаження зі змішувача формувальна суміш піддається розпушуванню на аераторі, готова суміш зберігається у видатковому бункері. Для приготування формувальних і стрижневих сумішей у лабораторних умовах застосовують аналогічне обладнання (нормальні бегуни системи Сімпсона, роторний змішувач і лопатевий змішувач; усі ємністю 6 кг), а технологічний процес повністю імітують.

Попередня підготовка формувальних матеріалів включає:

- пісок сушать за температури близько 250 °С у печах або спеціальних установках і просівають з метою відокремлення грудок, гальки і різних сторонніх включень через сита з розміром комірок 3-5 мм;
- глину сушать за температури 200-250 °С, подрібнюють у два етапи: дроблять на шматки розміром 15-25 мм у дробарках; розмелюють у кульових млинах або бегунах до частинок розміром менше 0,1 мм і просівають через сита. Аналогічно отримують вугільний порошок;

— готують оборотну суміш. Оборотну суміш після вибивання з опок розминають на гладких валках, очищають від металевих частинок у магнітному сепараторі та просівають.

Приготування піщано-глинистої формувальної суміші охоплює кілька операцій: дозування, перемішування компонентів суміші, зволоження, вилежування і розпушення.

Сутність процесу перемішування полягає в тому, щоб із компонентів отримати однорідну суміш, усі зерна піску якої були б покриті тонким рівномірним шаром зволоженої глини або іншого сполучного. Пісок, глину, воду та інші складові завантажують за допомогою дозатора, перемішування здійснюється під дією ковзанок і плужків, що подають суміш під ковзанки.

Готову суміш витримують у бункерах-відстійниках упродовж 2-5 годин для розподілу вологи та утворення водних оболонок навколо глинистих частинок і усунення нерівномірності розподілу вологи в суміші.

Перед використанням суміш розпушують у спеціальних пристроях (аераторах або дезінтеграторах), що забезпечує високу газопроникність і однорідність ущільнення суміші у формах.

Для забезпечення робочих властивостей у стрижневі та формувальні суміші додають допоміжні матеріали та добавки.

Готову суміш стрічковими конвеєрами подають у бункери на формування.

Вихідні матеріали рідких самотверднучих сумішей подають у бункери на формувальну ділянку, потім вихідні матеріали в певній послідовності подають у барабанні або шнекові змішувачі та перемішують. Рідка композиція готується окремо. Готову суміш подають в опоку. Як сполучні матеріали застосовують синтетичні смоли, природні смоли (сланцеву смолу, каніфоль), полівініловий спирт, декстрин тощо.

У сучасному ливарному виробництві приготування сумішей здійснюється на автоматичних ділянках.

Для того щоб отримати виливок, вільний від дефектів, формувальні та стрижневі суміші, з яких виготовляють форму і стрижні, повинні задовольняти комплекс певних властивостей.

3.3.2 Методика приготування піщано-глинистих формувальних і стрижневих сумішей

Змішувач використовується для підготовки різних типів формувальних і стрижневих сумішей, таких як природні глинисті піски, синтетичні піски і піщано-смоляні суміші. Змішувач може бути ефективно використаний для приготування формувальних сумішей, яке, крім змішування компонентів, вимагає подрібнення глини або сполучної речовини та їхнього рівномірного розподілу по зернах піску, що, у свою чергу, у поєднанні з відповідним змішуванням компонентів формувальної суміші справляє важливий ефект на технологічні властивості формувальних сумішей.

Для приготування формувальних сумішей необхідно використовувати сухий пісок температури доквілля, просіяний на ситі з вічками 3,2 мм. Компоненти, такі як глина, бентоніт, кам'яновугільний пил тощо можуть використовуватися в сухому або вологому стані залежно від типу добавок.

У низці випадків при дотриманні вказівок щодо приготування піщано-смоляних сумішей пісок повинен вводитися в змішувач підігрітим. Змішувач перед використанням ретельно очищається.

Компоненти формувальної суміші вводяться безпосередньо під бігуни в чашу змішувача, не забруднюючи інші елементи змішувача. Максимальна загальна вага компонентів може становити від 3 до 6 кг. Найчастіше використовуються порції вагою 3 кг.

Техніка змішування компонентів формувальної суміші визначається відповідними стандартами і технологічними інструкціями, розробленими для конкретних типів формувальних сумішей.

Стандартні лабораторні зразки готують тільки з формувальної суміші, що була зішкреблена скребками. Пісок, що прилип до бічних стінок чаші, дна чаші

і скребка, не використовується. Після змішування формувальна суміш має бути просіяна на ситі 4×4 мм, залишена відстоятися протягом 2 годин у щільно закритому контейнері, а потім використана для досліджень.

Порядок приготування формувальної суміші

1. Для приготування формувальних і стрижневих сумішей у цих дослідженнях використовують свіжі формувальні піски і глини формувальні вогнетривкі.

Пісок і глина використовуються сухі з температурою довкілля, пісок попередньо просівають через сито з осередками 3,2 мм.

2. Відповідно до заданої рецептури кількість сухих компонентів попередньо розраховується і зважується з точністю ± 1 г. Розрахунок проводиться на кількість завантажуваного піску (3-6 кг згідно із завданням).

3. Завантажені сухі компоненти перемішують приблизно 2 хв.

4. Відповідно до розрахунків відміряється мірною мензуркою необхідна кількість води і заливається через отвір у кришці (не зупиняючи процес перемішування).

5. Суміш перемішують приблизно 8 хв.

6. Приготовану ФСС вивантажують через розвантажувальне вікно в основі чаші в спеціальні ємності-ексикатори (контейнери) для зберігання ФСС, що перешкоджають їхньому висиханню.

7. Готову формувальну суміш слід просіяти через сито з осередками 4 мм і відстояти в щільно закритому контейнері протягом 2 годин.

8. Приготована формувальна суміш використовується для подальших досліджень робочих і технологічних властивостей.

Бажаною операцією є визначення реальної вологості ФСС за методикою "Дослідження вологості формувальних і стрижневих сумішей", оскільки частина піску, що накопичується біля стінок і дна чаші, у змішуванні участі не бере. Це призводить до відмінності між розрахунковою і реальною вологістю ФСС.

3.3.2.1 Лабораторний змішувач типу RN20MK1 Лабораторний змішувач типу RN20MK1. Призначення, сфера застосування

Змішувач RN20MK1 - спеціалізований змішувальний пристрій для професійної роботи в лабораторії. Відрізняється від інших застосуванням планетарного руху інструментів. Принцип перемішування полягає в тому, що під час роботи інструмент обертається по внутрішньому периметру нерухомої чаші й одночасно обертається навколо власної осі (роторний змішувач).



Рис. 3.2 Загальний вигляд змішувача RN20MK1

Змішувач оснащений двигуном потужністю 0,75 кВт, а також вимикачем безпеки і годинниковим пристроєм, що забезпечує регулювання часу змішування. Плавне регулювання обертів дає змогу мішати зі швидкістю 75-300 обертів інструмента за хвилину. Жорсткість, стійкість і міцність забезпечує повністю металева конструкція. Безпосередній привід, без ременів і ланцюгів, призводить до того, що цей змішувач працює з меншими шумовими навантаженнями.

Таблиця 3.2 - Технічна характеристика змішувача RN20MK1

Параметр	Значення
Живлення, В; Гц	220-240; 50-60
Обертання інструментів (швидкості від 1 до 10), об/хв.	від 75 до 300
Оснащення: 1. 20-літрова чаша з нержавіючої сталі 2. мішалка 3. гак 4. захисна решітка чаші з нерж. сталі	

3.3.2.2 Змішувач лабораторний типу LM-R2e

Лабораторний змішувач призначений для приготування самозміцнювальних, холоднотверднучих формувальних і стрижневих сумішей. Суміші використовуються для формування зразків для лабораторних випробувань.



Рис. 3.3 Загальний вигляд змішувача LM-R2e

Таблиця 3.3 - Технічні характеристики змішувача LM-R2e

Параметр	Значення
Габаритні розміри і вага змішувача, мм:	
довжина	870
ширина	680
висота	1860
Маса, кг	близько 230

Продовження таблиці 3.3

Розміри жолоба, мм:	
довжина	370
ширина	220
висота	300
Загальна ємність, дм ³	22
Номінальна шихта піску, кг	6-8

Оптимальний час перемішування залежить від типу суміші, що готується.

При приготуванні холоднотверднучих сумішей рекомендується застосовувати таку тривалість перемішування:

- сипучі компоненти: $t = 10$ с;
- сипучі компоненти з рідкими добавками: $t = 40$ с.

Керування змішувачем:

- ручне керування - будь-яка тривалість перемішування,
- автоматичне керування - тривалість перемішування регулюється в межах від 0 до 5 хвилин



Рис. 3.4 Змішувальний пристрій – мішалка

Характеристика мішалки

Мішалка: подвійна смугова смугова гвинтова:

- кут підйому смуги - 45° ;
- ширина смуги - 25 мм;
- центральний кут смуги - 120° .

3.3.3 Методика приготування холоднотверднучих формувальних і стрижневих сумішей

Оптимальний час перемішування залежить від типу суміші, що готується. При приготуванні самозміцнювальних, холоднотверднучих сумішей рекомендується застосовувати таку тривалість перемішування:

- сипучі компоненти: $t = 10$ с;
- сипучі компоненти з рідкими компонентами: $t = 40$ с; Керування змішувачем:
 - ручне керування - будь-яка тривалість перемішування;
 - автоматичне керування - тривалість перемішування регулюється в межах від 0 до 5 хвилин.

3.4 Дослідження робочих і технологічних властивостей формувальних і стрижневих сумішей за різних умов ущільнення

3.4.1 Короткі теоретичні відомості про робочі та технологічні властивості піщано- глинистих сумішей (ПГС)

Формувальні суміші підрозділяють за родом металу, що заливається, на суміші для одержання виливків зі сталей, чавуну і кольорових сплавів; за характером використання - на єдині, облицювальні та наповнювальні; за станом форми перед заливанням - на суміші для форм, які заливають у вологому та сухому станах.

Облицювальну суміш, що оформляє робочу поверхню форми і безпосередньо контактує з розплавом, ретельно готують з найбільш доброякісних вихідних формувальних матеріалів, утворюючи з неї облицювальний шар товщиною 15-30 мм. Решту об'єму опоки заповнюють наповнювальною сумішшю, що складається здебільшого з оборотної суміші з невеликими добавками свіжих вихідних матеріалів. Наповнювальна суміш значно дешевша і простіша в приготуванні, ніж облицювальна. До неї висувають

вимоги тільки щодо газопроникності та міцності, які мають бути не нижчими, ніж у облицювальної суміші. Використання облицювальних і наповнювальних сумішей раціональне в умовах дрібносерійного та одиничного виробництва, особливо при виготовленні середніх і великих виливків.

Умови машинного формування в серійному і масовому виробництві визначають необхідність використання єдиних формувальних сумішей. Такі суміші виготовляють з найстабільніших за складом і властивостями формувальних пісків і міцно зв'язувальних глин. До складу єдиної суміші входить до 15-20 % свіжих формувальних матеріалів. При виготовленні форм, що заливаються у вологому стані (формування "по сирому") використовують формувальні суміші з вмістом глини не вище 14 % і вологістю 3,5-5,5 %. У сумішах, призначених для виготовлення форм, що заливаються у сухому стані (формування "по сухому"), вміст глини з метою підвищення міцності може бути збільшено до 14-16 % і більше. Для поліпшення пластичності і податливості цих сумішей у них додають вигоряючі добавки (торф, тирсу). Для форм, що підсушуються з робочої поверхні, використовують облицювальні суміші зі швидковисихаючими сполучними: рідким склом, СП, СБ. Сталеві виливки виготовляють у сирих, сухих або хімічно твердіючих формах. Суміші для таких форм повинні мати підвищену вогнетривкість і міцність, оскільки температура заливки сталі становить понад 1 500 °С. Для виготовлення таких сумішей використовують кварцові піски, зокрема збагачені, і вогнетривку глину, що міцно зв'язує. Зі збільшенням маси виливків збільшують і зернистість піску з групи 016 (для виготовлення дрібних виливків) до 0315 (для виготовлення масивних виливків). З метою запобігання пригару, особливо під час лиття легованих сталей, застосовують облицювальні суміші на основі високовогнетривких матеріалів (циркон та ін.) або забарвлюють робочу поверхню форми фарбою на їхній основі.

Формувальні суміші для чавунних виливків виготовляють з менш вогнетривких дрібно- і середньозернистих пісків, оскільки температура заливки чавуну нижча, ніж сталі, і коливається залежно від маси виливки і складу чавуну від 1240 до 1450 °С. Як протипригарну добавку використовують

кам'яновугільний пил або деревний пек, що утворюють під впливом теплоти розплаву газу, які захищають поверхню виливки від пригару. Для збільшення податливості сухих форм до складу суміші вводять деревну тирсу, торф'яну або азбестову крихту.

Суміші для виливків із кольорових сплавів виготовляють із матеріалів, до яких не висувають високих вимог щодо вогнетривкості, оскільки температура заливки мідних сплавів не перевищує 1200 °С, алюмінієвих і магнієвих сплавів - 800 °С. Тому поряд із кварцовими використовують глинисті піски класу П.

Умови роботи високопродуктивних автоматичних формувальних ліній (АФЛ) визначають підвищені вимоги до якості формувальних сумішей. Останні повинні мати високі і стабільні технологічні властивості: плинність, міцність, газопроникність. Так, міцність сумішей при стисненні у вологому стані має становити 150-250 кПа. Єдині формувальні суміші для АФЛ готують із високоякісних збагачених пісків із вмістом глинистої складової не більше ніж 1 %. Як сполучну речовину використовують високоміцні бентонітові глини. Для стабілізації вологості (вмісту води) готових форм, підвищення міцності та пластичності в суміш вводять крохмалевмісні добавки. Висока плинність досягається використанням сумішей зі зниженою вологістю (3-3,8 %) і введенням у них поверхнево- активних речовин у кількості 0,1-0,5 %. Як антипригарну добавку використовують гранульований кам'яновугільний пил.

Для того щоб отримати вилівок, вільний від дефектів, формувальні та стрижневі суміші, з яких виготовляють форму і стрижні, повинні задовольняти комплексу певних властивостей. Усі властивості сумішей можна розділити на групи: гідравлічні, механічні, технологічні та теплофізичні (рис. 3.5).

Гідравлічні властивості сумішей здебільшого визначають умови газоутворення і видалення газоподібних продуктів з порожнини форми під час заливання сплавом.

Механічні властивості визначають характеристики міцності ливарної форми в період її виготовлення, а також під час заливання її сплавом і затвердіння виливки.

Технологічні властивості характеризують умови отримання якісних форм і стрижнів, а також умови виготовлення виливків з найменшою трудомісткістю і високою якістю поверхні (без тріщин і засмічень).

Теплофізичні властивості - умови протікання теплових процесів під час затвердіння виливки у формі.



Рис. 3.5 Класифікація властивостей формувальних і стрижневих матеріалів

Властивості формувальних і стрижневих сумішей, деякі поняття:

- міцність - здатність забезпечувати збереження форми без руйнування під час виготовлення та експлуатації;
- поверхнева міцність (осипальність) - опір стираючій дії струменя металу під час заливання;
- пластичність - здатність сприймати обрис моделі та зберігати отриману форму;
- податливість - здатність скорочуватися в об'ємі під дією усадки сплаву;

- плинність - здатність обтікати моделі під час формування, заповнювати порожнину стрижневого ящика;
- термохімічна стійкість або пригораємість - здатність витримувати високу температуру сплаву без оплавлення або хімічної з ним взаємодії;
- гігроскопічність - здатність після сушіння поглинати вологу з повітря;
- довговічність - здатність зберігати свої властивості при багаторазовому використанні.

3.4.2 Порядок і методика визначення гігроскопічності

Гігроскопічність характеризує здатність форми або стрижня вбирати вологу з навколишнього середовища. Оцінка гігроскопічності ґрунтується на визначенні маси вологи, поглинутої сухою сумішшю.

Стандартний зразок суміші діаметром і висотою 50 мм сушать і зважують, поміщають в ексикатор на фільтрувальний папір, поміщений на вологий пісок, і витримують протягом 2 год, після чого знову зважують. Випробування проводять на трьох зразках. Гігроскопічність обчислюють аналогічно вологості за вищевказаною формулою.

Значення гігроскопічності пов'язане з природою і кількістю сполучного матеріалу суміші. Наприклад, водорозчинні сполучні матеріали (лігносульфонати, декстрин, патока та ін.) надають суміші високу гігроскопічність. Суміші з водонерозчинними сполучними матеріалами мають низьку гігроскопічність.

3.4.3 Дослідження податливості ФСС за методом Вальтера - Дітерта та GF

Піддатливість - властивість суміші піддаватися пластичній деформації під дією зовнішніх сил. Податливість ФСС запобігає формуванню тріщин у виливку під час усадки сплаву. Крім стандартного вимірювання податливості на

наведеному нижче обладнанні, для вимірювання здатності суміші до пластичної деформації використовують вимірювання ущільнюваності та пластичності.

Ущільнюваність - це здатність суміші зменшувати свій первісний об'єм під впливом зовнішніх сил. Ущільнюваність піщано-глинистих сумішей залежить від вмісту води і глини та від їх співвідношення. Оцінку ущільнюваності проводять за різницею об'ємів наважки суміші до і після ущільнення, віднесеної до первісного її об'єму, і виражають у відсотках.

Плинність - це здатність суміші під впливом зовнішніх сил заповнювати важкодоступні порожнини в модельному оснащенні, забезпечуючи рівномірне ущільнення форми або стрижня. Значення плинності тісно пов'язане з величиною міцності суміші у вологому стані, при цьому що менша ця величина, то вища плинність суміші у вологому стані. Для оцінки плинності піщано- глинистих сумішей використовують методику, що ґрунтується на вимірі твердості торцевих поверхонь ущільненого циліндричного зразка.

3.4.4 Дослідження характеристик міцності (механічних властивостей)

Твердість характеризує здатність поверхневого шару форм або стрижня протистояти проникненню більш твердого тіла (металевої кульки). Поверхнева твердість форми або стрижня залежить від ступеня ущільнення суміші, кількості та якості сполучних матеріалів, а також від режимів їх зміцнення. Оцінку твердості проводять за допомогою спеціальних приладів- твердомірів і виражають в умовних одиницях.

Міцність характеризує здатність суміші зберігати задану конфігурацію порожнини ливарної форми в період її виготовлення і транспортування, а також під час заливання. Міцність сумішей оцінюють граничною величиною навантаження, за якої руйнується ущільнений зразок суміші. Розрізняють міцність сумішей у вологому, зміцненому, нагрітому і прожареному станах. Міцність суміші у вологому стані залежить головним чином від кількості та стану глини, що міститься в ній, а також від величини вологості, зернового

складу формувального піску, ступеня ущільнення суміші та деяких інших чинників. На рис. 3.6 наведено схему методів оцінки міцності суміші у вологому стані. Найчастіше міцність суміші у вологому стані оцінюють під час стиснення (рис. 4.11, а), рідше - під час зрізу (рис. 3.6, б), вигину (рис. 3.6, в) і розтягування (рис. 3.6, г).

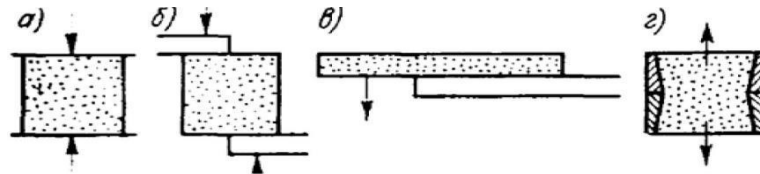


Рис. 3.6 - Схема методів оцінки міцності сумішей у вологому стані:
 а - під час стиснення; б - під час зрізу; в - під час вигину; г - під час розтягування

Міцність суміші в зміцненому стані (мається на увазі міцність, якої набуває зразок суміші після теплового сушіння або хімічного затвердіння) залежить від типу і кількості зв'язувальних матеріалів, що містяться в суміші, а також від зернового складу формувального піску, ступеня ущільнення суміші, режимів її зміцнення та низки інших чинників, вплив яких буде розглянуто нижче. На рис. 3.7 наведено схему методів оцінки міцності суміші в зміцненому стані. Найчастіше цю властивість суміші оцінюють під час розриву зразка (див. мал. 3.7, а) і стиснення (див. мал. 3.7, б), рідше - під час зрізу (див. мал. 3.7, в) і вигину (див. мал. 3.7, г).

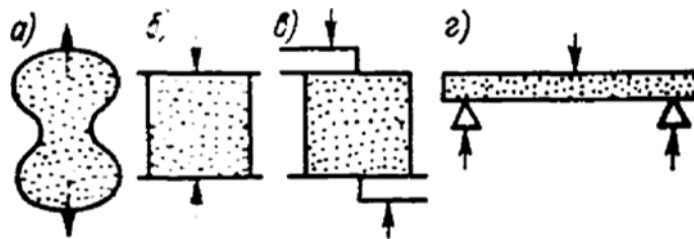


Рис. 3.7 Схема методів оцінки міцності сумішей у зміцненому стані: а - при розтягуванні; б - при стисненні; в - при зрізі; г - при вигині

Міцність сумішей у прожареному стані характеризується здебільшого здатністю стрижня, виготовленого з цієї суміші, видалятися з порожнини виливки під час її витягання з форми та очищення, і залежить головним чином від природи сполучного матеріалу суміші та її кількості, від інтенсивності теплової дії сплаву виливки на стрижень та інших чинників.

3.4.5 Дослідження газотворної здатності формувальних сумішей, ливарних фарб, покриттів

Газотворність характеризує здатність суміші виділяти гази під час нагрівання до високих температур (за температури до 1250 °C). Гази, що виділяються під час заливання форми, можуть бути причиною утворення газових раковин у виливках, причому що вища газотворність суміші, то більша небезпека їх утворення. Значення газотворності сумішей залежить від виду і кількості органічних (вигораючих) добавок, від вмісту вологи, а також від швидкості виділення газоподібних продуктів у процесі нагрівання суміші. Чим пізніше починають виділятися з суміші гази, тим менша ймовірність виникнення газових раковин у виливках, оскільки до цього часу встигає утворитися скоринка затверділого сплаву, яка буде перешкоджати впровадженню у виливок газових бульбашок.

3.4.6 Дослідження осипання формувальних сумішей

Осипальність характеризується здатністю поверхні форми або стрижня не руйнуватися під час транспортування, складання та заливання форми. Значення осипання пов'язане з кількістю і природою сполучного матеріалу, а також з режимом сушіння форм і стрижнів. Для зменшення осипання піщано-глинистих форм до складу суміші зазвичай вводять добавки лігносульфонатів.

Оцінку осипання суміші проводять за величиною втрати маси стандартним зразком, поміщеним в сітчастий барабан, що обертається, водночас величину осипання виражають у відсотках.

3.4.7 Дослідження плинності формувальних сумішей

Під плинністю формувальних сумішей у загальноприйнятому розумінні мають на увазі їхню здатність переміщатися під дією зовнішніх сил або власної ваги та відтворювати конфігурацію стрижневого ящика або моделі. Течія суміші під впливом власної ваги означає сипучість. У цих випадках плинність визначається як технологічне поняття. Незалежно від ступеня плинності звичайних формувальних сумішей виготовлення з них стрижнів і форм має супроводжуватися обов'язковим ущільненням суміші. Відмінності можуть бути лише в методах і зусиллях ущільнення.

Стосовно рідких самотверднучих сумішей термін "плинність" набуває більш точного фізичного сенсу. Він більше відповідає своєму буквальному значенню. Тут плинність проявляється як самостійний фактор формування стрижня і форми, коли суміш дійсно може текти під впливом власної ваги, вільно заповнюючи порожнину стрижневого ящика або відтворюючи конфігурацію моделі без будь-яких механічних зусиль. Висока плинність ЖСС дає змогу повністю відмовитися від ущільнення суміші під час формування.

4. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

4.1 Розрахунок литниково - живильної системи

Литникова система для виливки «Барабан» нижньобічна звужується, підведення металу здійснюється в порожнину форми через колектор. Зробимо розрахунок малого перерізу.

Розрахунок малого перерізу проводимо за формулою Озана Диктора:[5, стор. 162].

$$\sum F_{м.с} = , (3) \frac{G}{\mu \tau \rho \sqrt{2gH_p}}$$

Приймаючи густину рідкої сталі $\rho = 7,817 \text{ г/см}^3$, прискорення вільного падіння $g = 981 \text{ см/с}^2$ та масу виливки з прибутками $G=640 \text{ кг}$.

Де: - коефіцієнт витрати літникової системи та порожнини форми; H_p - розрахунковий статичний натиск, див. μ

$$H_p = H_0 - , (4) \frac{p^2}{2c}$$

Де: H_0 - напір металу над живильниками;

P – частина виливка розташована вище за площину роз'єму;

C – загальна висота виливки.

H_0 – визначається як сума висоти виливки у верхній напівформі та мінімально допустимої товщини формувальної суміші над виливком[6, табл. 27].

$$H_0 = 595 \text{ мм.}$$

$$H_p = 595 - 3975 = 39,75 \text{ див.} \frac{395^2}{2 \times 395} =$$

$$\mu=0,5[6, \text{ стор. 164}].$$

$$t = S, (5) \sqrt[3]{\delta G}$$

де: S - Коефіцієнт, що враховує рідинатекучість сплаву і тип літникової системи.

δ - Переважна або середня товщина стінки виливки, мм.

G – загальна маса виливки, литників та прибутків, кг.

$$G == 640.$$

$$S = 1,75[6, \text{ табл. 30}].$$

$$\delta = 35 \text{ мм.}$$

$$t = 1,75 = 49,35 \text{ с.} \sqrt[3]{3,5} \times 640$$

Розраховуємо Σ перетин живильників $F_{\text{піт}}$.

$$F_{\text{м.с}} = 17,84 \text{ см.} \frac{640000}{0,5 \times 49,35 \times 7,817 \times \sqrt{2} \times 981 \times 39,75}$$

Визначаємо співвідношення площ елементів літникової системи $F_{\text{піт}} : F_{\text{шл}} :$

$$F_{\text{ст.}} = 1 : 1 : 1$$

$$F_{\text{піт}} : F_{\text{шл}} : F_{\text{ст.}} = 17,84 \text{ см}^2 : 17,84 \text{ см}^2 : 17,84 \text{ см}^2.$$

Визначаємо розміри стояка

Розміри стояка внизу

$$d_{\text{ст.н}} = 4,77 \text{ див.} \sqrt{\frac{F_{\text{ст.}}}{\pi}} \sqrt{\frac{17,84}{3,14}}$$

Розмір стояка вгорі

$$d_{\text{ст.в}} = d_{\text{ст.н}} + 0,01 \times H_0$$

$$d_{\text{ст.в}} = 4,77 + 0,01 \times 59,5 = 5,365 \text{ см.}$$

Розраховуємо розмір заливальної лійки

Висота вирви

$$H_{\text{в}} = (2-3) \times d_{\text{ст.в}}$$

$$H_{\text{в}} = 2 \times 5,365 = 10,73 \text{ див.}$$

Діаметр вирви вгорі

$$d_{\text{в.в}} = (2-3) \times d_{\text{ст.в}}$$

$$d_{\text{в.в}} = 2 \times 5,365 = 10,73 \text{ див.}$$

Розраховуємо розміри шлакоуловлювача.

Ширина біля основи

$$b_{\text{шл.о}} = \sqrt{\frac{F_{\text{шл}}}{1,25}}$$

$$b_{\text{шл.о}} = 3,78 \text{ см.} \sqrt{\frac{17,84}{1,25}}$$

Ширина вгорі

$$b_{\text{шл.в}} = 0,8 \times b_{\text{шл.о}}$$

$$b_{\text{шл.в}} = 0,8 \times 3,78 = 3 \text{ див.}$$

Висота шлакоуловлювача

$$h_{\text{шл}} = 1.4 \times b_{\text{шл.о}}$$

$$h_{\text{шл}} = 1.4 \times 3,78 = 5,3 \text{ см.}$$

Розрахунок розмірів живильника

Товщина живильника

$$h_{\text{пит}} = 0,8 \times 3,7 = 2,96 \text{ см.}$$

Ширина живильника

$$\sum b_{\text{п}} = = 5,99 \text{ см.} \frac{F_{\text{пит}}}{h_{\text{пит}}} \frac{17,84}{2,96}$$

Довжина живильника

$$l_{\text{пит}} = (0.5) h_{\text{пит}} = 0.5 * 5.3 = 2.65 \text{ см.}$$

Розрахунок прибутку

Відповідно до довідкових даних співвідношення розмірів прибутку приймаємо виходячи з діаметра вписаного в масивний вузол($d_{\text{ок}}$) $b_{\text{пр}} = 2 * d_{\text{ок}}$

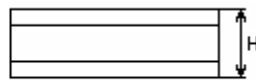
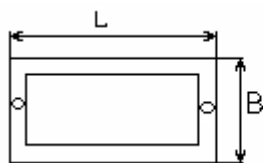
$$b_{\text{пр}} = 2 * 6,8 = 13,6 \text{ см.}$$

$$h_{\text{пр}} = 1,5 * b_{\text{пр}}$$

$$h_{\text{пр}} = 1,5 * 13,6 = 20,4 \text{ см.}$$

4.2 Розрахунок форми

Форму розраховуємо з урахуванням відстані між порожниною виливки та опокою ця відстань дорівнює 80 мм. З кожного боку. З огляду на це вибираємо опоку з розмірами за ГОСТ 2133-75 і подаємо у вигляді ескізу (рис. 4).



$$H = 700 \text{ мм}$$

$$L = 1000 \text{ мм}$$

$$B = 900 \text{ мм}$$

Рис 4.1 - Ескіз опок.

4.3 Розрахунок шихти та балансу металу

Склад шихти:

- Чавун П 1 – 10%
- Повернення власного виробництва – 55,3%
- Брикетована стружка – 10%
- Сталевий брухт 24,7%

Надамо хімічний склад сплаву, хімічний склад компонентів шихти у таблицях (табл. 4.1-4.3)

Таблиця 4.1 - Хімічний склад сплаву, %

Компоненти Сплав	C	Si	Mn	P	S
35Л	0,32-0,4	0,2-0,52	0,45-0,9	0,03-0,06	0,03-0,06

Таблиця 4.2 – Масова частка шихтових компонентів, %.

Компоненти	C	Si	Fe	Mn	P	S
Чушковий чавун: П1	-	0,7	98,6	0,5	0,1	0,1
Повернення власного виробництва	0,36	0,36	98,55	0,67	0,03	0,03
Лом сталевий	0,2	0,3	98,6	0,8	0,05	0,05
Брикетована сталева стружка	0,36	0,36	98,55	0,67	0,03	0,03

Таблиця 4.3 - Розрахунок компонентів на 100 кг.

Компоненти	Маса		З		Si		Mn		P		S		Fe	
	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг
Чавун: П1	10	10	-	-	0,7	0,07	0,5	0,05	0,1	0,01	0,1	0,01	98,6	9,86
Повернення власного виробництва	55,3	55,3	0,36	0,199	0,36	0,199	0,67	0,372	0,03	0,016	0,03	0,016	98,55	54,498
Брикетована стружка	10	10	0,36	0,036	0,36	0,036	0,67	0,067	0,03	0,003	0,03	0,003	98,55	9,855
Сталевий брухт	24,7	24,7	0,2	0,050	0,3	0,074	0,8	0,198	0,05	0,012	0,05	0,012	98,6	24,354
Усього	100	100	×	0,285	×	0,379	×	0,687	×	0,041	×	0,041	×	98,567

Визначаємо кількість Si, яку необхідно дошихтувати:

$$0,414 - 0,285 = 0,129 \text{ кг.}$$

Вводимо лігатуру ФС 92 (Гост 1415-78) (Si 92%)

Визначаємо кількість Mn, яку необхідно дошихтувати.

$$0,737 - 0,687 = 0,05 \text{ кг.}$$

Вводимо лігатуру ФМн 0,5 (Гост 4755-80) (Mn 85%)

$$0,05 * 100/85 = 0,6 \text{ кг.}$$

Так як Ферромарганець засвоюється на 80%, то кількість лігатури збільшується.

$$0,05 * 100/80 = 0,75 \text{ кг.}$$

Визначаємо кількість, яку необхідно дошихтувати.

$$0,378 - 0,285 = 0,093 \text{ кг.}$$

Для того, щоб збільшити вміст на 0,1 % необхідно на 100 кг Ме додати 0,13 кг електродного бою.

$$0,1 - 0,13$$

$$0,093 - X \text{ кг.}$$

$$X_{\text{кг}} = 0,13 * 0,093 / 0,1 = 0,12 \text{ кг.}$$

Заносимо до таблиці на 100 кг рідкого металу.

Таблиця 4.4 - Шихтова карта на 100 кг рідкого металу.

Компоненти	кг.	%
Повернення	55,3	54,75
ПІ	10	9,9
Стружка	10	9,9
Лом	24,7	24,45
ФС	0,14	0,140
ФМн	0,75	0,740
Електродний бій	0,12	0,120
Усього	101,01	100

Таблиця 4.5 - Шихтова карта на плавку.

Дані:	Компоненти:	Кг
Пекти ІСТ – 6 Вага плавки бт	Повернення	3318
	ПІ	600
	Стружка	600
	Лом	1482
	ФС	8,4
	ФМн	45
	Ел. Бій	7,2
	Усього	6060,6

Розрахуємо баланс металу на річну програму в 25000 т. придатного лиття та надамо у таблиці (табл. 4.6).

Таблиця 4.6 - Баланс металу

Показники	т	%	Склад шихти	т	%
-----------	---	---	-------------	---	---

Придатне лиття	25000		Повернення	30955,1	54,75
Брак	3750,5		ПІ	5597,4	9,9
Метал на литникову систему	27223,1		Стружка	5597,4	9,9
			Лом	13823,8	24,45
			ФС	79,15	0,14
Рідкий метал	55973,6	99	ФМн	418,38	0,74
Безповоротні втрати	565,39	1	Ел. бій	67,77	0,12
Металозавалка	56539	100	Разом	56539	100

4.4 Виробнича потужність ділянки

Виробнича потужність – максимальна кількість продукції, яку може випустити підприємство за повного використання засобів виробництва.

Для ливарного виробництва визначальним є плавильно-заливальне відділення.

Технічний процес розроблений для серійного типу виробництва на виливок представник «Барабан». З урахуванням усіх виливків, що виконуються у ливарному виробництві, програма становитиме 25000052кг. Приймаємо $V_{прів} = 25000,052т$

4.5 Розрахунок необхідної кількості устаткування

Для визначення кількості обладнання потрібно знати продуктивність обладнання, річний фонд часу.

Визначення кількості обладнання плавильної ділянки.

Плавильні агрегати вибирають залежно від роду металу, що виплавляється, і його кількості, вид плавильного агрегату впливає на планування та організацію робочого місця.

Для плавки сталі застосовуємо універсальні індукційні печі ІСТ – 6, промислової частоти.

Розрахуємо необхідну кількість печей.

$N_{\text{печ}} = M * k_n / T_d * q_{\text{печ}} = 56539 * 1,1 / 3535 * 3,01 = 62192,9 / 10640,35 = 5,8$ приймаємо 6 основних печей.

Технічні характеристики подаємо у вигляді таблиці (табл. 4.7).

Таблиця 4.7 - Технічні характеристики ІСТ - 6

Характеристика	ІСТ – 6
Продуктивність, т/год	3,01
Час плавки, год	2
Потужність генератора, кВт	1500
Витрата електроенергії, кВт	650

Розраховуємо кількість ліній виготовлення суміші ХТС.

Ця лінія застосовується для напівформ.

$N_{\text{лин}} = N_{\text{пф}} * k_n / T_d * q_{\text{уст}} = 67744 * 1,1 / 3535 * 20 = 162585,6 / 70700 = 1,05$
приймаємо 1 основну лінію.

Технічні характеристики подаємо у вигляді таблиці (табл.4.8).

Таблиця 4.8– Технічні характеристики лінії марки ІФЛ72С [7; табл. 60]

Характеристика	Установка ІФЛ72С
Розміри опок, мм. у світлі висота	1400×100 400
Циклова продуктивність форм/год	20
Вантажопідйомність вібростолу, кг	2500
Встановлена потужність кВт	400
Габаритні розміри лінії, м	64,8×17,1
Маса лінії, т	480

Для вибивання виливків із форми за габаритними розмірами та вантажопідйомністю використовуємо 2 вибивні грати модель 31211. Технічні характеристики надамо у вигляді таблиці (табл. 4.9).

Таблиця 4.9 - Технічні характеристики вибивної решітки

Характеристика	Вибивна решітка 31211
Вантажопідйомність, т	1
Розміри полотна, мм	1250x1000
Число пружин амортизаторів, шт	4
Число коливань, 1/хв	1420
Встановлена потужність, кВт	2,2
Габаритні розміри, мм	
довжина	1600
ширина	1270
висота	675
Маса, кг	1150

Подамо розрахунок необхідної кількості стрижнів на річну програму у вигляді таблиці (табл. 4.10)

Таблиця 4.10 - Розрахунок стрижнів.

Найменування виливки	Кількість стрижнів на виливку	Кількість виливоків на рік	Кількість стрижнів на рік
Барабан	3	8486	25458
Корпус	2	8486	16972
Корпус	2	8486	16972
Корпус	2	8486	16972
Кришка всмоктування	3	8486	25458
Цапфа	2	8486	16972
Корпус	2	8486	16972
Корпус	2	8486	16972
Разом	19	67744	152748

$N_{ст.м} = N * 1,1 / \Phi_d * q_{уст} = 152748 * 1,1 / 3535 * 12 = 3,9$ приймаємо 4 основні автомати.

Таблиця 4.11 – Технічні характеристики стрижневого автомата Лаепре - 5

Характеристика	«Лаепре - 5»
Об'єм піскострільної головки, л	5
Вага стрижня, г	від 300 і більше
Продуктивність, шт/год	12

Вартість основного обладнання подаємо у вигляді таблиці (табл.4.12).

Таблиця 4.12 – Вартість основного обладнання.

Устаткування	Кількість	Балансова вартість, тис. руб.		на , %	Амортизація, тис. руб.
		однієї	всіх		
Пекти ІСТ – 6	6	5200	31200	10	3120
Установка ІФЛ72С	1	8000	8000	12	960
Вибивна решітка 31211	2	4000	8000	15	1200
Стрижневий автомат	4	6000	24000	16	3840
Дробометний стіл мод.347	2	2000	4000	13	520
Усього	15	-	75200	-	9640

4.6 Склад та кількість робочих

Кількість виробничих робітників залежить від обсягу виробництва та трудомісткості процесу.

T_p - трудомісткість операції, година - 2,7

$K_{пер.}$ - Коефіцієнт перевиконання норми, дорівнює - 1,05

- дійсний фонд часу одного працюючого, враховує можливі втрати часу попри всі види відпусток, тимчасову непрацездатність. $\Phi_{дей}^{раб}$

За даними підприємства = $0,15 \div 0,17$ приймаємо 0,15 $K_{пер} = 1,05 K_{пот}^{раб}$

$R_{пл.} = M_{действ.} \cdot T_p / \Phi_{дей}^{раб} \cdot K_{пер.} = 56539 \cdot 2,7 / 1683 \cdot 1,05 = 12,1$ приймаємо 12

відповідно до кількості печей.

Аналогічно розраховуються решта виробничих робітників, і представимо у вигляді таблиці (табл. 4.13).

Таблиця 4.13 - Чисельність виробничих робітників.

Професія	Кількість осіб	Розряд	Тарифний коефіцієнт
Шихтувальник	4	3	2,2
Плавальник	2	5	3,2
Плавальник	4	3	2,2
Плавальник	4	4	2,6
Заливник	6	3	2,2
Терміст	2	4	2,6
Опиловщик	4	3	2,2
Обрубувальник	4	3	2,2
Газорізач	2	2	1,7
Формувальник	6	4	2,6
Формувальник	4	3	2,2
Вибивач	2	3	2,2
Стрижниці	4	3	2,2
Разом	48	3,1	2,3

Розрахуємо середній розряд виробничих робітників.

$$R_{\text{ср}}^{\text{раб}} = \Sigma \text{людина розряд} / \Sigma \text{людина} = 2*5 + 12*4 + 32*3 + 2*2 / 48 = 148 / 48 = 3,1$$

Розрахуємо середній тарифний коефіцієнт виробничих робітників.

$$K_{\text{тар.ср}}^{\text{пр.раб}} = \Sigma \text{людина-коефіцієнт} / \Sigma \text{людина} = 2*3,2 + 12*2,6 + 32*2,2 + 2*1,7 / 48 = 111,4 / 48 = 2,3$$

Розрахуємо чисельність допоміжних робітників і подаємо у вигляді таблиці (табл. 4.14)

Таблиця 4.14 - Чисельність допоміжних робітників

Професія, спеціальність	Кількість ставок	За розрядами (коефіцієнтами)				
		2 1,7	3 2,2	4 2,6	5 3,2	6 3,6
Контролер	2	-	1	1	-	-
Розподільник робіт	1,5	1,5	-	-	-	-
Черговий електрик	2	-	-	-	1	1

Продовження таблиці 4.14

Слюсар ремонтник	2	-	-	1	1	-
Наладчик	2	-	-	-	2	-
Транспортний робітник	1,5	-	1,5	-	-	-
Робочий з прибирання приміщень	1	-	-	-	-	-
Разом	12	1,5	2,5	2	4	1

Розрахуємо середній розряд допоміжних робітників.

$$P_{\text{всп. роб. ср.}} = \Sigma \text{людина} - \text{розряд} / \Sigma \text{людина} = 2 \cdot 1,5 + 3 \cdot 2,5 + 4 \cdot 2 + 5 \cdot 4 + 6 \cdot 1/12 = 3,7$$

Розрахуємо середній тарифний коефіцієнт допоміжних робітників.

$$K_{\text{всп. раб. тар.}} = \Sigma \text{людина} - \text{розряд} / \Sigma \text{людина} = 1,7 \cdot 1,5 + 2,2 \cdot 2,5 + 2,6 \cdot 2 + 4 \cdot 3,2 + 3,6 \cdot 1/12 = 2,2$$

Необхідна кількість ІТР залежить від типу виробництва, технологічного процесу, організації праці, професіоналізму та ділових якостей. Представимо кількість ІТР у вигляді таблиці (табл. 4.15).

Таблиця 4.15- Чисельність ІТП

Підрозділ	Посада	Кількість ставок	Оклад, рублів	
			одного	всіх
Виробництво	Старший майстер	1	23250	23250
	Змінний майстер	2	17500	35000
Планово-виробниче бюро	Диспетчер	1	19300	19300
	Планувальник	1	13600	13600
Бюро технічних. контролю	Контрольний майстер	1	18000	18000
Тех.бюро	Технолог	2	17200	34400
Разом	-	8	-	143550

Розрахуємо кількість службовців та подаємо у вигляді таблиці (табл. 4.16)

Таблиця 4.16 - Чисельність службовців.

Посада	Кількість ставок	Оклад, рублів	
		цього	всіх
Комірник	2	12000	24000
Табельник	1,5	5800	8700
Бухгалтер	1,5	7400	11100
Разом	5	-	43800

У таблицях 4.13-4.15 представлені лише деякі категорії працюючих, решта: начальник виробництва, заступники, економіст, інженер з ТБ і ОТ, водії, гардеробники, враховуються укрупнено за статтею «накладні витрати».

Результати діяльності ливарного виробництва залежать не тільки від кваліфікації працюючих, а й від їхнього бажання та вміння працювати.

4.7 Організація ремонту обладнання

Ремонтна служба забезпечує безперебійну роботу устаткування цеху. До обов'язків ремонтної служби входить огляд та ремонт обладнання.

Види робіт з ремонту:

Технічне обслуговування - комплекс робіт та операцій з підтримки працездатності обладнання;

Поточний ремонт – здійснюється у процесі експлуатації для гарантованого забезпечення працездатності обладнання від одного до іншого середнього та капітального ремонту;

Середній ремонт – відновлення або заміна зношених деталей, перевірка, регулювання точності та випробування окремих вузлів обладнання;

Капітальний ремонт - повне відновлення технічних, експлуатаційних та економічних характеристик.

Категорія складності ремонту обладнання встановлюється залежно від конструктивних особливостей, основних технічних параметрів, що характеризують складність ремонту.

Ремонтний цикл – проміжок часу роботи обладнання між двома капітальними ремонтами або між введенням в експлуатацію та капітальним ремонтом.

Структура ремонтного циклу встановлює зміст та послідовність виконання робіт з ремонту та технічного обслуговування.

4.8 Організація міжопераційного транспорту

Досягнення високих показників продуктивності праці та культури

Виробництва на всіх ділянках технологічного процесу виготовлення виливків багато в чому залежать від технічного складу та рівня організації транспорту в цеху.

Внутрішньозаводське транспортне господарство є комплексом підйомно-транспортного обладнання для переміщення вантажів в обсязі, за термінами та маршрутами, які визначені складом та вимогами технологічного процесу.

Міжопераційний транспорт забезпечує транспортний зв'язок окремих робочих місць, виробничих ділянок. Вантажопотоки внутрішньоцехових перевезень різноманітні, до них належать: переміщення оброблюваної продукції з операції на операцію, доставка основних та допоміжних матеріалів.

В умовах ливарного виробництва застосовують транспортні засоби кількох видів:

Безперервної дії – конвеєр та системи конвеєрів, контактні та монорейкові дороги, транспортні стрічки, елеватори;

Періодичної дії – мостові крани, кран-балки, електрокари, скіпові підйомники, авто та електронавантажувачі;

Пневматичні – застосовуються для переміщення сипких вантажів.

Організація вантажопотоків у ливарному виробництві регламентується ходом технологічного процесу, виробничими можливостями транспортних засобів та режимом роботи відділень, ділянок, цехів.

Управління внутрішньозаводським транспортом здійснюється начальником цеху через диспетчера.

Вантажооборот ливарного цеху визначається за кожним видом сировини, матеріалами та придатними виливками, і встановлюється на планово-розрахунковий період у тоннах або тонно-кілометрах.

На ділянці лиття в РПФ транспортування шихтових матеріалів, металу та інших матеріалів здійснюється за допомогою візків, для переміщення важких вантажів усередині ділянки використовують кран-балки, мостові крани, електрокари.

4.9 Структура ливарного цеху (дільниці)

Під виробничою структурою цеху розуміється сукупність його виробничих ділянок, допоміжних та обслуговуючих служб та форми їхнього взаємозв'язку. Виробнича структура цехів різна, залежить від низки чинників, передусім від характеру виконуваних технологічних процесів, які у цеху, і навіть від типу виробництва.

Виробнича ділянка – це сукупність робочих місць, де колектив робітників виконує або певний етап виробничого процесу, або частина продукції, що випускається цехом номенклатури.

Виробнича структура цеху має відповідати принципам раціональної організації виробничого процесу, забезпечувати високу продуктивність праці, ефективність виробництва, високу якість продукції.

Структуру ливарного цеху визначає його потужність, номенклатура, режим роботи, ступінь спеціалізації та тип виробництва.

Сучасний ливарний цех складається з виробничих та допоміжних відділень, складських та службово-побутових приміщень.

1) Виробничі відділення: плавильне, включаючи ділянку приготування шихти; формувальню-залитово-виливну, включаючи сушильні установки; суміші, включаючи бункери - відстійники; стрижневе, включаючи сушильні установки; відділення обробування, очищення та термообробки лиття з ділянкою виправлення лиття та гідровипробувань; відділення ґрунтування лиття.

2) Допоміжні відділення: ремонтно-енергетичне, модельно-опкове, ковшеве, лабораторії, відділення підготовки свіжих формувальних матеріалів, регенерації сумішей, ділянка отримання вуглекислоти, установок сантехнічного обладнання, підстанції.

3) Склади шихти, свіжих формувальних матеріалів, опок, модельної оснастки, пристроїв та інструментів, готових деталей.

4) Службово-побутові приміщення, в яких розміщуються контора цеху, технологічне бюро, служби механіка та енергетика, бухгалтерія, бюро праці та зарплати, виробничо-диспетчерська та планово-економічна служби, бюро технічного контролю, вбиральні, душові, столові, червоні куточки, медпункт, кімната гігієни.

4.10 Технологічна схема цеху (дільниці)

Склад виробничих та допоміжних ділянок та обладнання, що входять до комплексу ливарного виробництва, повинен забезпечити виконання всього технологічного процесу виробництва виливків, передбачених програмою, починаючи зі складів формувальних та шихтових матеріалів та закінчуючи ґрунтовкою виливків. Проте до складу ливарного цеху який завжди входить повний комплекс виробництва.

Обов'язковими виробничими відділеннями будь-якого ливарного цеху є плавильне з проміжним складом шихтових матеріалів та ділянкою дозування та набору шихти, формувальню – залитову, стрижневе, суміші з проміжним складом формувальних матеріалів та обробно – очисне. Крім того, у будівлі

кожного ливарного цеху мають бути розміщені допоміжні відділення та ділянки, у тому числі й проміжні.склади моделей, ремонтні та енергетичні служби.

Після визначення складу цеху розробляють технологічну схему цеху, тобто. взаємне розміщення його виробничих, допоміжних відділень та ділянок. При необхідності визначити орієнтовно загальну площу цеху та площі його основних відділень та за відсутності детальних опрацювань головних відділень середні площі для складання технологічних схем цехів різного призначення можна приймати за табл. 68[]. Під час розробки цих схем рекомендується уніфікувати ширину прольотів.

У технологічній схемі має бути передбачено розміщення найбільш людних та відповідальних виробничих відділень та ділянок (формувальні, стрижневі) у найбільш комфортних приміщеннях, просторах, з гарним освітленням, переважно біля зовнішніх стін будівлі.

Слід також враховувати особливості транспортних зв'язків відділень цеху, обсяг і транспортабельність матеріалів, що переміщуються. Необхідно забезпечити найкоротші та зручні передачі рідкого металу, готових формувальних та використаних сумішей, вантажопотоки яких найбільші. Тому у всіх схемах ливарних цехів розташовують поруч плавильне відділення та заливальні ділянки формувальних відділень, формувальні та сумішопідготовчі відділення, стрижневі відділення та складальні ділянки формувальних відділень. Транспортування виливків в обрубне відділення часто поєднують з охолодженням, тому наближення обрубного відділення до формувального необов'язково.

Проміжні склади моделей повинні знаходитися в безпосередній близькості від формувальних та стрижневих машин та робочих місць, причому має бути забезпечений зручний та безперебійний транспорт цього оснащення. Ця умова особливо важлива для ливарних цехів, у програмі яких велика номенклатура різноманітних виливків.

Одночасно з опрацюванням схеми цеху, виходячи з технологічних та будівельних міркувань, визначають поверховість будівлі ливарного цеху.

Доцільно виділяти для обладнання (транспортного, сантехнічного, енергетичного та ін.) та приміщень, що потребують періодичного обслуговування або мінімального числа персоналу, менш комфортну площу, ніж для основних технологічних операцій, що виконуються великою кількістю працюючих.

У ряді випадків доцільно влаштовувати проміжні поверхи (між першим та другим) для розміщення засобів безперервного транспорту, за рахунок чого обсяг будівлі використовується краще.

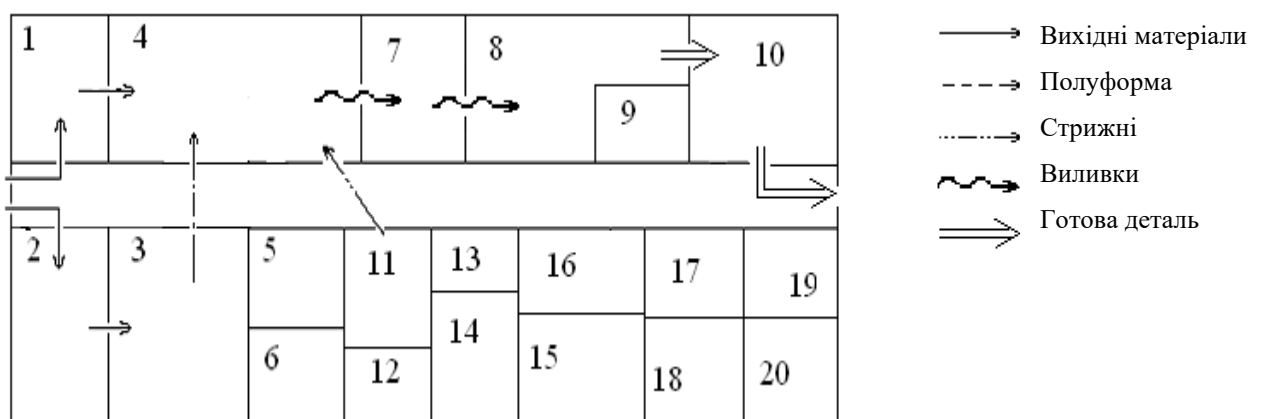


Рис 4.2 Ескіз планування цеху:

1 – Склад шихтових матеріалів, 2 – Склад стрижневих матеріалів, 3 – Формувальне відділення, 4 – Плавильно-складальне відділення, 5 – Склад опок, 6 – Склад моделей, 7 – Вибивне відділення, 8 – Відділення термообробки та обрубкування, 9 – Ділянка технічного контролю, 10 - Склад готової продукції, 11 – Стрижневе відділення, 12 – Склад стрижневих ящиків, 13 – Лабораторія, 14 - Відділення енергетиків, 15 – РЕМ ПРІ, 16 - Відділення механіків, 17 – ОТК, 18 – КМІ, 19 – ІРК, 20 - АХО

Розрахуємо площу плавильного відділення.

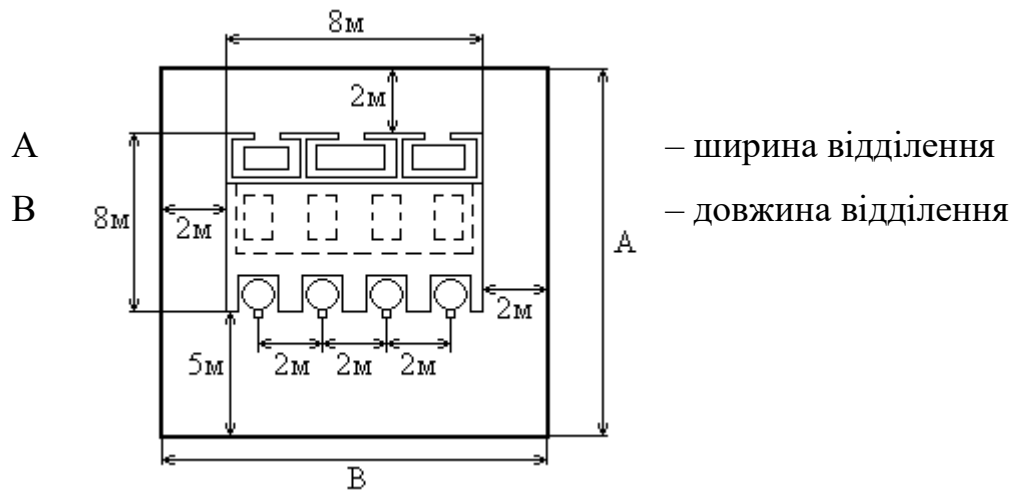


Рис.4.3 Ескіз плавильного відділення

$$A = 5 + 8 + 2 = 15 \text{ м}$$

$$B = 2 + 8 + 2 = 12 \text{ м}$$

$$S = A * B = 15 * 12 = 180 \text{ м}^2$$

Розрахуємо площу формувального відділення.

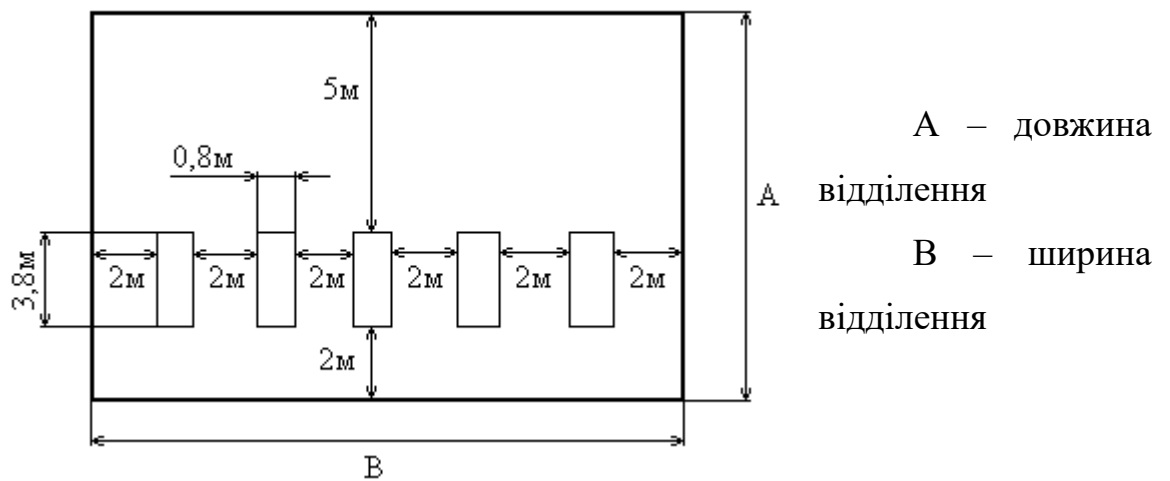


Рис. 4.4 Ескіз формувального відділення

$$A = 2 + 3,8 + 5 = 10,8 \text{ м}$$

$$B = 6 * 2 + 5 * 0,8 = 12 + 4 = 16 \text{ м}$$

$$S = A * B = 10,8 * 16 = 172 \text{ м}^2$$

4.11 Визначення площі цеху (дільниці)

Шихтове відділення призначене для приготування та зберігання шихтових матеріалів. У цех шихта доставляється як чушок автомобільним транспортом. Потім чушки в тарі електронавантажувачами подаються до осередків стелажів складу. Особливістю даного виду лиття є велика витрата металу на литникову систему, маса якої становить 60-70% відливки. Це необхідно враховувати для визначення місткості бункерів, призначених для зберігання відходів. Відходи подаються склад шихти з обрубного відділення системою пластинчастого конвеєра.

Плавильне відділення призначене для розплаву металу. Воно розташоване між шихтовим та складально-заливним відділенням та обладнане плавильними печами відповідно до застосовуваних сплавів та виробничої потужності ливарного відділення.

Складально-заливальне відділення призначене для збирання та заливання виливків. У відділенні розташовано підйомно-транспортне обладнання. Біля заливного плацу, встановлюють переносні екрани або стаціонарні огороження, призначені для захисту рідких металів, що працюють від бризок.

Формувальне відділення установки приготування суміші ХТС розміщено так, щоб можна вільно підійти до будь-якої з них та проводити ремонт та демонтаж однієї машини без зупинки інших.

Допоміжні відділення.

Ділянка ремонту ливарного оснащення є інструментально-механічною майстернею, призначеною для забезпечення профілактичного огляду та дрібного ремонту обладнання. На ділянці ремонту встановлені необхідні металорізальні верстати.

Ділянка технічного контролю – виливки надходять після зачистки для остаточної перевірки їхньої придатності та відповідності кресленню. На ділянці контролю передбачено контрольно-вимірювальні прилади. Ділянка контролю має примикати до складу готової продукції.

Склад готової продукції є приміщенням зі стелажми, на яких ставлять ящики з готовими виливками.

Склад має підйомно-транспортне обладнання для переміщення ящиків з виливками.

Адміністративні приміщення.

Кімната майстрів – на одного майстра передбачено 4 м^2 ., а в першу зміну працюють – 7 майстрів, у другу – 2 майстри. Отже, площа кімнати майстрів дорівнюватиме 28 м^2 ., з 4 столами.

Технологічний відділ – на одного технолога передбачено 4 м^2 ., отже, для трьох технологів кабінет має бути не менше 12 м^2 . У нашому випадку – 14 м^2 .

Кабінети ІТП.

- Кабінет секретаря 12 м^2 .
- Кабінет начальника цеху 24 м^2 .
- Кабінет заступників 20 м^2 .
- Кабінет диспетчера 10 м^2 .

Комори.

При серійному виробництві норма площ становить $1,3-1,7 \text{ м}^2$. Інструментальна та матеріальна комора розташовані в одній кімнаті площею 5 м^2 .

- Кладова механіка $3,2 \text{ м}^2$.
- Кладова енергетика $2,8 \text{ м}^2$.

Роздягальні.

Розмір одиночної шафи $50 \times 25 \text{ см}$, подвійного - $50 \times 33 \text{ см}$ з висотою $1,65 \text{ м}$. Ширина проходу між закритими шафами не менше 1 м . Верхній одяг працівників контори, лабораторії та різних служб за погодженням із органами санітарного нагляду може зберігатися на вішалках. Довжина вішалки визначається з розрахунку 5 гачків на 1 погонний метр.

Душові розміщуються у приміщеннях, суміжних із гардеробами. При душових передбачаються приміщення для перевдягання, на кожний душ встановлюється лава на три місця довгою $1,2 \text{ м}$. та шириною $0,3 \text{ м}$. Розміщувати душові та переддушні у зовнішніх стінах не допускається.

Кількість душ визначається з розрахунку душ на 10 осіб, що працюють у найбільш численній зміні. Розміри (у плані) відкритих душових кабін $0,9 \times 0,9$ м., а закритих - $1,8 \times 0,9$ м., місць для перевдягання - не менше $0,6 \times 0,9$ м. Ширина проходів не менше $0,9$ м. Душеве приміщення повинне мати припливно-витяжну вентиляцію.

Отже, з вище викладеного визначаємо кількості душових кабін для чоловіків та жінок.

Чоловіча роздягальня: 65 подвійних шафок, 8 душових кабін.

Жіноча роздягальня: 25 подвійних шафок, 3 душові кабінки.

Санвузли.

Кількість умивальників визначається з розрахунку один умивальник на 20 осіб із подачею гарячої води до 30% умивальників. Розрахунок ведеться за найбільш численною зміною. За нормами проектування площа на один кран складає $2,1 \text{ м}^2$, відстань між кранами - $0,6$ м., ширина проходів - $1,6$ м. Санвузли в цеху розміщуються рівномірно на відстані не більше 75 м. від робочого місця з розміром кабінки $1,2 \times 0,9$ м. Їх кількість визначається з розрахунку 15 жінок на одну підлогову чашу (або унітаз) у найбільш численній зміні та 30 чоловіків на одну підлогову чашу (або унітаз) та на один пісуар.

Отже, з вище викладеного визначаємо кількість умивальників та санвузлів для чоловіків та жінок.

Кількість умивальників та санвузлів для чоловіків: 6 умивальників, 4 санвузли.

Кількість умивальників та санвузлів для жінок: 2 умивальники, 2 санвузол.

ВИСНОВОК

В результаті проведених розрахунків та аналізу роботи литейного цеху, можна зробити кілька основних висновків. По-перше, технологічний процес лиття є складним і багатокомпонентним, що потребує уважного підходу до вибору сировини, обладнання та організації роботи. Зроблені розрахунки показали, що для підвищення ефективності виробництва необхідно оптимізувати використання матеріалів, зменшити їх витрати, а також вдосконалити контроль якості на всіх етапах виготовлення продукції.

По-друге, важливим аспектом є енергоспоживання. Аналіз показав, що значну частину витрат підприємства складають енергетичні ресурси. З огляду на це, впровадження енергоефективних технологій та модернізація устаткування дозволить значно знизити витрати на електроенергію і паливо, що в свою чергу зменшить собівартість продукції.

По-третє, для підвищення конкурентоспроможності литейного цеху слід впроваджувати новітні технології. Зокрема, автоматизація виробничих процесів і використання сучасного обладнання дозволить значно покращити точність і швидкість виготовлення виробів, а також зменшити вплив людського фактора на кінцеву якість продукції.

В результаті впровадження цих змін можна очікувати не лише зниження витрат, а й значне підвищення продуктивності та якості продукції. Окрім того, оптимізація технологічних процесів допоможе знизити екологічне навантаження на навколишнє середовище, що є важливим аспектом для будь-якого сучасного виробництва.

Отже, подальший розвиток литейного цеху потребує комплексного підходу, який включає модернізацію обладнання, впровадження енергоефективних та екологічно безпечних технологій, а також підвищення кваліфікації персоналу. Це дозволить забезпечити стабільне і високоякісне виробництво, що відповідатиме вимогам ринку та сприятиме зростанню конкурентоспроможності підприємства.

ЛІТЕРАТУРА

- 1 Воздвиженський В. М. «Контроль якості виливків» Москва, Машинобудування, 1990 рік.
- 2 Зайцев Н.А. "Економіка промислового підприємства" Москва, "Інфра-М", 2001р.
- 3 Кнорре Б.В. "Основи проектування ливарних цехів і заводів", Москва, "Машинобудування", 1979 рік.
- 4 Логінов І.З. "Проектування ливарних цехів" Мінськ, "Вища Школа", 1975 рік.
- 5 Маслов А.Ф., «Економіка, організація та планування ливарного виробництва» Москва, Машинобудування, 1985 рік.
- 6 Могильов В.К., Лев О.І. "Довідник ливарника" Москва, Машинобудування, 1988 рік.
- 7 Сафронов В.Я. "Довідник з ливарного обладнання" Москва, Машинобудування, 1985 рік.
- 8 Степанов Ю.А «Технологія ливарного виробництва», Москва, машинобудування, 1991 рік.
- 9 Чернишов Є. А. «Ливарні сплави та його зарубіжні сплави», Москва, Машинобудування, 2006 рік.
- 10 Шестопап В.М. "Технічні та економічні основи ливарного виробництва", Москва, Машинобудування, 1974 рік.