

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 сталеливарного цеху потужністю 26000 тон
виливків на рік з розвісом лиття із високомарганцевистої сталі до 1000 кг

Виконав студент 3 курсу, групи МТ-22-
1ск

напряму підготовки (спеціальності)
136 - Металургія

(шифр і назва)

Каюн Р. О.

(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 сталеливарного цеху потужністю 26000 тон
виливків на рік з розвісом лиття із високомарганцевистої сталі до 1000 кг

Виконав: студент групи МТ-22-1ск

Керівник випускної роботи

Н.контроль

Завідувач кафедри

Каюн Р. О.

Скідін І.Е.

Скідін І.Е.

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 випускну атестаційну роботу бакалавра

1. Тема роботи: Розробка проекту сталеливарного цеху потужністю 26000 тон виливків на рік з розвісом лиття із високомарганцевистої сталі до 1000 кг.

керівник роботи: к.т.н., доцент Сکیدін І.Е.

затверджено наказом по КНУ від « ____ » _____ 2025 р. № 150с

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

3. Вихідні дані до роботи:

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

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)

Каюн Р. О.

Керівник випускної
кваліфікаційної роботи

(підпис)

Скідін І.Е.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка на кваліфікаційну роботу бакалавра: «Розробка проекту сталеливарного цеху потужністю 26000 тон виливків на рік з розвісом лиття із високомарганцевистої сталі до 1000 кг»: с., 13 рисунків, 49 таблиць, 8 літературних джерел.

В цій роботі описується проектування плавильного відділення та виготовлення ливарних форм. Також описується виготовлення стрижнів.

1 У загальній частині описується режиму роботи цеху, програми відділень та експлуатаційні властивості високо марганцевистих сталей в умовах роботи гірничодобувної промисловості.

2 У технологічній частині пояснюється розробка технологічного процесу виготовлення відливки «Зуб ковша».

3 У спеціальній частині пояснюються властивості високо марганцевистих сталей та обґрунтовування способу зміцнення виробу.

ВІДДІЛЕННЯ, ЦЕХ, ВІДЛИВКА, МОДЕЛЬНИЙ КОМПЛЕКТ, ФОРМА, ЗАРОБІТНА ПЛАТА, СТАЛЬ ГАДАФІЛЬДА, ЗУБ КОВША, МОДЕЛЮВАННЯ, АБРАЗИВНЕ ЗНОШУВАННЯ, УДАРНО-АБРАЗИВНЕ ЗНОШЕННЯ, ЛИВАРНА ТЕХНОЛОГІЯ, ЛИВАРНА ФОРМА.

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.Р					
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Реферат			Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Каюн Р. О.								
Перевірив		Скідін І. Е								
Рецензент		Саїтгареев Л.Н						Кафедра МЧМЛІВ Група МТ-22-1ск		
Н.контроль		Скідін І. Е								
Затвердив		Савельєв С.Г.								

[illegible]

ЗМІСТ

Вступ

1. Аналітична частина

1.1 Загальні відомості про СФЛЦ

1.2 Показники діяльності СФЛ

1.3 Загальні відомості по проектованому цеху

1.3.1 Плавильне відділення

1.3.2 Формувально-заливальне відділення

1.3.3 Стержневе відділення

1.3.4 Сумішоприготувальне відділення

1.3.5 Відділення фінішних операцій

1.4 Техніко-економічне обґрунтування виробничої програми

2. Загальна частина

2.1 Характеристика проектового цеху

2.2 Обґрунтування і вибір режиму роботи цеху

2.3 Фундації часу роботи устаткування і робітників

2.4 Обґрунтування і розрахунок виробничої програми цеху

2.5 Програма плавильного відділення

2.6 Формувально-заливальне відділення

2.7 Стержневе відділення

2.8 Сумішоприготувальне відділення

2.9 Розрахунок площі складів шихтових і формувальних матеріалів

2.10 Відділення фінішних операцій

2.11 Розрахунок площі цеху

2.12 Експлуатаційні властивості високо марганцевистих

сталей в умовах роботи гірничодобувної промисловості

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив	Каюн Р. О.				Зміст	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Скідін І. Е							
Рецензент	Саїтгареев Л.Н							
Н.контроль	Скідін І. Е					Кафедра МЧМЛВ Група МТ-22-1ск		
Затвердив	Савельєв С.Г.							

3. Технологічна частина

3.1 Розробка технологічного процесу виготовлення відливки «Зуб ковша»

3.1.1 Аналіз замовлення

3.1.2 Аналіз технологічності конструкції литої деталі і вибір способу виготовлення відливок

3.1.3 Визначення положення відливки у формі при заливці

3.1.4 Визначення ділянок поверхні відливки, виконуваних стержнями

3.1.5 Вибір матеріалу для виготовлення модельного комплекту

3.1.6 Конструкція і розміри модельного комплекту

3.1.7 Забарвлення і маркіровка модельного комплекту

3.1.8 Визначення розмірів і конструкції опок

3.1.9 Проектування і розрахунок литникової системи

3.1.10 Розрахунок прибутку

3.1.11 Вибір способу заливки форми, визначення температури розплаву при заливці, тривалість охолодження відливки у формі

3.1.12 Визначення маси вантажу

4. Спеціальна частина

4.1 Експлуатаційні властивості високо марганцевистих сталей в умовах роботи гірничо-добувальної промисловості. Характеристика виробу

4.1.1 Сталь 110Г13Л. Загальні відомості

4.1.2 Фізичні, механічні і службові властивості сталі 110Г13Л

4.2 Вибір і обґрунтування способу зміцнення виробу

4.3 Вибір металу для відливки «Зуб ковша»

4.4 Структура металу до термічної обробки

4.5 Термічна обробка марганцевистої сталі 110Г13Л

5. Організаційна частина

5.1 Зарплата основних виробничих робітників

5.1.1 Основна заробітна платня

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 5.1.2 Приробіток відрядника
- 5.1.3 Премія з фондаций З.П
- 5.1.4 Основна заробітна платня основних виробничих робітників
- 5.1.5 Додаткова зарплата
- 5.1.6 Загальна фундація зарплати
- 5.2 Зарплата допоміжних робітників
- 5.2.1 Основна зарплата допоміжних робітників за тарифом
- 5.2.2 Приробіток відрядника
- 5.2.3 Премія з фондаций зарплати
- 5.2.4 Основна зарплата допоміжних робітників
- 5.2.5 Додаткова зарплата допоміжних робітників
- 5.2.6 Загальна фундація зарплати
- 5.3 Загальна зарплата основних і допоміжних робітників
- 5.4 Середня заробітна платня по цеху
- 5.5 Визначення капітальних витрат на будівництво проектного цеху
- 5.5.1 Амортизація будівлі по кварталах
- 5.5.2 Амортизація устаткування по кварталах
- 5.5.3 Амортизація інструменту і оснащення по кварталах
- 5.6 Розрахунок собівартості готової продукції
- 5.6.1 Розрахунок проектної собівартості однієї тонни годного литва сталі 110Г13Л
- 5.6.2 Розрахунок проектної собівартості однієї тонни годного литва із сталі 125Г18Х2МНЛ
- 5.7 Техніко-економічні показники проектного цеху
- 5.8 Показники ефективності капітальних вкладень
- 5.8.1 Рентабельність проектного цеху
- 5.8.2 Показник ефективності капітальних витрат
- Висновки
- Список використаних джерел

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Перед машинобудівною і металургійною галуззю поставлені великі задачі по модернізації і корінному технічному переоснащенню ливарного виробництва. Пропонується збільшити виробництво відливок на автоматичних і комплексно-механізованих лініях в 2,5 – 3 рази. За рахунок автоматизації і механізації виробництва скоротиться ручна праця в ливарних, при цьому збільшаться темпи зростання продуктивності праці. Виконання поставлених задач передбачає освоєння прогресивних технологій на базі нового високопродуктивного устаткування. Разом з проектуванням нових цехів необхідно переоснастити цехи і ділянки з низькими техніко-економічними показниками і незадовільними умовами праці, упровадити нові технології і методи управління ливарним виробництвом, поліпшити підготовку робітників і ІТР, перепідготовку кадрів.

При сучасних темпах зростання продуктивності праці особливе значення має швидке переналагодження устаткування, оскільки номенклатура виробів, що випускаються, безперервно оновлюється.

Базою інтенсифікації сучасних виробництв та скорочення витрат підприємств може бути підвищення вимог в аспекті експлуатаційної стійкості деталей, вузлів та агрегатів. Це безпосередньо пов'язано з необхідністю підвищення якості литих деталей та збільшенням терміну їхньої служби. Це найхарактерніше для виливків, призначених для роботи в умовах впливу інтенсивних навантажень, агресивних та абразивних середовищ. Прикладом може бути виливок «Зуб ковша екскаватора».

Даний дипломний проект написаний на основі учбових програм з урахуванням досвіду роботи цеху-аналога. Матеріал розташований в порядку розробки і здійснення технологічного процесу виробництва відливів. В проекті приведені відомості про нові матеріалах, процесах і устаткуванні, відображені технологічні процеси виготовлення відливок з використанням піщано-глинистих сумішей і рідких самотверднучих сумішей, технічні характеристики технологічного устаткування. В проекті використані джерела по проектуванню, написані вітчизняними авторами, а також норми витрат матеріалів, згідно даним по цеху-аналогу.

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.Вс			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Вступ	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив	Каюн Р. О.							
Перевірив	Скідін І. Е							
Рецензент	Світгарєєв Л.Н					Кафедра МЧМЛВ Група МТ-22-1ск		
Н.контроль	Скідін І. Е							
Затвердив	Савельєв С.Г.							

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальні відомості про СФЛЦ

Одним з найбільших цехів ЗАТ «КЗГО» є СФЛЦ, задача якого полягає у виробництві марганцевистого і вуглецевого литва.

Цех почав свою роботу в 1961 році, проектна потужність на той момент складала 26400 т. відливок на рік. З 1974 року почався інтенсивний розвиток цеху, щорічно почали вводитися нові потужності. Максимальна продуктивність була досягнута в 1990 році. Випуск сталевих литва склав – 77417 т., випуск чавунного литва – 8131 т., випуск злитків – 10268 т. В 2007 році випуск литва склав 28000 т.

На даний момент сталеливарний цех складається з двох корпусів. Цех виробляє запасні частини і вузли устаткування гірничо-збагачувальних комбінатів і шахт, нестандартне устаткування і металоконструкції для гірничорудних підприємств України.

Аналіз роботи цеху проводимо на базі корпусу №1, як самостійної одиниці.

Загальна площа цеху 33336 м². Початкова проектна потужність цеху 25400 т. відливок в рік. Випуск продукції в 2007 році склав 12622 т.

В цеху функціонують декілька ділянок, що дозволяють виконувати виробничу програму:

- плавильна ділянка;
- сумішоприготувальна ділянка;
- формувальна ділянка;
- чавуноливарна ділянка;
- стержнева ділянка.

1.1.1 Плавильна ділянка

Займана площа – 2880 м².

На плавильній ділянці методом переплаву або розкислювання виплавляється більше 30 марок сталей, у тому числі 80% від всіх сталей, що виплавляються, складає високомарганцевиста сталь 110Г13Л і 125Г18Х2МНЛ. Вуглецеві і низьклегіровані сталі виплавляються тільки методом окислення, на свіжих матеріалах. Виплавка проводиться в печах електродуг типу ДСП-6, місткість яких складає 6 т. Металошихта подається в плавильний проліт залізничним транспортом в спеціальних баддях.

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.АЧ			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Аналітична частина	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив	Каюн Р. О.							
Перевірів	Скідін І. Е							
Рецензент	Сайтгарєєв Л.Н					Кафедра МЧМЛВ Група МТ-22-1ск		
Н.контроль	Скідін І. Е							
Затвердив	Савельєв С.Г.							

Шихтовий матеріали завантажуються у ванну плавильної печі електромостовими кранами. Готовий розплав зливається в стопорний сталерозливний ківш і піддається позапічній обробці, після чого ківш на передавальному візку перевозиться на формувальну ділянку для заливки форм.

1.1.2 Сумішоприготувальна ділянка

Займана площа – 1008 м².

Ділянка призначена для приготування формувальних і стержневих сумішей.

Формувальні і стержневі суміші, що готуються:

1. ФНС – наповнювальна для всіх марок сталей і чавуну з використанням оборотної суміші;
2. ФЕС – єдина для деталей казанів ручного формування з використанням оборотної суміші;
3. ФЖС-1 – облицювальна швидкотвердіюча, для вуглецевих і легованих сталей;
4. ФЖС-1 ст. – стержнева швидкотвердіюча, дрібні стержні;
5. ФЖС-3 – стержнева швидкотвердіюча, середні і крупні стержні;
6. ХРЖ, ХЖС – стержнева хромова для відповідального литва;
7. ФОС-1 – облицювальна, для ручного і машинного формування;
8. ФОС-1 ст. – стержнева для дрібних стержнів;
9. ХТС-1 – стержнева холоднотвердіюча для стержнів деталей казанів;
10. ХТС-2 – стержнева холоднотвердіюча для середніх і крупних стержнів;
11. СМА – стержнева масляна для стержнів дрібних складної конфігурації.

Приготування наповнювальної формувальної суміші проводиться в бігунах безперервної дії моделі 1524. Приготування облицювальної суміші проводиться в бігунах моделі 114 періодичної дії.

Транспортування формувальних сумішей і оборотної суміші після вибивних решіток проводиться стрічковими конвеєрами.

1.1.3 Формувальна ділянка

Займана площа – 10074 м².

В корпусі №1 на формувальній ділянці застосовуються багаторазові опоки, вживані як при ручному формуванні, так і при машинному. Подача формувальної суміші до бункерів виконується стрічковими конвеєрами. Машинне формування проводиться на 3-х потокових лініях.

Потокова комплексно-механізована лінія №1 працює із застосуванням опок 2500x2500 мм в світлу і заввишки 500/700 мм або 700/1100 мм

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.АЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Маса відливок, що виготовляються, 0,5 – 5,0 тонн базується на струшуючому столі, вантажопідйомністю 27 т. Середня металоємність форми 600 кг. Досягнутий максимальний об'єм виробництва 12000 і 17000 т.

Є плац ручного формування. До місця заливки розплавлений метал в сталерозливному ковші подається міжпролітним візком. Заливка проводиться з підвішеного краном ковша. Форми для заливки виставляються на візки конвеєра. Після витримки всі візки із залитими формами транспортуються на відкриту естакаду, форма із залитим відливками після охолодження краном встановлюється на вибивну решітку.

Після вибивки відливка прямує автотранспортом в термообрубувальний цех для подальшої обробки. Відпрацьована суміш подається конвеєром в сумішоприготувальне відділення для переробки і в бункер для подальшого транспортування автотранспортом у відвали.

1.1.4 Чавуноливарна ділянка

Займана площа – 1656 м².

Чавуноливарна ділянка заснована в 1977 році для виробництва відливань з сірого чавуну. На ділянці виготовляються відливки (напівфабрикат). Формувальні суміші готують безпосередньо на ділянці, для цього в 1985 році були встановлені змішуючі бігуни моделі 114. Готова суміш подається в бункери формувальних машин за допомогою стрічкових конвеєрів моделі ЛК-53 і ЛК-54. На ділянці є піч ІЧТ-6, потужністю – 1300 КВт, місткістю – 6 т., яка забезпечує виплавку чавуну. Заливка форм проводиться ковшем чайникового типу, місткістю – 0,5 т., за допомогою електромостового крану, вантажопідйомністю – 15/3т. Чавунний дріб виготовляється на саморобній установці (КЦРЗ 2000г). Просушується дріб в сушильному барабані.

1.1.5 Стержнева ділянка

Стержнева ділянка призначена для виготовлення стержнів. Частка стержнів, масою 100кг і більш в програмі відділення складає 50-60%, для виготовлення таких стержнів застосовують ЖСС і ХТС. Тому стержнєве відділення обладнано відповідним устаткуванням: установки для приготування ЖСС, камерні сушила, об'ємом по 20м³, установка для виготовлення оболочкових стержнів, установка для приготування ХТС, візок вібраційний, сушило прохідне, об'ємом 85м³, формувальна машина, передавальний візок, верстаки для ручного формування стержнів, пульт управління лінією виготовлення стержнів з ХТС.

Відділення обслуговують два крани вантажопідйомністю – 15/3 т. Установка для приготування ХТС виготовлена силами заводу. Установка для приготування ЖСС модернізована і додатково забезпечена двохплічним консольно-поворотним стрічковим подавателем для збільшення зони обслуговування.

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.АЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1.6 Термообрубувальний цех

Очищення, обрубування, зачистку і термообробку відливок після вибивки проводять в термообрубувальному цеху, який є окремою спеціалізованою одиницею. Займана площа – 18114 м², відкритої естакади – 5076 м². В цеху використовується наступне технологічне устаткування:

- дві електрогідравлічні установки для очищення відливок від формувальної стержневої суміші моделі 36144;
- шість термопечей з площею череня – 22 м²;
- термопіч з площею череня – 24 м²;
- термопіч з площею череня – 48 м²;
- три гартівні баки;
- дві дробеметні камери моделі 42684М;
- дробеметна камера моделі 42614;
- дробеметний барабан моделі 42215;
- п'ять камер повітряно-дуговий строжки.

Обрубування відливок проводиться пневматичними молотками ІІІ-4. Після всіх виконаних технологічних операцій відливки зачищають зачищувальними і відрізними машинками. Підйомно-транспортні операції виконуються електромостовими кранами і передавальними візками.

Аналізуючи роботу СФЛЦ корпусу №1, можна зробити висновок, що устаткування застаріло, відповідно вимагає постійних ремонтів і профілактичних заходів. Точність відливок (припуска на обробку) не завжди відповідає вимогам, тому собівартість дорожчає, трудовитрати збільшуються, а техніко-економічні показники стають гірше. Система управління вимагає оновлення технологічних процесів виготовлення відливок і упровадження їх у виробництво. Цех-аналог (СФЛЦ корпус №1) не відповідає сучасним технічним вимогам. В даний час керівництвом ЗАТ «КЗГО» поставлені задачі по максимальному розширенню ринку збуту продукції, що випускається.

Переозброєння і модернізація СФЛЦ зажадає величезні капітальні вкладення, включаючи витрати на забезпечення безпечних методів праці і заходу щодо охорони навколишнього середовища, що відповідно приведе до значного підвищення собівартості продукції, що випускається.

1.2 Показники діяльності СФЛЦ

При виробництві продукції (литих деталей) роботу ливарного цеху можна охарактеризувати наступними показниками:

- втрати унаслідок браку;
- виконання виробничого плану;
- виконання капітальних і поточних ремонтів згідно графіка ремонтних робіт.

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.АЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Втрати унаслідок забракованої продукції в цеху відбуваються через знос діючого технологічного устаткування, низької кваліфікації робітників і ІТР, а також діючих старих технологій, які вимагають оновлення.

Щодня в термообрубувальному цеху організована комісія з головних фахівців заводу оглядає литво, яке вимагає оперативного втручання (виправлення дефектів шляхом оброблення, заварки, наплавлення), і ухвалює рішення по виправленню браку.

Кожний вівторок по ливарному комплексу проходить нараду за якості, де розглядаються всі виникаючі питання щодо якості відливань і причини, що привели до отримання браку, і вживаються заходів по його усуненню. Після закінчення наради складається протокол з певним часом по усуненню зауважень, і призначаються особи з числа ІТР, відповідальні за кожний пункт протоколу. Працівників порушників притягають до адміністративної відповідальності.

Виконання виробничої програми цеху, як показує аналіз, вимагає дотримання технологічної дисципліни, що на наявному устаткуванні неможливе без додаткових засобів на ремонти і профілактичні заходи. При постійному зростанні виробництва необхідне придбання сучасного технологічного устаткування для освоєння і упровадження нових технологічних процесів.

Протягом багаторічної експлуатації модельно-опочне оснащення прийшло в непридатність і вимагає постійних ремонтів, що відповідно впливає на виконання плану, дотримання технології і якість відливок.

У зв'язку з великою текучістю кадрів на підприємстві організовані курси підвищення кваліфікації для основних робочих професій: формувальник, стержневик, землероб, вибивальник, складальник форм, сталевар, заливщик. Курси включають декілька напрямів:

- навчання осіб, що не мають професії;
- перепідготовка робітників іншої професії;
- підвищення кваліфікації.

Навчання проводять висококваліфіковані фахівці, до кожного того, що навчається застосовується індивідуальна програма.

Виробничі приміщення цеху знаходяться в експлуатації більше 36 років, і за цей час прийшли в непридатність. Тому в цеху постійно проводяться ремонти по приведенню окремих ділянок в належний стан, з урахуванням дотримання всіх санітарно-гігієнічних норм, техніки безпеки щодо будівельних перекриттів, несучих конструкцій.

Аналіз показників діяльності СФЛЦ приводить до висновку про необхідність будівництва нового сучасного ливарного цеху з повною механізацією і автоматизацією технологічних процесів в умовах ЗАТ «КЗГО».

1.4 Загальні відомості по проектуваному цеху

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.АЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проектом передбачений сталеливарний цех потужністю 26000 т. відливок за рік. До складу цеху входять наступні основні відділення:

- плавильне відділення, до складу якого входить шихтовий проліт;
- формувальньо-заливальне відділення;
- сумішоприготувальне відділення;
- відділення фінішних операцій.

1.3.1 Плавильне відділення

Для виплавки сталей 110Г13Л і 125Г18Х2МНЛ як плавильні агрегати використовуються ДСП (дугова сталеплавильна піч). Як показує практика і проведений аналіз по цеху-аналогу, даний плавильний агрегат дозволяє проводити виплавку вуглецевих, низьколегованих і високолегованих марок сталей з мінімальними витратами і великим економічним ефектом.

1.4.2 Формувально-заливальне відділення

Формувально-заливальне відділення включає комплексно-механізовану і автоматичну лінії формування, ділиться на 2 технологічних потоки. Відділення має високі техніко-економічні показники, за рахунок автоматизації і механізації знижуються трудовитрати і собівартість відливок.

1.4.3 Стержневе відділення

Стержневе відділення є ключовим, оскільки виготовлення стержнів і їх якість визначає отримання кінцевого результату у вигляді годного литва. Стержні масою до 100 кг передбачається виготовляти з ПГС, понад 100 кг – з ЖСС на новому автоматизованому устаткуванні (автоматичні лінії виготовлення стержнів, шнекові установки).

1.4.4 Сумішоприготувальне відділення

Сумішоприготувальне відділення включає наступне устаткування:

- барабанне сушило для просушування піску;
- сито полігональне для просіювання піску;
- змішувачі періодичної дії;
- шнекові установки для приготування різних сумішей.

Комплектація сумішоприготувального відділення новими видами устаткування приведе до підвищення продуктивності праці.

1.4.5 Відділення фінішних операцій

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.АЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відділення фінішних операцій передбачається максимально механізувати, оскільки як показує аналіз цеху-аналога, в термообрубувальному цеху застосовується в основному ручна праця.

В проектуваному цеху відділення фінішних операцій передбачається укомплектувати наступними видами технологічного устаткування:

- установки електрогідравлічні для вибивки стержнів і залишків формувальної суміші;
- дробеметні камери і дробеметні барабани для очищення відливок від пригару;
- термічні печі для термообробки відливок;
- комплексно-механізовані лінії зачистки.

У відділенні також необхідна ділянка для виправлення ливарних дефектів.

1.5 Техніко-економічне обґрунтування виробничої програми

Проаналізувавши виробничу програму, можна зробити висновок, що попит на марганцевисте литво із сталі 110Г113Л і 125Г18Х2МНЛ в Криворізькому регіоні росте з кожним роком, оскільки всі гірничо-збагачувальні комбінати продовжують нарощувати свої потужності.

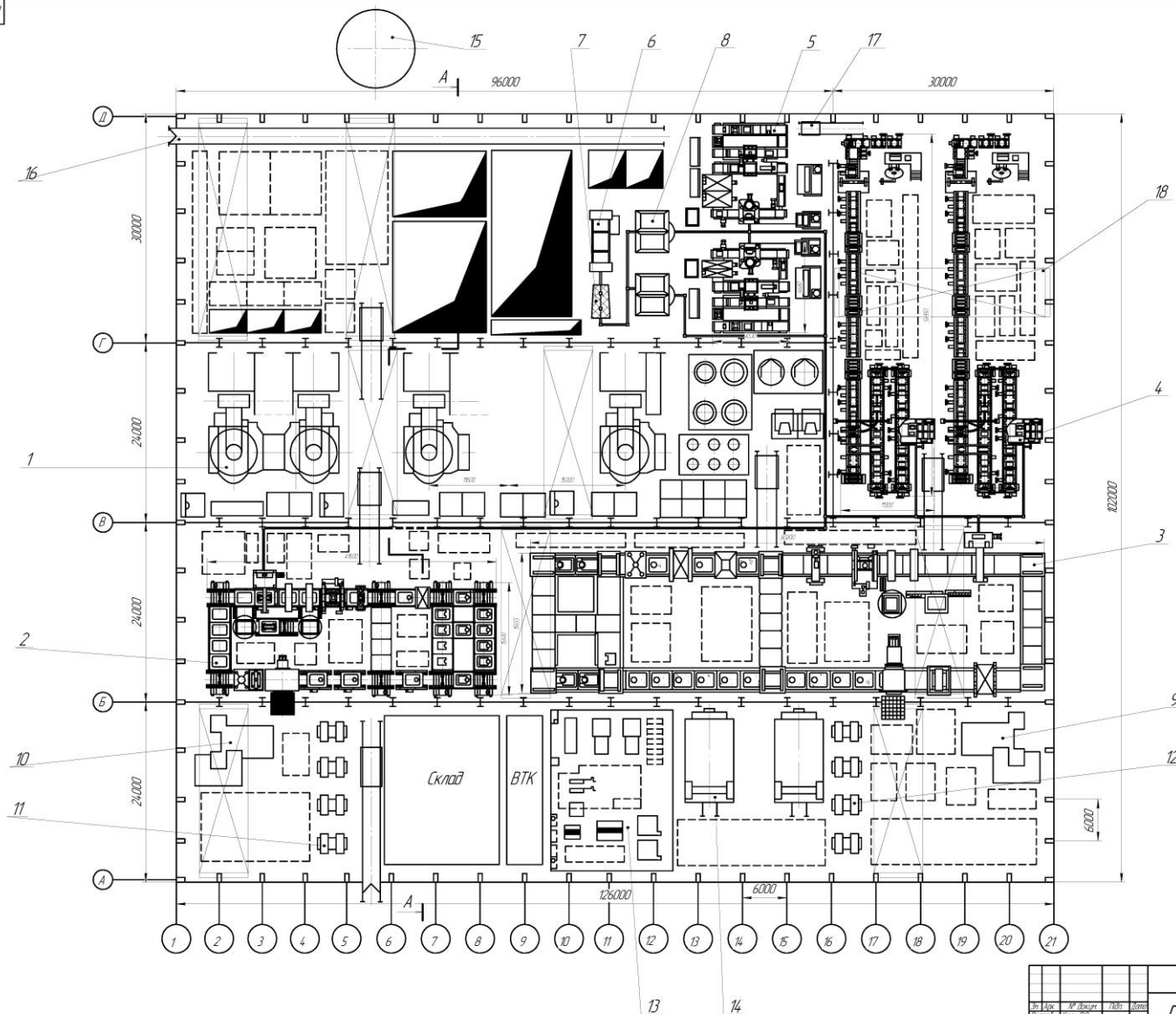
ЗОА «КЗГО» має всі необхідні умови для споруди нового цеху. Є залізничний і автомобільний транспорт, що забезпечує поставку і перевезення необхідних шихтових і формувальних матеріалів і готової продукції. Є комунікації і хороша ремонтна база. Будівництво проектуваного цеху передбачається на території заводу, в районі якого є вільні енергетичні ресурси, завдяки забезпеченню електроенергією ТЕЦ №1 і ТЕЦ №2. В Кривому Розі є технічні і вищі учбові заклади, які готують фахівців для металургійної і машинобудівної галузей.

Проектований сталеливарний цех потужністю 26000 т. відливок в рік, масою однієї відливки до 1000кг передбачається оснастити сучасним технологічним устаткуванням, яке дозволить випускати високоякісне литво при мінімальних енергетичних витратах. В проектуваному цеху передбачені заходи, направлені на охорону навколишнього середовища і охорону праці працівників, оскільки враховується специфіка ливарного виробництва.

Для зниження техногенного і екологічного навантаження на оточуюче середовище, проектуваний цех передбачається оснастити сучасним устаткуванням для регенерації відходів з високим коефіцієнтом очищення води і захисту повітряного басейну відповідно до встановленого законодавства і норм.

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.АЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

КНУ.РБ.136.25.150С-02

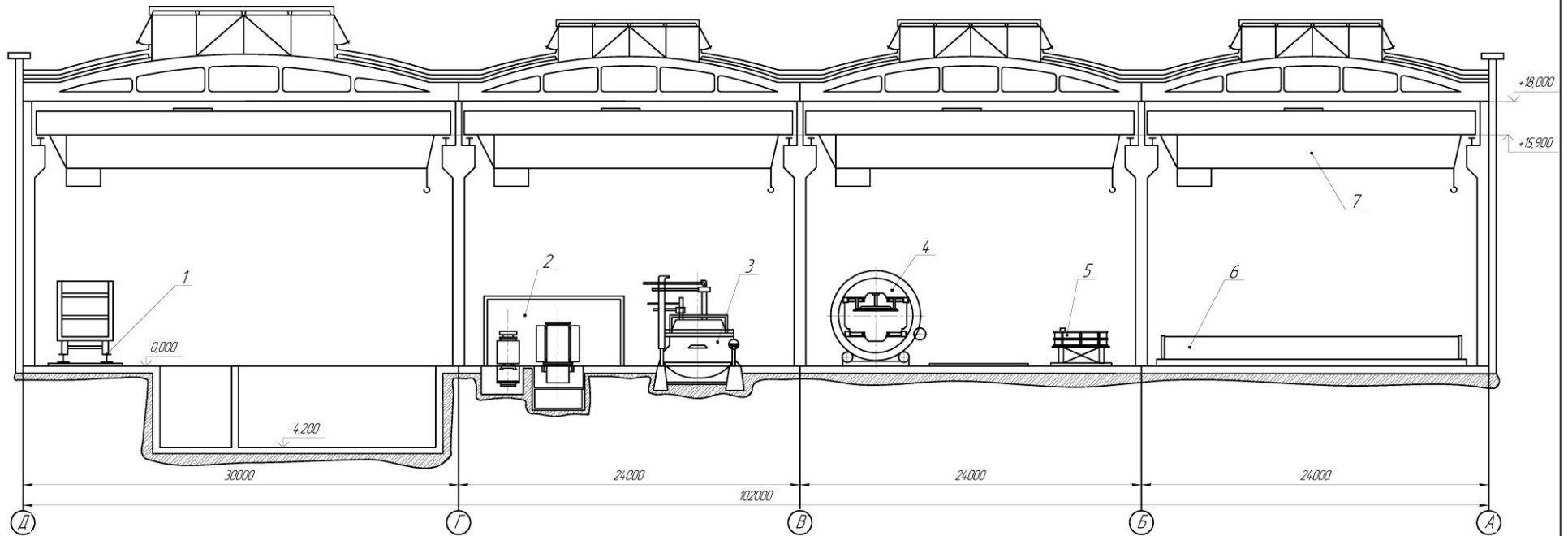


КНУ.РБ.136.25.150С-02			
Исх. №	Исх. №	Исх. №	Исх. №
1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16
17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28
29	30	31	32
33	34	35	36
37	38	39	40
41	42	43	44
45	46	47	48
49	50	51	52
53	54	55	56
57	58	59	60
61	62	63	64
65	66	67	68
69	70	71	72
73	74	75	76
77	78	79	80
81	82	83	84
85	86	87	88
89	90	91	92
93	94	95	96
97	98	99	100
101	102	103	104
105	106	107	108
109	110	111	112
113	114	115	116
117	118	119	120
121	122	123	124
125	126	127	128
129	130	131	132
133	134	135	136
137	138	139	140
141	142	143	144
145	146	147	148
149	150	151	152
153	154	155	156
157	158	159	160
161	162	163	164
165	166	167	168
169	170	171	172
173	174	175	176
177	178	179	180
181	182	183	184
185	186	187	188
189	190	191	192
193	194	195	196
197	198	199	200
201	202	203	204
205	206	207	208
209	210	211	212
213	214	215	216
217	218	219	220
221	222	223	224
225	226	227	228
229	230	231	232
233	234	235	236
237	238	239	240
241	242	243	244
245	246	247	248
249	250	251	252
253	254	255	256
257	258	259	260
261	262	263	264
265	266	267	268
269	270	271	272
273	274	275	276
277	278	279	280
281	282	283	284
285	286	287	288
289	290	291	292
293	294	295	296
297	298	299	300
301	302	303	304
305	306	307	308
309	310	311	312
313	314	315	316
317	318	319	320
321	322	323	324
325	326	327	328
329	330	331	332
333	334	335	336
337	338	339	340
341	342	343	344
345	346	347	348
349	350	351	352
353	354	355	356
357	358	359	360
361	362	363	364
365	366	367	368
369	370	371	372
373	374	375	376
377	378	379	380
381	382	383	384
385	386	387	388
389	390	391	392
393	394	395	396
397	398	399	400
401	402	403	404
405	406	407	408
409	410	411	412
413	414	415	416
417	418	419	420
421	422	423	424
425	426	427	428
429	430	431	432
433	434	435	436
437	438	439	440
441	442	443	444
445	446	447	448
449	450	451	452
453	454	455	456
457	458	459	460
461	462	463	464
465	466	467	468
469	470	471	472
473	474	475	476
477	478	479	480
481	482	483	484
485	486	487	488
489	490	491	492
493	494	495	496
497	498	499	500
501	502	503	504
505	506	507	508
509	510	511	512
513	514	515	516
517	518	519	520
521	522	523	524
525	526	527	528
529	530	531	532
533	534	535	536
537	538	539	540
541	542	543	544
545	546	547	548
549	550	551	552
553	554	555	556
557	558	559	560
561	562	563	564
565	566	567	568
569	570	571	572
573	574	575	576
577	578	579	580
581	582	583	584
585	586	587	588
589	590	591	592
593	594	595	596
597	598	599	600
601	602	603	604
605	606	607	608
609	610	611	612
613	614	615	616
617	618	619	620
621	622	623	624
625	626	627	628
629	630	631	632
633	634	635	636
637	638	639	640
641	642	643	644
645	646	647	648
649	650	651	652
653	654	655	656
657	658	659	660
661	662	663	664
665	666	667	668
669	670	671	672
673	674	675	676
677	678	679	680
681	682	683	684
685	686	687	688
689	690	691	692
693	694	695	696
697	698	699	700
701	702	703	704
705	706	707	708
709	710	711	712
713	714	715	716
717	718	719	720
721	722	723	724
725	726	727	728
729	730	731	732
733	734	735	736
737	738	739	740
741	742	743	744
745	746	747	748
749	750	751	752
753	754	755	756
757	758	759	760
761	762	763	764
765	766	767	768
769	770	771	772
773	774	775	776
777	778	779	780
781	782	783	784
785	786	787	788
789	790	791	792
793	794	795	796
797	798	799	800
801	802	803	804
805	806	807	808
809	810	811	812
813	814	815	816
817	818	819	820
821	822	823	824
825	826	827	828
829	830	831	832
833	834	835	836
837	838	839	840
841	842	843	844
845	846	847	848
849	850	851	852
853	854	855	856
857	858	859	860
861	862	863	864
865	866	867	868
869	870	871	872
873	874	875	876
877	878	879	880
881	882	883	884
885	886	887	888
889	890	891	892
893	894	895	896
897	898	899	900
901	902	903	904
905	906	907	908
909	910	911	912
913	914	915	916
917	918	919	920
921	922	923	924
925	926	927	928
929	930	931	932
933	934	935	936
937	938	939	940
941	942	943	944
945	946	947	948
949	950	951	952
953	954	955	956
957	958	959	960
961	962	963	964
965	966	967	968
969	970	971	972
973	974	975	976
977	978	979	980
981	982	983	984
985	986	987	988
989	990	991	992
993	994	995	996
997	998	999	1000

План цеху

КНУ.РБ.136.25.150С-02

A-A



КНУРБ.136.25.150г-02			
Исполн.	Н.Р. Павлов	Дата	11.02.2010
Провер.	С.В. Павлов	Дата	11.02.2010
Дизайн	С.В. Павлов	Дата	11.02.2010
Конструктор	С.В. Павлов	Дата	11.02.2010
Монтажник	С.В. Павлов	Дата	11.02.2010
Электр.	С.В. Павлов	Дата	11.02.2010
Сварщик	С.В. Павлов	Дата	11.02.2010
Контроль	С.В. Павлов	Дата	11.02.2010
Арх.	С.В. Павлов	Дата	11.02.2010
Копирование	С.В. Павлов	Дата	11.02.2010
Формат	А1	Дата	11.02.2010

	Перв. застосує.	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				45		Ділянка обрубки та зачистки	1	
				44		Контейнери з готовими виливками		
				43		Майданчик	1	
				42		Бак для гартування	1	
				41		Термічні печі, S=22 м ² ²	4	
				40		Ділянка ремонту	1	
Справ. №				39		Майданчик зберігання опок	1	
				38		Майданчик зберігання моделей	1	
				37		Формовочна лінія Л651	1	
				36		Стенды для сушки ковшей		
				35		Майданчик зберігання зап.частин	1	
				34		Лабораторія	1	
				33		Полиця зберігання стрижнів	1	
				32		Кімната майстрів	1	
				31		Майданчик зберігання вибитих		
						виливків	1	
Підп. і дата				30		Майданчик для ремонту модельно-		
						опочного оснащення	1	
				29		Склад зберігання модельно-		
						опочного оснащення	1	
Інв. № дубл.				28		Формовочна лінія Л665	1	
				27		Ел. мостовий кран, Q=15/3 т	6	
				26		Установка ЖСС 19665	1	
Взам. інв. №				25		Майданчик зберігання готових		
						стрижнів	1	
				24		Стрижнева лінія ЛІ912857	1	
				23		Ел. мостовий кран, Q-5 т	1	
				22		Майданчик зберігання стрижнів		
Підп. і дата						від 40 кг	1	
				21		Ел. мостовий кран, Q=10 Т	6	
				20		Стрижнева лінія ЛП051	1	
						План цеху		Арк.
								01
		Зм	Арж	№ докум.	Підп.	Дата		

2 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика проектного цеху

Проектований цех характеризується:

- по характеру виробництва є цехом серійного виробництва;
- по роду сплаву – цехом сталевих литва з високолегованої сталі (110Г13Л, 125Г18Х2МНЛ);
- по масі відливок, що виготовляються – від 5 кг до 1000 кг;
- за об'ємом виробництва проектного цеху є цехом середньої потужності, випуск литва якого складе 26000 т. годних відливок в рік.

Переважання піщано-глинистих сумішей, як матеріалу для ливарних форм, особливо середніх і крупних, в порівнянні із спеціальними видами литва з'ясовується рядом їх переваг: невеликою вартістю, великими запасами, доступністю матеріалів для їх виготовлення, накопиченим досвідом використання і освоєними потужностями, а також наявністю прогресивних технологічних рішень.

Продукція цеху призначена для ремонтів технологічного устаткування гірничо-збагачувальних комбінатів нашого регіону, а також споріднених підприємств металургійної галузі гірничодобувної і машинобудівної промисловості.

Проектований цех має наступні виробничі відділення:

- плавильне;
- сумішоприготувальне;
- стержневе;
- формувально-заливальне;
- вибивне;
- термообробувальне.

Проектом передбачений ряд допоміжних ділянок і складських приміщень для зберігання шихтових і вогнетривких матеріалів, флюсів, кріпильників, пісків і глини, модельно-опочного оснащення, стержневих ящиків. Передбачені виробничі приміщення цехових служб механіка і енергетика, а також комори різних допоміжних матеріалів і устаткування і виробництва ремонтів.

2.2 Обґрунтування і вибір режиму роботи цеху

Як показує аналіз роботи цеху-аналогу, величезне значення має вибраний режим роботи.

Проектним рішенням передбачений двозмінний паралельний режим

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Загальна частина	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив	Каюн Р. О.							
Перевірив	Скідін І. Е							
Рецензент	Сайтгарєєв Л.Н					Кафедра МЧМЛВ Група МТ-22-1ск		
Н.контроль	Скідін І. Е							
Затвердив	Савельєв С.Г.							

роботи цеху, при якому забезпечується поєднання за часом і місцю виконання окремих технологічних операцій (плавлення, формування, збірка, заливка, вибивка і очищення відливок, виправлення дефектів, додання відливкам товарного вигляду).

При вибраному режимі роботи цеху забезпечується поточність виробництва і можливість проводити в третю зміну технічні огляди і профілактичні ремонти технологічного устаткування. Також забезпечується планова поставка матеріально-технічного постачання і організація безперебійної роботи технологічного і допоміжного устаткування проектного цеху.

2.3 Фундації часу роботи устаткування і робітників

Календарна фундація часу:

$$\hat{O}\hat{e} = 365 \times 24 = 8760\div$$

Номінальна фундація часу при 41-годинному тижні:

$$\hat{O}\hat{i} = 4140\div$$

Дійсна фундація часу є розрахунковою, для його визначення виключено час планових ремонтів з фундації часу номінального. Дійсна фундація часу для різних видів устаткування приведена в таблиці 1.1. Для робітників $\hat{O}\hat{a}$ складає 1860, 1840 і 1820 годин при тривалості основної відпустки 15,18 і 24 дні відповідно. Дійсна фундація часу роботи робітників приведена в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 Дійсна фундація часу роботи устаткування

Устаткування	При двозмінному режимі	
	Втрати від $\hat{O}\hat{i}$,%	Годовий $\hat{O}\hat{a}$
Ливарне устаткування цехів	4	3975
Дробеметні камери, електрогідравлічні установки	3	3975
ДСП	5	3890
Зварювальне устаткування	5	3975
Автоматичні формувальні і стержневі лінії	12	3645

Таблиця 2.2 Розрахунок дійсної фундації часу роботи робітників

Тривалість робочого тижня, год.	Тривалість робочої відпустки	$\hat{O}i$, год.	Втрати від $\hat{O}i$, %	$\hat{O}a$, год.
41	15	4140	10	1860
	18		11	1840
	24		12	1820

2.4 Обґрунтування і розрахунок виробничої програми цеху

Проаналізувавши виробничу програму можна зробити висновок, що попит на сталеве литво росте з кожним роком. В даний час в цеху аналогу питому вагу литва складають литі деталі, такі як грати, втулки, кільця, корпуси, вінці, вкладиші і ін.

З приходом нового керівництва підвищилися виробничі потужності. Існуючий СФЛЦ, в якому основне виробництво складає ручне формування, і частково машинна, не справляється з потребою литих деталей з причини малої механізації, тому з'явилася необхідність в будівництві нового цеху з повною автоматизацією і механізацією виробництва. Втрати від браку в цеху-аналогу складають до 4%, а в проектованому цеху передбачувана кількість браку складе 1,4 – 1,8%.

За рахунок автоматизації виробництва повністю виключається ручна праця. Проектом передбачена ділянка профілактичних ремонтів модельно-опочного оснащення. За рахунок установки нових сучасних приладів спрощується робота ОТК. Загальна кількість відливів по кожному технологічному потоку згідно вагових груп, з урахуванням браку і даних по цеху аналогу закладено програмою цеху. В проектованому цеху технологічні потоки обслуговують формувальні і стержневі лінії і лінії механічної зачистки, розраховані на випуск відливок певної маси і технологічно прийнятих режимів.

Проаналізувавши роботу цеху аналога, нормативно-технічну документацію і згідно даних [1], проектований ливарний цех з вибраною номенклатурою є серійним. Програма виробництва відливок по співвідношенню вагових груп розрахована і показана в таблиці 2.3, в якій все литво ділиться по технологічних потоках в процентному співвідношенні від загальної кількості годних відливок, марки сплавів, габаритних розмірів кожної литої деталі.

Таблиця 2.3 Умовна програма виробництва відливок СФЛЦ потужністю 26000 т. відливок на рік

Група відливок по масі, кг	Найменування відливок	Габаритні розміри			Середня маса відливок кг	Задана програма виробництва відливок			Втрати від браку %	Річне виробництво відливок з урахуванням браку		Розподіл відливок по марках сплавів, т.	
		L	B	H		%	T _H	Шт		T _H	Шт.	110Г13 Л	125Г18Х2 МНЛ
Від 51 до 100	Коронка	300	280	180	80	36	9360	117000	1,8	9528	119106	9528	-
Від 101 до 250	Зубковша	1060	170	390	150	24	6240	41600	1,8	6532	42349	6352	-
Разом по 1-му технологічному потоку						60	15600	158600		15880	161455	15880	-
Від 251 до 500	Футеровка	1124	690	85	480	25	6500	13542	1.5	6598	6697	-	6598
Від 501 до 1000	Броня конуса	1140	1140	632	675	15	3900	5778	1.5	3959	4018	-	3959
Разом по 2-му технологічному потоку						40	10400	19320		10557	10715	-	10557
Разом по цеху						100	26000	177920		26437	172170	15880	10557

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч

Арк.

Як плавильні агрегати, для сталі 110Г13Л і 125Г18Х2МНЛ можна використовувати ДСП, які згідно технічної документації і паспортних даних найбільш прийнятні. формувально-заливальне і стержневе відділення оснащуються автоматичними лініями вітчизняного виробництва з хорошою ремонтною базою і забезпеченням безперебійного виготовлення форм і стержнів.

В сумішоприготувальному відділенні приймається до установки нове сумішоприготувальне устаткування. Відділення фінішних операцій передбачається оснастити, електрогідравлічними установками, дробеметними камерами, лініями механічної зачистки і обробки відливок.

Програма виробництва відливок передбачає два технологічні потоки:

1. Технологічний потік: відливки, масою від 51кг до 250кг;
2. Технологічний потік: відливки, масою від 251кг до 1000кг.

2.5 Програма плавильного відділення

В проектованому цеху випуск годного литва складає 26000 т. відливок на рік. Розрахунок програми плавильного відділення беремо на підставі загального випуску литва по цеху з урахуванням втрат від браку, витрат на литниково-живлячу систему, безповоротних втрат, чаду. Згідно програмі цеху і враховуючи дані [1], складаємо баланс металу для кожної марки сталі. В проектованому цеху передбачений випуск відливок двох марок сталі: 110Г13Л і 125Г18Х2МНЛ, хімічний склад яких згідно ГОСТ 977-88 вказаний в таблиці 2.4. При необхідності плавильні печі, прийняті до установки дозволять випускати і інші марки сталей, а також чавунів.

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 Хімічний склад сталі 110Г13Л і 125Г18Х2МНЛ

Марка сталі	Масова частка елементів										
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Ti	Mo
110Г13Л	0,9-1,40	11,5-15,0	0,3- 1,0	0,120	0,050	1,0	1,0	0,3	-	-	-
125Г18Х2МНЛ	1,13-1,30	17,0-19,0	0,30-0,75	0,07	0,02	1,0-1,50	0,20-0,50	0,3	0,010-0,04	0,01-0,05	0,20-0,50

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч

Арк.

Програма плавильного відділення зводиться до складання відомості балансу металу і шихти по цеху в цілому і окремо по всіх видах сплавів. При складанні відомості балансу приймаємо наступні початкові дані:

1. Загальна кількість відливок в т. – річна програма виробництва.
2. Вихід годного литва, чад і безповоротні втрати [1].
3. Потребу в кожному типі або марці сплаву беремо із загальної програми цеху.

4. При складанні відомості балансу металу і шихти виходимо з того, що металозавалка складає 100%.

Розраховуємо кількість металу в тоннах, що доводиться на 1% металозавалки:

$$\hat{E} = \ddot{A} \div \tilde{A}$$

де $\ddot{A}$ – задане річне виробництво годних відливок, т;

$\tilde{A}$ – вихід годного литва, %.

$$\hat{E} = 2600 \div 70 = 371,4 \text{ т}$$

$$\hat{E}_{110\Gamma 13\text{ЛЛ}} = 1560 \div 70 = 222,89 \text{ т}$$

$$\hat{E}_{125\Gamma 18\text{X}2\text{МНЛЛ}} = 10400 \div 70 = 148,51 \text{ т}$$

Кількість рідкого металу складе:

$$\mathcal{A} = 100 - \acute{O}$$

де $\acute{O}$ – чад %.

$$\mathcal{A} = 100 - 5 = 95\%$$

Частка браку складе:

$$\acute{A} = \acute{O} \div \hat{E}$$

де $\acute{O}$ – втрати від браку з програми цеху, т.

$$\acute{A} = 431 \div 371,4 = 1,18\%$$

Маса рідкого металу складе:

$$\mathcal{D} = \hat{E} \times \mathcal{A}$$

$$\mathcal{D} = 371,4 \times 95 = 35283 \text{ т}$$

$$\mathcal{D}_{110\Gamma 13\text{ЛЛ}} = 222,9 \times 95 = 21175 \text{ т}$$

$$\mathcal{D}_{125\Gamma 18\text{X}2\text{МНЛЛ}} = 148,5 \times 95 = 14108 \text{ т}$$

Маса чаду і безповоротних втрат:

$$\check{I} = \hat{E} \times \acute{O}$$

$$\check{I} = 371,4 \times 5 = 1857 \text{ т}$$

$$\check{I}_{110\Gamma 13\text{ЛЛ}} = 222,9 \times 5 = 1114 \text{ т}$$

$$\check{I}_{125\Gamma 18\text{X}2\text{МНЛЛ}} = 148,5 \times 5 = 743 \text{ т}$$

Частка повернення визначається як різниця між повною металозавалкою і іншими статтями балансу:

$$\ddot{E} = 100 - (\tilde{A} + \acute{A} + \acute{O})$$

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\vec{E} = 100 - (70 + 1,18 + 5) = 23,82\%$$

Маса повернення складе:

$$\hat{A} = \hat{E} \times \vec{E}$$

$$\hat{A} = 371,4 \times 23,82 = 8847 \text{ òí}$$

$$\hat{A}_{110\Gamma13\text{ЛЛ}} = 222,9 \times 23,82 = 5310 \text{ òí}$$

$$\hat{A}_{125\Gamma18\text{X2МНЛЛ}} = 148,5 \times 23,82 = 3537 \text{ òí}$$

Розрахункові дані зводимо у відомість балансу металу і шихти, яка приведена в таблиці 2.5

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.5 Відомість балансу металу і шихти

Статті балансу	Всього		У тому числі по марках сталей			
	Т/рік	%	Сталь 110Г13Л, 60%		Сталь 125Г18Х2МНЛ, 40%	
			Т/рік	%	Т/рік	%
Годне литво	26000	70	15600	70	10400	70
Повернення власного виробництва	8847	23,82	5310	23,82	3537	23,82
Брак литва	437	1,18	262	1,18	175	1,18
Разом рідкого металу	35283	95	21175	95	14108	95
Чад і безповоротні втрати	18157	5	1114	5	743	5
Металоемкість	37140	100	22289	100	14851	100

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч

Арк.

2.5.1 Розрахунок шихтових матеріалів для плавки сталі 110Г13Л

В розрахунку приймаємо:

- вихід годного литва – 70%;
- повернення, що використовується;
- чад і безповоротні втрати – 5%.

Для виплавки 1 тонни рідкого металу необхідно витратити шихти:

$$1000 - 95$$

$$X - 100$$

$$X = \frac{1000 \times 100}{95} = 1052,6 \text{ т}$$

Баланс металу на 1 т. рідкої сталі

$$1. Mn = \frac{1052,6 \times 1,15}{100 \times 0,8} = 15,1 \text{ т}$$

$$2. Si = \frac{1052,6 \times 0,9}{100 \times 0,7} = 13,5 \text{ т}$$

$$3. Cr = \frac{1052,6 \times 1}{100 \times 0,7} = 15,1 \text{ т}$$

$$4. Ni = \frac{1052,6 \times 1}{100 \times 0,95} = 11,1 \text{ т}$$

$$5. Cu = \frac{1052,6 \times 0,5}{100 \times 0,8} = 6,57 \text{ т}$$

Розрахунок шихти по кремнію:

- відходи власного виробництва:

$$250 \times 0,012 \times 0,7 = 2,1 \text{ т}$$

- лом сталевий:

$$554,8 \times 0,7 \times 0,002 = 0,78 \text{ т}$$

- феросіліцій:

$$14,3 \times 0,01 \times 0,7 = 0,10 \text{ т}$$

Інше:

$$13,5 - 2,1 - 0,78 - 0,10 = 1052 \text{ т}$$

Необхідно внести феросіліцію 45%-ного в кількості:

$$\frac{10,52 \times 100}{45} = 23,4 \text{ т}$$

Розрахунок шихти по марганцю:

- відходи власного виробництва:

$$250 \times 0,0066 \times 0,8 = 1,32 \text{ т}$$

- лом сталевий:

$$554,8 \times 0,003 \times 0,8 = 1,33 \text{ т}$$

Інше:

$$15,1 - 1,32 - 1,33 = 12,45 \text{ т}$$

Необхідно внести феромарганцю доменного в кількості:

$$\frac{12,45 \times 100}{70} = 17,8 \text{ т}$$

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок шихти по хрому:

- відходи власного виробництва:

$$250 \times 0,01 \times 0,7 = 1,75 \text{ т}$$

Інше:

$$15,1 - 1,75 = 13,35 \text{ т}$$

Необхідно внести ферохрому в кількості:

$$\frac{13,35 \times 100}{65} = 20,54 \text{ т}$$

Розрахунок шихти по нікелю:

- відходи власного виробництва:

$$250 \times 0,01 \times 0,95 = 2,37 \text{ т}$$

Інше:

$$11,1 - 2,37 = 8,73 \text{ т}$$

Необхідно ввести нікелю в кількості:

$$\frac{8,73 \times 100}{99} = 8,82 \text{ т}$$

Розрахунок шихти по міді:

- відходи власного виробництва:

$$250 \times 0,005 = 1,25 \text{ т}$$

Інше:

$$6,57 - 1,25 = 5,32 \text{ т}$$

Необхідно ввести міді в кількості:

$$\frac{5,32 \times 100}{99} = 5,37 \text{ т}$$

Розраховуємо склад шихтових матеріалів:

C – 1,3%; Mn – 12%; Si – 0,9%; P – 0,12%; S – 0,05%; Cr – 1%; Ni – 1; Cu – 0,5%.

$$C_{\text{ш}} = 1,3 \frac{100}{100 + 10} = 1,18\%$$

$$Si_{\text{ш}} = 0,9 \frac{100}{100 - 12} = 1,02\%$$

$$Mn_{\text{ш}} = 12 \frac{100}{100 - 20} = 15\%$$

$$Cr_{\text{ш}} = 1 \frac{100}{100 - 30} = 1,43\%$$

$$Cu_{\text{ш}} = 0,5 \frac{100}{100 - 20} = 0,62\%$$

Таблиця 2.6 Процентний зміст шихтових матеріалів

Складові шихти	ГОСТ	Процентне співвідношення
Повернення власного виробництва		25,0
Лом сталевий	2787-86	55,48

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ФМн78Б; P ≤ 0,45	4755-91	15,0
ФС45(Л)-3	1415-93	1,43
ФХ015	4757-89	1,42
Ni	1639-88	1,05
Cu	1639-88	0,62
Разом		100

Таблиця 2.7 Потреба в шихтових матеріалах

Найменування матеріалів	ГОСТ	Потреба в матеріалах				Разом
		110Г13Л		125Г18Х2МНЛ		
		%	т	%	т	
Повернення власного виробництва		25,0	5572	25,0	3,713	9285
Лом сталевий	2787-86	55,48	12366	54,0	8019	20385
ФМн78Б;Р≤0,45	4755-91	15,0	3343	16,8	2495	5838
ФС45(Л)-3	1415-93	1,43	319	1,3	193	215
ФХ015	4757-89	1,42	317	1,45	215	532
ФМо60	4759-89	-	-	0,30	45	45
Ni	1639-88	1,05	234	0,39	58	292
Cu	1639-88	0,62	138	0,64	95	233
ФТн30А	4761-80	-	-	0,12	18	18
		100	22289	100	14851	37140

2.5.2 Розрахунок потреби плавильних агрегатів

Розрахунок кількості печей визначається режимом роботи агрегатів і проводиться з умови, що виплавка сталей 35Л і 110Г13Л здійснюється в ДСП періодичної дії і визначається по формулі:

$$\dot{i} = \frac{\dot{I} \times \dot{E}i \times Lh}{A \times \dot{O}\ddot{a}}$$

де $\dot{I}$ – річна кількість шихти даного складу, т.;

$\dot{E}i$ – коефіцієнт нерівномірності споживання розплаву;

Lh – тривалість циклу однієї плавки, включаючи час на завантаження печі і на випуск рідкого металу;

$\dot{O}\ddot{a}$ – дійсна річна фундація роботи печі, год.;

A – місткість печі (садіння), т;

Для відливок до 250 кг кількість ДСП визначаємо по формулі:

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\dot{v}_1 = \frac{22289 \times 1,1 \times 3,6}{3890 \times 12} = 1,89 \quad \hat{E}_\zeta = \frac{1,89}{3} = 0,63$$

Приймаємо три печі для відливок до 250 кг.

Для відливок від 251 кг до 1000 кг кількість печей визначаємо по формулі:

$$\dot{v}_2 = \frac{14851 \times 1,1 \times 3,6}{3890 \times 12} = 1,26 \quad \hat{E}_\zeta = \frac{1,26}{2} = 0,63$$

Приймаємо дві печі для відливок від 251 кг до 1000 кг.

Зведені дані заносимо в таблицю 2.8

Таблиця 2.8 Розрахункова відомість плавильних агрегатів

Технологічний потік	Витрата шихти		Агрегат	Потреба в агрегатах		Коефіцієнт завантаження
	%	т		По розрахунку	Прийнято	
Відливки масою до 250 кг	60	22289	ДСП-12	1,89	3	0,63
Відливки масою від 251 до 1000 кг	40	14851	ДСП-12	1,26	2	0,63

2.5.3 Обґрунтування і вибір плавильних агрегатів

Сталь використовується для отримання фасоних відливок, є сплавом заліза з вуглецем (не менше 2,14%), Mn, Si, P, S і ін. елементами. Сталеві відливки володіють більш високими механічними властивостями, ніж чавунні. Їх використовують для виробництва відповідальних деталей машин, футеровочних плит і різноманітного дробильно-розмольного устаткування.

Для перетворення шихтових матеріалів в рідкий стан нагрівом їх до температури, що перевищує температуру плавлення, застосовують плавильні печі. Плавильні печі працюють на рідкому, твердому, газоподібному паливі і електричній енергії. При плавці сталей застосовують дугові електропечі. В дугових печах перетворення електричної енергії в теплову відбувається в електродузі, що є однією з форм розряду в газах. Для плавки сталей застосовують печі прямого нагріву, оскільки вогнище вищих температур в них максимально наближене до поверхні металу, і тому умови передачі теплоти від дуги до металу значно краще.

Проектом передбачено вживання трифазних печей, в яких є робочий простір з електродами і токопроводами; механізми, що забезпечують нахил печі, утримання і переміщення електродів і завантаження шихти в піч. Однією з переваг печей електродуг є автоматизоване обслуговування, включаючи автоматизовану систему управління процесом плавки сталей,

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

введення добавок . Вище перераховані переваги показують, що для виплавки сталей найбільш прийнятні печі електродуг. Одним з видів сталі в даному проекті є сталь 110Г13Л, а 90% всієї високомарганцевистої сталі виплавляють в основних дугових печах двома методами:

1. Методом переплавки.
2. Методом окислення домішок, тобто на свіжій шихті.

Печі електродуг випускаються серійно, місткістю: 0,5; 1,5; 3; 6; 25; 50; 100; 200тн. В сталеливарних цехах застосовують звичайно печі місткістю до 50 тонн.

Таблиця 2.9 Технічні дані електродугових печей

Параметр	Тип печі
	ДСП-12,0
Номінальна місткість, т.	12,0
Діаметр кожуха, мм	4260
Потужність трансформатора, КВт×А	8000
Вторинна напруга, В	318-115
Максимальний ток, А	16350
Діаметр графітированого електроду, мм	350
Діаметр розпаду електродів, мм	1000
Діаметр ванни на рівні укосів, мм	2740
Глибина ванни від порогу, мм	555
Маса металлоконструкций, т	90,0
Питома розрахункова витрата ел.енергії на розплавлення 1 т. твердого завалення, КВт/ч.	470

2.5.4 Технологія плавки та видача металу

Для здійснення плавки з шихтового прольоту на міжпролітному передавальному візку подаються шихтові матеріали, після чого завантажуються на черінг печі. Завантаження шихти проводять зверху, через вікно завалення в стінці печі за допомогою мульд. Металозавалочний отвір звичайно роблять круглої або прямокутної форми. В печі утворюється два шари : шар металу і шар шлаку.

Плавлення і нагрів здійснюється за рахунок теплоти електричних дуг, що виникають між електродами і металом. Розплавлений метал і шлак виливається з жолоба при нахилі печі. Після зливу металу в копильник, розплав розливається у ковші і на міжпролітному візку розвозиться по технологічних потоках під заливку.

2.5.5 Розрахунок кількості ковшів

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для заливки 1-го технологічного потоку – відливки, масою від 51 кг до 250 кг, середня металоємність форм 300 кг, рекомендується стопорний ківш, місткістю до 2000 кг.

Для заливки 2-го технологічного потоку – відливки, масою від 251 кг до 1000 кг, середня металоємність форм 1250 кг, рекомендується стопорний ківш, місткістю до 6000 кг.

Інвентарний парк ковшів визначається по формулі:

$$\hat{E} = \frac{N \times Z}{60 \times n \times S \times t},$$

де N – кількість форм;

Z – тривалість одного циклу ковша, мін;

n – кількість форм, що заливаються з одного ковша;

S – кількість робочих змін в доба;

t – тривалість однієї зміни, яку по рекомендаціях [] можна вважати при 2-х змінному режимі роботи, годину;

Для 1-го потоку:

$$\hat{E}_1 = \frac{325 \times 20}{60 \times 5 \times 2 \times 7,5} = 1,44; \quad \hat{E}_\zeta = \frac{1,44}{2} = 0,72$$

Для 2-го потоку:

$$\hat{E}_2 = \frac{42 \times 20}{60 \times 3 \times 2 \times 7,5} = 0,31; \quad \hat{E}_\zeta = \frac{0,31}{1} = 0,31$$

Кількість ковшів, що знаходяться в ремонті:

Для 1-го потоку:

$$\hat{E}_{1 \text{ рем}} = 0,5 \times 1 = 0,5; \quad \hat{E}_\zeta = \frac{0,5}{1} = 0,5$$

Для 2-го потоку:

$$\hat{E}_{2 \text{ рем}} = 0,5 \times 1 = 0,5; \quad \hat{E}_\zeta = \frac{0,5}{1} = 0,5$$

Одержані дані заносимо в таблицю 2.10

Таблиця 2.10 Зведені дані кількості ковшів по технологічних потоках

Техно логіч ний потік	Кількість форм в рік	Кількість ковшів				Всього
		Розрахунок	Прийнята	В ремонті	В резерві	
1	83745	1,44	2	1	1	4
2	11037	0,31	1	1	1	3

2.5.6 Розрахунок кількості електромостових кранів

Необхідне число електромостових кранів в плавильне відділення можна визначити згідно даним з урахуванням аналізу їх кількості по цеху аналогу. Приймаємо до установки мостові крани для технічних,

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технологічних, механоремонтних операцій в кількості 3 шт., вантажопідйомністю $Q=20/5$ т. – 2 шт., $Q=30/5$ т. – 1 шт.

2.6 Формувально-заливальне відділення

2.6.1 Обґрунтовування і розрахунок виробничої програми

Виробництво відливок різних вагових груп в машинобудівній і металургійній галузях підрозділяють на технологічні потоки по детальній ознаці, спільності технологічного процесу, розмірів і їх маси. Ефективність виробництва тим вище, чим менше інтервал по масі і габаритним розмірам відливок. Оптимальні розміри форм вибираються обліком технічної і економічної ефективності і наявного виробничого досвіду, а також нормативної документації, і уточнюються виходячи з параметрів технологічного устаткування, що приймається. З урахуванням кількості відливок у формі і її металоємкості передбачається програма формувально-заливального відділення проектного цеху. У формувально-заливальному відділенні передбачається установка автоматичної і комплексно-механізованої ліній, вживання яких веде до зниження браку відливок з 3 - 4% до 1,8 - 1,2% . Розрахункові дані виробничої програми відділення приведені в таблиці 2.11

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.11 Зведені дані розрахунку програми формуально-заливального відділення

Група відливок по масі, кг	Годовий випуск відливок, шт.	Маса однієї відливки, кг	Кількість відливок в формі, шт.	Годова кількість форм, шт.	Брак форм		Всього форм на годову програму
					%	Т.	
От 51 до 100	119106	80	2	59553	4	2382	61935
От 101 до 250	42349	150	2	21175	3	635	21810
Разом по 1-му потоку	161455			80728		3017	83745
От 251 до 500	6697	480	1	6697	3	210	6898
От 501 до 1000	4018	675	1	4018	3	121	4139
Разом по 2-му потоку	10715			10715		322	11037
Разом	172170			91443		3339	94782

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч

Арк.

2.6.2 Розробка технологічного процесу виготовлення форм

Виготовлення відливок в разових піщано-глинистих формах в ливарному виробництві є основним. В проектуваному цеху передбачена установка автоматичної формувальної лінії Л651 і комплексно-механізованої лінії Л665. Роблячи аналіз роботи на даному технологічному устаткуванні, і згідно даним [], можна зробити висновок, що лінії окупаються протягом п'яти років, знижується трудомісткість виготовлення відливків, підвищується економічна ефективність.

Для 1-го технологічного потоку форми рекомендується виготовляти з облицювальної і наповнювальної ПГС; для 2-го технологічного потоку – з ЖСС.

2.6.3 Обґрунтування, вибір і розрахунок технологічного устаткування

Технологічне устаткування вибираємо згідно прийнятому способу ущільнення, технологічному процесу, продуктивності, серійності, маси, габаритних розмірів.

Необхідну кількість формувальних ліній знаходимо по формулі:

$$D_{\text{ж}} = \frac{N \times K_i}{i \times \hat{O}_{\text{ж}}};$$

де N – річна кількість форм по даному потоку, шт.;

$\hat{E}_i$ – коефіцієнт нерівномірності роботи формувальної лінії $\hat{E}_i = 1 - 1,2$;

n – продуктивність лінії, форм/час;

$\hat{O}_{\text{ж}}$ – дійсна фундація часу, година.

Коефіцієнт завантаження формувальної лінії:

$$\hat{E}_{\text{ж}} = \frac{D_{\text{ж}}}{D_0}; \quad \hat{E}_{\text{ж}} = 0,6 \div 0,8$$

де $D_{\text{ж}}$ – кількість ліній по розрахунку;

D_0 – кількість ліній, прийнятих до встановлення.

Розраховуємо необхідну кількість формувальних ліній для 1-го технологічного потоку:

$$D_{\text{ж}1} = \frac{83745 \times 1,2}{3645 \times 40} = 0,69; \quad \hat{E}_{\text{ж}} = \frac{0,69}{1} = 0,69$$

Приймаємо одну формувальну лінію.

Необхідна кількість формувальних ліній для 2-го технологічного потоку:

$$D_{\text{ж}2} = \frac{11037 \times 1,2}{3645 \times 6} = 0,61; \quad \hat{E}_{\text{ж}} = \frac{0,61}{1} = 0,61$$

Приймаємо одну формувальну лінію.

Розрахункові дані зводимо в таблицю 2.12.

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.12 Відомість розрахунку технологічного устаткування

Технологічний потік	Річна кількість форм	Тип устаткування	Продуктивність форм/час	Кількість устаткування		Коефіцієнт завантаження
				По розрахунку	Прийнято	
1	83745	Л651	40	0,69	1	0,69
2	11037	Л665	60	0,61	1	0,61

2.6.4 Розрахунок кількості електромостових кранів

Необхідну кількість вантажопідйомних кранів підбираємо за нормативними даними [], визначаючи обслуговування формуально-заливального відділення.

Для 1-го технологічного потоку вибираємо 5 кранів, вантажопідйомністю: $Q = 10\text{т.} - 3\text{ шт.}$; $Q = 15/3\text{т.} - 2\text{ шт.}$

Для 2-го технологічного потоку вибираємо 3 крани, вантажопідйомністю: $Q = 10\text{т.} - 1\text{ шт.}$; $Q = 15/3\text{т.} - 2\text{ шт.}$

2.7 Стержневе відділення

2.7.1 Обґрунтування і розрахунок виробничої програми

В умовах серійного виробництва номенклатура, кількість, об'єм, розміри та ін. параметри стержнів, що виготовляються на проектну програму випуску відливок в ливарному цеху, визначається по нормативах розрахункового числа стержнів на 1 т. годних відливок. Всі стержні, вибрані для даної номенклатури, ділять на вагові групи. Для кожної вагової групи підбирають відповідне технологічне устаткування з урахуванням нових технологій, включаючи оснащення і нові стержневі суміші. Розрахункові дані зводимо в таблицю 2.13.

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.13 Середні дані кількості стержнів на програму цеху

Група стежнів по масі, кг, (дм³)	Кількість стержнів для груп відливок по масі, шт., (дм³)						Разом по потоках	Разом по групах стержнів, шт., (дм³)
	От 50 до 100 кг		От 101 до 500 кг		От 501 до 1000 кг			
	1 т	9528	1 т	12950	1 т	3959		
0,5 (0,3)	16,5 (5,0)	157212 (47640)	5,0 (1,5)	64750 (19425)	4,3 (1,3)	17024 (5146,7)		238986 (72211,7)
1,75 (1,05)	5,9 (6,1)	56215 (58120,8)	4,5 (4,7)	58275 (60865)	3,5 (3,7)	13857 (14648,3)		128347 (133634,1)
4,25 (2,5)	13,5 (31,0)	128628 (295368)	3,7 (9,5)	47915 (123025)	2,0 (5,1)	7918 (20190,9)		184461 (438583,9)
8,0 (4,75)	5,2 (25,0)	49546 (238200)	4,3 (20,0)	55685 (259000)	3,3 (16,0)	13065 (63344)		118296 (560544)
13,35 (8,0)	2,5 (19,4)	23820 (184843,2)	2,7 (21,6)	34965 (279720)	1,9 (15,2)	7522 (60176,8)	736397 (1729713,7)	66307 (524740)
20,81 (12,5)	1,3 (16,5)	12386 (157212)	1,5 (18,8)	19425 (243460)	2,2 (27,5)	8710 (419654)		40521 (509544,5)
32,5 (19,1)	2,8 (54,0)	26678 (514512)	2,7 (52,6)	34965 (681170)	1,4 (27,4)	5543 (108476,6)	107707 (1813703,1)	6786 (1304158,6)
50,0 (30,0)	0,6 (18,0)	5717 (17504)	2,1 (62,0)	27195 (802900)	1,8 (54,0)	7126 (213786)		40038 (1192190)
80,0 (48,0)	0,4 (17,3)	3811 (164834,4)	1,5 (72,0)	19425 (932400)	2,2 (106,0)	8710 (419654)	71984 (2709078,4)	31946 (1516888,4)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч

Арк.

Продовження таблиці 2.13

Група стежнів по масі, кг, (дм³)	Кількість стержнів для груп відливок по масі, шт., (дм³)						Разом по потоках	Разом по групах стержнів, шт., (дм³)
	От 50 до 100 кг		От 101 до 500 кг		От 501 до 1000 кг			
	1 т	9528	1 т	12950	1 т	3959		
175,0 (105,0)	- -	- -	0,5 (52,5)	6475 (679875)	1,2 (126,0)	4751 (498834)		11226 (1178709)
425,0 (255,0)	- -	- -	0,1 (25,5)	1295 (330225)	0,4 (102,0)	1584 (403818)		2879 (734034)
800,0 (480,0)	- -	- -	- -	- -	0,2 (96,0)	792 (380064)		792 (380064)
1355,0 (800,0)	- -	- -	- -	- -	0,1 (80,0)	396 (316720)	15293 (2609527)	396 (316720)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч

Арк.

2.7.2 Розробка технологічного процесу виготовлення стержнів

Перед ливарниками стоїть безліч задач, однією з яких є максимальна механізація і автоматизація, упровадження нових технологій, які дозволять понизити трудомісткість виготовлення стержнів і їх собівартість. Проектом передбачено вживання ЖСС. Рідкі самотверднучі суміші володіють рядом властивостей, одним з яких є обмежена жидкотекучість. Тому для їх приготування використовують спеціалізовані стаціонарні і пересувні установки періодичної і безперервної дії. Процес виготовлення ЖСС полягає у введенні спеціальних добавок (піноутворювачів), після чого суміш набуває жидкоподвижний стан і може розливатися у форми і стержневі ящики. Після витримки даних сумішей відбувається падіння піни і необоротне затвердіння суміші. СС в проекті застосовуються при виготовленні стержнів, масою більше 100 кг. Стержні до 100 кг виготовляються з ПГС, які використовують в серійному виробництві для дрібних і середніх стержнів.

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.14 Завантаження стержневого відділення по технологічних потоках

Технологічний потік	Максимальна маса стержнів, кг	Кількість стержнів на програму, шт.	Річна потреба з урахуванням браку (8%), шт.	Габаритні розміри стрижньових ящиків, мм	Кількість стержнів,шт.	Кількість знімачів на програму, шт.
1	16	736397	795309	630×500×300	6	132552
2	40	107707	116324	800×630×320	3	38775
3	100	71984	77743	1200×1000×450	2	38872
4	> 100	15293	16516	1500×1200×750	1	16516

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч

Арк.

2.7.3 Розрахунок потрібної кількості підйомно-транспортного устаткування

Необхідну кількість кранів можна визначити по формулі:

$$D_i = \frac{\dot{O}_1 \times A_1 + \dot{O}_2 \times A_2}{\dot{O}}$$

де T_1 і T_2 – норма часу крано-годин на 1 т. годного литва;

A_1 і A_2 – річна кількість відливок;

$\dot{O}$ – дійсна річна фундація часу роботи кранів, ч.

$$D_i = \frac{15880 \times 0,3 + 10557 \times 0,4}{3975} = 2,26 \quad \hat{E}_\zeta = \frac{2,26}{3} = 0,75$$

Вибираємо електромостові крани, вантажопідйомністю: $Q = 10\text{т.} - 2 \text{ шт.};$
 $Q = 5\text{т.} - 1 \text{ шт.}$

2.7.4 Розрахунок потрібної кількості технологічного устаткування

Кількість необхідного технологічного устаткування і коефіцієнт завантаження можна визначити по формулі:

$$D\tilde{n} = \frac{\dot{A} + \hat{E}}{\dot{O}\tilde{a} + \tilde{I}} \quad \hat{E}_\zeta = \frac{D\tilde{n}}{D\acute{o}},$$

де A – річна кількість зніманих по даному потоку;

K – коефіцієнт нерівномірності споживання стрижнів $\hat{E} = 1,0 \div 1,3$;

$\tilde{I}$ – розрахункова продуктивність устаткування, зніманих/год.;

$D\tilde{n}$ – кількість устаткування по розрахунку;

$D\acute{o}$ – кількість устаткування, прийнятого до установки.

По 1-му технологічному потоку:

$$D\tilde{n}_1 = \frac{132552 \times 1,2}{3645 \times 23} = 1,90 \quad \hat{E}_\zeta = \frac{1,90}{3} = 0,63$$

Для 1-го технологічного потоку приймаємо лінію типу ЛП013 в кількості 3 шт.

По 2-му технологічному потоку:

$$D\tilde{n}_2 = \frac{38775 \times 1,3}{3645 \times 23} = 0,60 \quad \hat{E}_\zeta = \frac{0,60}{1} = 0,60$$

Для 2-го технологічного потоку приймаємо лінію типу Л9128Б7 в кількості 1 шт.

По 3-му технологічному потоку:

$$D\tilde{n}_3 = \frac{38872 \times 1,3}{3645 \times 23} = 0,60 \quad \hat{E}_\zeta = \frac{0,60}{1} = 0,60$$

Для 3-го технологічного потоку приймаємо лінію типа ЛП051 в кількості 1 шт.

По 4-му технологічному потоку:

$$D\tilde{n}_4 = \frac{16516 \times 11}{3645 \times 7} = 0,71 \quad \hat{E}_\zeta = \frac{0,71}{1} = 0,71$$

Для 4-го технологічного потоку приймаємо лінію типу 19665 в кількості 1 шт.

Дані розрахунків заносимо в таблицю 2.14.

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.15 Відомість розрахунків технологічного устаткування

Технологічний потік	Річна кількість знімань, шт.	Тип устаткування	Продуктивність (знімань в год.)	Кількість устаткування		Коефіцієнт завантаження
				По розрахунку	Прийнято	
1	132552	ЛП013	23	1,90	3	0,63
2	38775	Л9128Б7	23	0,60	1	0,60
3	38872	ЛП051	23	0,60	1	0,60
4	16516	19665	7	0,71	1	0,71

Таблиця 2.16 Технічна характеристика комплексних ліній виготовлення стержнів

	ЛП013	Л9128Б7	ЛП051
Найбільша маса стержнів, кг	16	40	100
Продуктивність, знімань в годину	23	23	23
Час сушки стержнів, мін	30	30	30
Витрата стержневої суміші, м³/год.	4,1	2,1	6
Встановлена потужність	31	91,7	60
Маса комплекту, т	21	69	47

Таблиця 2.17 Технічна характеристика високошвидкісного змішувача моделі 19665

Найбільший радіус дії, мм	1600
Кут повороту другого пояса (камери змішувача), град	240
Діапазон регулювання продуктивності, т/год	4 ÷ 8

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.8 Сумішоприготувальне відділення

2.8.1 Обґрунтовування і розрахунок програми сумішоприготувального відділення

Висхідні формувальні і стержневі матеріали готують, надаючи велику увагу їх якості і складу. Піски і глина, що поступають в сирому вигляді, піддаються спеціальній обробці. Глини – сушать, розмелюють і просіюють. Піски – просіюють, сушать і засипають в бункери на зберігання. Таким же операціям піддають і інші матеріали - вогнетривкі порошки, зв'язуючі і т.д. Згідно джерела [1] і за даними цеху-аналогу, вибираємо рецептуру стержневих і формувальних сумішей.

Витрату стержневих і формувальних сумішей визначаємо за середніми даними витрати сумішей на 1 тонну годних відливок, враховуючи при цьому їх масу.

Густину стержневих і формувальних піщано-глинистих сумішей в розпушеному стані приймаємо $1,25 \text{ т/м}^3$ згідно [].

2.8.2 Розробка технологічного процесу виготовлення сумішей

Піски в ливарний цех поступають в сирому стані і вивантажуються в засіки, після чого їх транспортують на сушку. За проектом для сушки пісків приймаємо барабанні сушила з подальшим просіюванням в полігональному ситі безперервної дії, оборотна суміш просіюватиметься в ситі з вбудованим аератором.

Приготування формувальних і стержневих сумішей в сучасному ливарному виробництві виконується в наступній послідовності: висхідні матеріали, потрапляючи в змішувачі, перемішуються отримання однорідного і рівномірного розподілу плівки зв'язуючих на зернах піску. Для приготування ПГС в основному використовують чашкові змішувачі каткового типу (бігуни), для приготування ЖСС – шнекові і лопасні змішувачі безперервної дії.

В змішувач з бункера поступає сухий пісок. Змішуючим лопасним валом перемішується з рідкими складовими – смолою і каталізаторами, що поступають з насосів дозаторів. Тривалість процесу перемішування суміші складає 30 секунд, після чого готова суміш безперервно видається із змішувача в стержневий ящик.

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.18 Рецептатура сумішей і річна потреба у формувальних і стержневих матеріалах

Найменування сумішей	Річна витрата суміші, т	Склад і витрата компонентів сумішей									
		Оборотна суміш		Пісок кварцовий		Пісок ч/яв		Глина		ЛСТ	
		%	т	%	т	%	т	%	т	%	т
Формувальна облицювальна ПГС Від 51 до 250кг	35100	60	21060	33	11583			6,5	2282	0,5	175
Формувальна наповнювальна ПГС Від 51 до 250 кг	245700	95	233415	89		5	12285				
Формувальна єдина ЖСС Від 251 до 1000кг	92788			95	82581						
Стержнева ПГС	11531			82,8	10955						
Стержнева ЖСС	6101				5052						
Разом	391220		254475		110171		12285		2282		175

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч

Арк.

Продовження таблиці 2.18

Найменування сумішей	Річна витрата суміші, т	Склад і витрата компонентів сумішей									
		Рідке скло		Ферохромовий шлак		ДС-РАС		Деревний пік		Розчин їдкоого Na	
		%	т	%	т	%	т	%	т	%	т
Формувальна облицювальна ПГС Від 51 до 250кг	35100										
Формувальна наповнювальна ПГС Від 51 до 250 кг	245700										
Формувальна єдина ЖСС Від 251 до 1000кг	92788	6	5567	4,5	4176	0,2	186			0,3	278
Стержнева ПГС	11531	4	461							1	115
Стержнева ЖСС	6101	6,6	403	4	244	0,2	12	6,4	390		
Разом	391220		6431		4420		198		390		393

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч

Арк.

Таблиця 2.19 Розрахункова відомість витрати формувальних сумішей

Група відливок по масі, кг	Годовий випуск годного литва, кг	Расход сумішей, т					
		Облицювальна ПГС		Наповнювальна ПГС		Єдина ЖСС	
		На 1 т. відливок	На годовий випуск, кг (т)	На 1т. відливок	На годовий випуск, кг (т)	На 1 т. відливок	На годовий випуск, кг (т)
От 50 до 100	9360	1,8×1,25	21060 (21)	7,2×1,25	189540 (190)	-	-
От 101 до 250	6240	1,8×1,25	14040 (14)	7,2×1,25	56160 (56)		
Разом по 1-му потоку	15600		35100 (35)		245700 (246)		
От 251 до 500	6500	-	-	-	-	7,4×1,25	60125 (60)
От 501 до 1000	3900					6,7×1,25	32663 (33)
Разом по 2-му потоку	10400	-	-	-	-		92788 (93)
Разом	26000		35100 (35)		245700 (246)		92788 (93)
Разом з урахуванням браку відливок і форм (6%)			37206 (37,2)		260442 (260,4)		98355 (98,3)
Разом з урахуванням просипу неуцільненої суміші, K=1,16			43159 (43,2)		285012 (290)		114092 (114)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч

Арк.

Таблиця 2.20 Розрахункова відомість витрати стержневих сумішей для цехів серійного виробництва

Група відливок по масі, кг	Годовий випуск годного литва, кг	Расход сумішей по ваговим групам стержнів							
		ПГС до 16 кг		ПГС до 40 кг		ПГС до 100 кг		ЖСС от 101 кг	
		На 1 т. відливок	На годовий випуск, кг (т)	На 1 т. відливок	На годовий випуск, кг (т)	На 1 т. відливок	На годовий випуск, кг (т)	На 1 т. відливок	На годовий випуск, кг (т)
От 50 до 100	9360	121×1,15	1302444 (1302)	97×1,15	1044108 (1044)	48,5×1,15	522054 (522)	59,5×1,15	640458
От 101 до 250	6240	95×1,15	681720 (682)	117×1,15	839592 (840)	250×1,15	1794000 (1794)	208×1,15	1492608 (1493)
Разом по 1-му потоку	15600		1984164 (1984)		1883700 (1884)		2316054 (2316)		2132766 (2133)
От 251 до 400	6500	95×1,15	710125 (710)	117×1,15	874575 (875)	250×1,15	1868750 (1869)	208×1,15	1554800
От 501 до 1000	3900	68×1,15	304980 (305)	89×1,15	399165 (399)	265×1,15	1188525 (1189)	538×1,15	2412930 (2413)
Разом по 2-му потоку	10400		1015105 (1015)		1273740 (1274)		3057275 (3058)		3967730 (3968)
Разом	26000		2999269 (2999)		3157440 (3158)		5373329 (5374)		6100436 (6101)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч

Арк.

2.8.3 Обґрунтування і вибір технологічного устаткування

Всі матеріали, які поступають в цех, повинні відповідати сертифікату якості, оскільки від якості висхідних матеріалів залежить якість формувальних і стержневих сумішей.

В проектованому цеху приготування стержневої ПГС проводитиметься в змішуючих бігунах періодичної дії моделі 15102, приготування стержневої ЖСС – у високошвидкісній установці з горизонтальним змішувачем моделі 19665. Для помелу глини вибираємо молоткову дробарку моделі УМ20. Сушку піску проектом передбачено проводити в барабанному сушилі моделі ПБ1-43, температура сушки – 250°C. Просіювання пісків і глин здійснюватиметься в полігональному ситі моделі 174. Для оборотної суміші підбираємо сито моделі 13419 з вбудованим аератором.

Приготування формувальних і стрижньових сумішей, як процес складається з ряду технологічних операцій:

- дозування матеріалів;
- подача матеріалів в змішувач;
- перемішування;
- видача готової суміші на транспортні засоби.

Проектом передбачені наступні види змішувачів:

- для облицювальної ПГС – змішувач моделі 15104;
- для наповнювальної ПГС – змішувач моделі 15106;
- для єдиної ЖСС – установка моделі 19415.

Таблиця 2.21 Технічна характеристика полігонального сита моделі 174М

Продуктивність, м³/ч	20
Найбільший розмір осередків, мм	15 ÷ 40
Потужність, КВт	1,5
Габаритні розміри, мм	2510×2250×1020

Таблиця 2.22 Технічна характеристика барабанного сита з вбудованим аератором моделі 13418

Продуктивність, м³/ч	63 ÷ 69
Довжина сита, мм	2800
Діаметр сита, мм	1500
Аэрований вал, мм	460
Настановна потужність, КВт	9,5
Габаритні розміри, мм	3950×1790×1910

Таблиця 2.23 Технічна характеристика змішувачів періодичної дії

Модель	15106	15104	15102
Об'єм замісу, м³	0,30 ÷ 29	1,0	0,25 ÷ 2,0
Маса замісу, т.	0,35	1,0	0,25
Діаметр чаши, мм	3000	2800	2540

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потужність двигуна, КВт	12	12	14
Висота чаші, мм	1400	1350	1220
Ширина потоку, мм	450	450	400
Посилений тиск потоку	0,7-15-0-14		0,6-1,55-0-12
Витрата стислого повітря, м ³ /ч	до 3	до 3	до 2
Габаритні розміри, мм	4010×4000×3600	3850×3150×3250	4850×4270×3250
Діаметр потоку, мм	1800	1600	1015

Таблиця 2.24 Технічна характеристика установки ЖСС моделі 19415

Частота обертання валів, об/хвил.	75 ÷ 150
Висота до видаючого лотка, мм	1150 ÷ 2400
Загальна потужність електродвигунів, КВт	120
Продуктивність, т/ч	20 ÷ 30

2.8.4 Розрахунок кількості технологічного устаткування

Необхідну кількість технологічного устаткування розраховуємо по формулі:

$$N = \frac{Q \times Ki}{\hat{O} \ddot{a} \times \hat{D}},$$

де Q – річна потреба суміші даного вигляду або компонентів, т. або м³;

P – продуктивність устаткування, т/ч;

$\hat{E}i$ – коефіцієнт нерівномірності споживання $\hat{E}i = 1,1 \div 1,3$;

Необхідну кількість сушив визначаємо по формулі:

$$Nc = \frac{122456 \times 1,1}{3975 \times 4,3} = 0,79$$

Приймаємо барабанне сушило моделі ПБ-1-43.

Необхідна кількість сит для просіювання оборотної суміші:

$$N\hat{n}.i\hat{a}. \hat{n}\hat{i} = \frac{318094 \times 1,1}{3975 \times 6,3} = 1,40 \quad \hat{E}\zeta = \frac{1,40}{2} = 0,70$$

Приймаємо два барабанні сита з вбудованим аератором моделі 13419.

Необхідна кількість сит для просіювання свіжих пісків:

$$Nc.i = \frac{97965 \times 1,5}{3975 \times 20} = 1,48 \quad \hat{E}\zeta = \frac{1,48}{2} = 0,74$$

Приймаємо два полігональні сита моделі 174М2.

Необхідна кількість змішувачів для приготування наповнювальної ПГС:

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{c.ia\ddot{r}} = \frac{196560 \times 1,1}{3975 \times 40} = 1,36 \quad \hat{E}_{\zeta} = \frac{1,36}{2} = 0,68$$

Приймаємо два змішувачі періодичної дії моделі 15106.

Необхідна кількість змішувачів для приготування облицювальної суміші:

$$N_{\tilde{n}.ia\ddot{e}} = \frac{28080 \times 1,2}{3975 \times 14} = 0,61$$

Приймаємо змішувач періодичної дії моделі 15104.

Необхідна кількість змішувачів (установок) для приготування єдиної ЖСС:

$$N_{\tilde{n}.a\ddot{a}} = \frac{92788 \times 1,2}{3975 \times 20} = 1,40 \quad \hat{E}_{\zeta} = \frac{1,40}{2} = 0,70$$

Приймаємо установку ЖСС моделі 19415.

Необхідна кількість змішувачів (установок) для приготування стержневої ЖСС:

$$N_{\tilde{n}.n\ddot{o}} = \frac{6106 \times 1,2}{3975 \times 3} = 0,61$$

Приймаємо установку для приготування ЖСС моделі 19665.

Необхідна кількість дробарок для помелу глини:

$$N_{\tilde{a}\ddot{e}} = \frac{2282 \times 1,3}{3975 \times 1,2} = 0,62$$

Приймаємо установку для помелу глини моделі УМ-20, в кількості 1 шт.

Необхідна кількість змішувачів періодичної дії для приготування стержневої ПГС:

$$N_{\tilde{n}\ddot{o}} = \frac{9225 \times 1,3}{3975 \times 5} = 0,60 \quad \hat{E}_{\zeta} = \frac{0,60}{1} = 0,60$$

Приймаємо змішувач періодичної дії моделі 15102.

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.25 Розрахункова відомість технологічного устаткування сумішоприготувального відділення.

Технологічна операція	Годова потреба		Вид устаткування	Модель	Часова продуктивність	Кількість		Кз	Габаритні розміри, мм
	т.	м ³				Розрахункова	Прийнята		
Сушка піску кварцевого	110171	88137	Барабанне сушило	ПБ-1-43	43 т/ч	0,79	1	0,79	3500×2120×1800
Сушка піска	12285	9828							
Просіювання піска кварцевого	110171	88137	Полігональне сито	174М2	20 м ³ /ч	1,48	2	0,74	2510×2250×1020
Просіювання піска	12285	9828							
Просіювання зворотної суміші	254475	318094	Полігональне сито з вбудованим аератором	13419	63 ÷ 39 м ³ /ч	1,40	2	0,70	3950×1790×1920
Приготування формувальної облицювальної ПГС	35100	28080	Змішуючі бігуни періодичної дії	15104	14 м ³ /ч	0,61	1	0,61	4830×4270×3250

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч

Арк.

Продовження таблиці 2.25

Приготування формульної наповнювальної ПГС	245700	196560	Змішуючі бігуни періодичної дії	15106	40 м³/ч	1,36	2	0,68	4010×4000×3600
Приготування єдиної формульної ЖСС	92788	74230	Установка безперервної дії	19415	20 т/ч	1,40	2	0,70	7500×6280×6365
Приготування стержневої ПГС	11531	5225	Змішуючі бігуни періодичної дії	15102	5 м³/ч	0,60	1	0,60	4830×4270×3270
Приготування стержневої ЖСС	6106	4881	Високошвидкісний змішувач	19665	3 т/ч	0,61	1	0,61	2100×1800×1060
Приготування глини	2282	1826	Молоткова дробилка	УМ-20	1,2м³/ч	0,62	1	0,62	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч

Арк.

2.9 Розрахунок площі складів шихтових і формувальних матеріалів

Шихтові і формувальні матеріали, що використовуються при виготовленні відливок, необхідно берегти в складських приміщеннях, а вогнетривкі і допоміжні матеріали – на площах, в спеціально відведених для цього місцях.

Для проектного цеху площу складів розраховуємо згідно рекомендаціям і даним по цеху-аналогу. Дані розрахунків заносимо в таблицю, в якій використовуємо два значки, що позначають наступне:

¹ – при невеликому споживанні матеріалів – від 300 до 400 тон в рік, їх запас на складі приймають по вантажно-транспортних нормах, тобто по місткості вагонів або цистерн.

² – при зберіганні матеріалів в штабелях (бочки, контейнери, пачки і ін.), окрім розрахунків площі необхідно враховувати допустимі розміри проходів і проїздів складських приміщень для формувальних матеріалів.

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.26 Зведені дані розрахунків площі для зберігання матеріалів

Матеріал	Потреба на рік	Об'ємна маса, т/м ³	Запас на складі		Місце зберігання	Висота приміщення, м	Площа, м ²
			суток	тонн			
Повернення власного виробництва		1,6	5		Засіки	4	
Лом сталевий		2,6	40		Засіки	4	
Чавун передільний		2,6	20		Засіки	4	
ФМn70		2,0	-		Контейнер	2	
ФС40		1,7	-		Контейнер	2	
Пісок кварцовий	110171	1,5	30		Засіки	6	
Пісок ч/яв	12285	1,5	30	180 ¹	Засіки	4	120 ²
Глина	2282	1,8	60	120 ¹	Мішки	4	90 ²
Рідке скло	6431	p=1,47	-	180 ¹	Бочки	2	120 ²
ДС-РАС	198	P=1,30	-	198 ¹	Бочки	2	90 ²
ЛСТ	175	0,6	20	175 ¹	Бочки	2	80 ²
Деревний пік	390	0,5	-	60 ¹	Мішки	2	40 ²
Ферохромовий шлак	4420	1,05	-	180 ¹	Бочки	2	120 ²
Розчин їдкоого натрію	393	1,30	-	60 ¹	Бочки	2	40 ²
Вогнетриви	12000	1,70	40	1260 ¹	Майданчик	2	630 ²

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч

Арк.

2.10 Відділення фінішних операцій

2.10.1 Регламент виконання програми

Кількість відливок, що підлягають обробуванню, очищенню, зачистці, виправленню дефектів визначається з виробничої програми проектного цеху, з урахуванням можливого браку литва, включаючи і механічні цехи. Виходячи з досвіду роботи цеху-аналога і згідно[], можна зробити висновок, що для розрахунків необхідно узяти річний випуск відливок і розподілити по технологічних операціях:

1. Вибивка литва з форм на інерційних решітках.
2. Вибивка стержнів в електрогідравлічній установці.
3. Відділення литників, випоров механічним шляхом і уручну (кувалдою, відбійним молотком), залежно від поперечного перетину живильників, шлаковловлювачів, випоров і стояків.
4. Термообробка.
5. Обрубка відливок після термообробки, видалення задирок, металізованого пригару, напливів.
6. Виправлення ливарних дефектів шляхом зварки електродуги.
7. Очищення від пригару в дробеметній камері
8. Зачистка відливок.

Вищеперелічені операції передбачено виконувати в основному механічним шляхом – за допомогою пневматичних молотків, стрічкових пил, верстатів, комплексно-механічних ліній, також присутня і ручна праця.

Загальну кількість відливок, що підлягають виправленню, знаходимо по нормах і даним по цеху-аналогу. Дані по завантаженню відділення фінішних операцій приведені в таблиці 2.27.

Таблиця 2.27 Кількість відливок, що підлягають виправленню

Група відливок по масі, кг	Годова програма відливок		Кількість відливок, що підлягають виправленню					
			110Г13Л			125Г18Х2МНЛ		
	т	шт.	%	т	шт.	%	т	шт.
От 51 до 100	9528	119106	15	1429	17866	-	-	
От 101 до 250	6352	42349	15	953	6352	-	-	
Разом по 1-му потоку	15880	161455		2382	24218	-	-	
От 251 до 500	6598	6697	-	-	-	20	1320	1339

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

От 501 до 1000	3959	4018	-	-	-	30	1188	1205
Разом по 2-му потоку	10557	10715	-	-	-		2508	2544
Разом	26437	172170		2382	24218		2508	2544

2.10.2 Обґрунтовування і вибір технологічного устаткування

Однією з основних задач в ливарному виробництві на сьогоднішній день є механізація технологічних процесів. В проектуваному цеху у відділенні фінішних операцій всі основні технологічні операції передбачено виконувати на новому технологічному устаткуванні.

Дипломним проектом до установки передбачено наступне технологічне устаткування:

- установки електрогідравлічні моделі 36312 і 36313;
- дробеметні камери для очищення і вибивання стержнів з відливок 1-го і 2-го потоків моделі 42815М і 372М;
- термічні печі для проведення термічної обробки; згідно прийнятих графіків, приймаємо термічні печі з черенем викочування, площею череня $S=22\text{м}^2$, в кількості 4 шт.;
- обдирно-шліфувальні верстати для зачистки відливок моделі 3Е374, в кількості 4 шт.;
- комплексно-механізовані лінії моделі 99910, в кількості 1 шт. і моделі 99911М, в кількості 1 шт.

Таблиця 2.28 Технічна характеристика електрогідравлічної установки періодичної дії

Модель	36312	36313
Маса загрузки, т	7	8
Максимальні розміри обробки відливки, мм	1800×400×750	1400×1400×800
Продуктивність, т/ч	5÷10	5÷8
Габаритні розміри, мм	4000×2000×3500	5000×3000×4000

Таблиця 2.29 Технічна характеристика дробеметної очисної камери періодичної дії моделі 42815М

Продуктивність, т/ч	6
---------------------	---

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Габаритні розміри, мм	7600×5600×6000
Максимальна маса відливки, т	5,3
Максимальні розміри оброблюваної поверхні виливки, мм	300024001600

Таблиця 2.30 Технічна характеристика дробеметно-дробеструйної камери моделі 372М

Продуктивність, т/ч	5
Внутрішні розміри камери, мм	3800×3800×2500
Максимальна маса виливки, т	3
Діаметр поворотного кола, мм	2500

Таблиця 2.31 Технічна характеристика механізованих комплексів для абразивної зачистки відливок

Модель комплексу	99910		99911М	
Знімання металу, т/ч	25	100	25	100
Швидкість різання, м/с	40	80	40	80
Максимальні розміри оброблюваних відливок, мм	1400×700×700		2400×1200×1000	
Максимальна маса оброблюваних виливок, кг	500		5000	
Потужність, КВт	30		37/50	
Маса, т	13,8		13,0	

2.10.3 Термічна обробка виливок

Сталі 110Г13Л і 125Г18Х2МНЛ відносяться до високомарганцевистих сталей із змістом марганцю від 11,55÷14,5 % і до 18,05% відповідно. Це сталі аустенітного класу високої зносостійкості при великому тиску і ударних навантаженнях. Для отримання необхідних властивостей сталі, відливання необхідно піддати термообробці.

В даному дипломному проекті для відливань із сталі 110Г13Л, 1-го технологічного потоку вибраний 3-й режим термообробки. При цьому режимі посадка виливок в термопіч проводиться при $t = 250^{\circ}\text{C}$ з подальшою витримкою – 2 години, після чого температура підіймається до $t = 400^{\circ}\text{C}$ із швидкістю 30 – 40 $^{\circ}\text{C}$ в годину з подальшою витримкою при даній температурі – 2 години. Після цього температура підіймається до $t = 570 - 700^{\circ}\text{C}$ із швидкістю 100 $^{\circ}\text{C}$ в годину, з подальшою витримкою 2 – 3 години.

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Далі температура підіймається до $t = 1050 - 1100^{\circ}\text{C}$ із швидкістю складової потужності печі з подальшою витримкою – 3 години. При поперечному перетині відливання – 80 мм і вище, витримка складає до 5 годин.

Для відливань із сталі 125Г18Х2МНЛ, 2-го технологічного потоку, вибраний спеціальний режим термообробки, який відрізняється від попереднього. При цьому режимі посадка відливок в термopіч проводиться при $t = 340 - 360^{\circ}\text{C}$ з подальшою витримкою 2,5 – 3 години. Далі температура підіймається до $t = 680 - 700^{\circ}\text{C}$ із швидкістю $50 - 60^{\circ}$ в годину з подальшою витримкою 3,5 – 4 години. Під'їм температури до $t = 1100 - 1150^{\circ}\text{C}$ проводиться із швидкістю 100° в годину з подальшою витримкою 6,5 – 7 годин.

Охолодження виливок проводиться після закінчення витримки у воді, температура якої не повинна перевищувати 40°C . Кількість води в баку повинна забезпечити співвідношення води до маси гартованих деталей не менше 10 : 1. Під час охолодження вода в баку повинна перемішуватися насосами або направленим підведенням води з дна бака. Час охолодження у воді складає 35 – 45 хвилин.

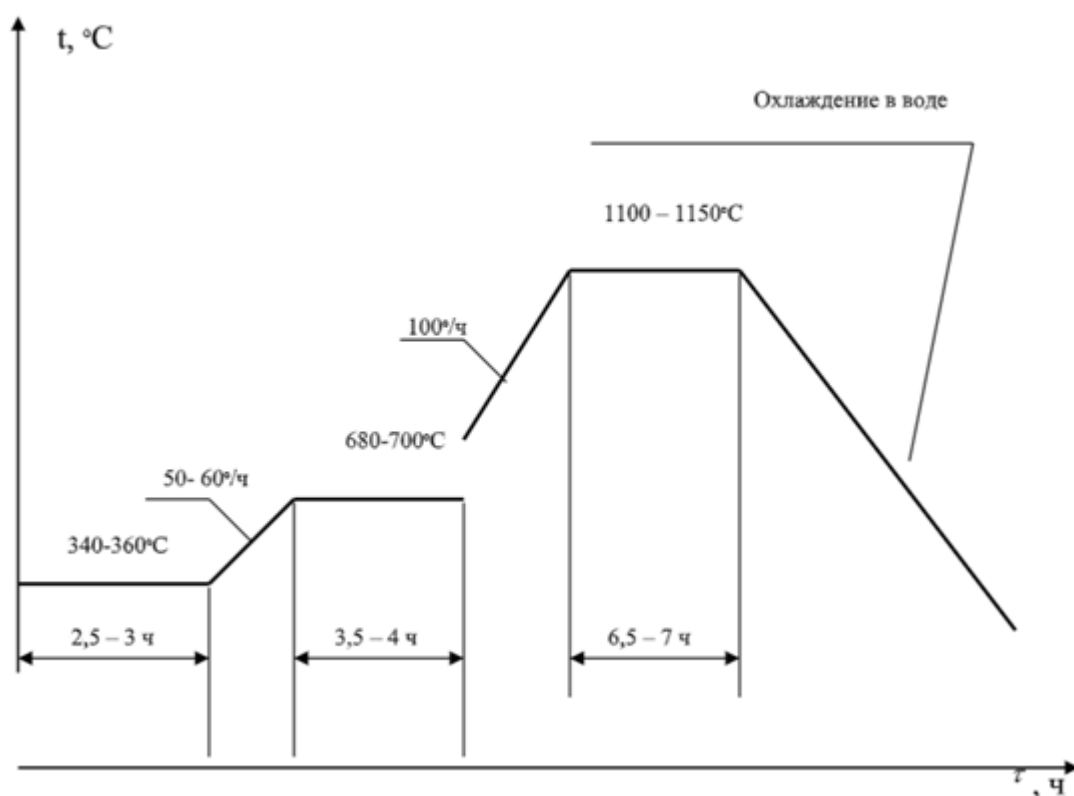


Рис 2.1 Графік термообробки для сталі 125Г18Х2МНЛ. Спеціальний режим

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

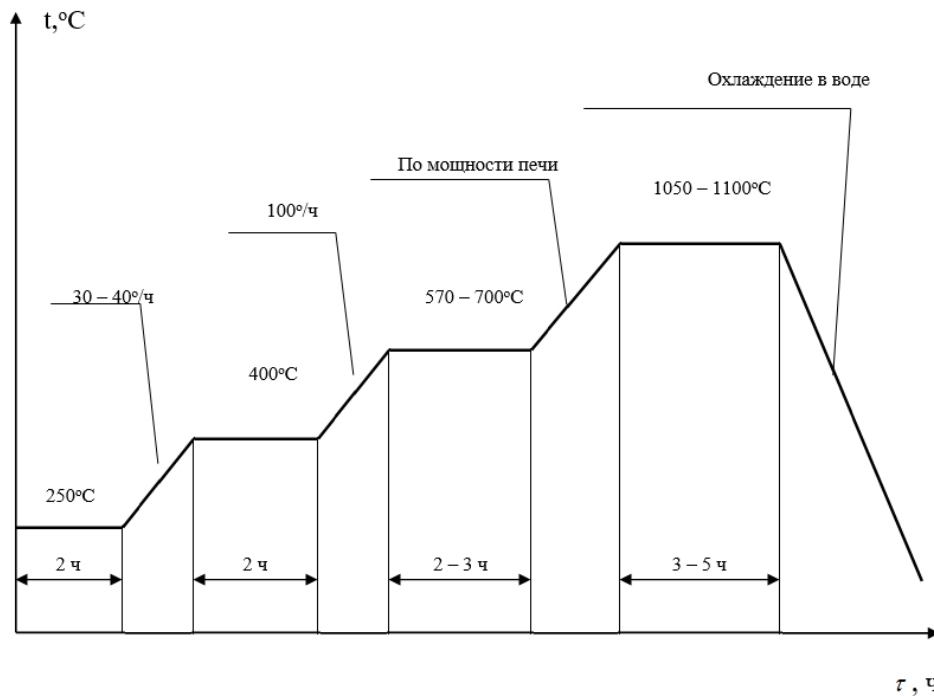


Рис. 2.2. Графік термообробки для сталі 125Г18Х2МНЛ. Спеціальний режим

2.10.4 Розрахунок кількості технологічного устаткування відділення фінішних операцій

Кількість технологічного устаткування визначаємо по формулі:

$$D\hat{i} = \frac{\dot{A} \times \hat{E}}{\hat{O}\hat{a} \times \hat{I}}$$

де $D\hat{i}$ – кількість одиниць устаткування;

$\dot{A}$ – маса (т), кількість відливань (шт.), що піддаються обробці на даному устаткуванні;

$\hat{E}$ – коефіцієнт нерівномірності роботи устаткування $\hat{E} = 1,1 \div 1,3$;

$\hat{I}$ – продуктивність устаткування, т/ч або шт./ч.

2.10.4.1 Кількість устаткування для вибивання стержнів

Для 1-го технологічного потоку:

$$D_1 \hat{a} = \frac{15600 \times 1,2}{3975 \times 7} = 0,67$$

Приймаємо електрогідравлічну установку періодичної дії моделі 36312.

Для 2-го технологічного потоку:

$$D_2 \hat{a} = \frac{10400 \times 1,2}{3975 \times 5} = 0,63$$

Приймаємо електрогідравлічну установку періодичної дії моделі 36313.

2.10.4.2 Кількість устаткування для очищення виливок

Для 1-го технологічного потоку:

$$D_1 \hat{i} \div . = \frac{5600 \times 1,1}{3975 \times 6} = 0,72$$

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо дробеметну очисну камеру періодичної дії моделі 42815М.

Для 2-го технологічного потоку:

$$D_2 \hat{i} = \frac{10400 \times 1,2}{3975 \times 5} = 0,63$$

Приймаємо дробеметну очисну камеру моделі 372М.

2.10.4.3 Розрахунок кількості термічних печей

Кількість термічних печей, необхідне для нормального циклу термообробки можна визначити по формулі:

$$D\hat{i} = \frac{\hat{I} \times \hat{E}\hat{i}}{\hat{O}\hat{a} \times \hat{I} \times \hat{E}\hat{e}}$$

де $\hat{I}$ – маса відливок, що піддаються термообробці в даній печі протягом року;

$\hat{E}\hat{e}$ – коефіцієнт використання об'єму печі $\hat{E}\hat{e} = 0,6 \times 0,8$;

$\hat{I}$ – продуктивність печі;

$$\hat{I} = \frac{S \times a}{t}$$

де S – площа череня печі, м³;

a – питоме навантаження на площу череня печі;

t – тривалість циклу термообробки.

Продуктивність печі для 1-го технологічного потоку:

$$\hat{I}_1 = \frac{22 \times 2}{21} = 2,1$$

Кількість печей для 1-го технологічного потоку:

$$D\hat{i}_1 = \frac{15880 \times 1,2}{7710 \times 2,1 \times 0,6} = 1,30 \quad \hat{E}\hat{e} = \frac{1,30}{2} = 0,65$$

Приймаємо 2 термічні печі з площею череня $S = 22\text{м}^3$.

Продуктивність печі для 2-го технологічного потоку:

$$\hat{I}_{22} = \frac{24 \times 2}{25} = 1,9$$

Кількість печей для 2-го технологічного потоку:

$$D\hat{i}_2 = \frac{10557 \times 1,2}{7710 \times 1,9 \times 0,6} = 1,44 \quad \hat{E}\hat{e} = \frac{1,44}{2} = 0,72$$

Приймаємо 2 термічні печі з площею череня $S = 22\text{м}^3$.

2.10.4.4 Розрахунок кількості електромостових кранів

Кількість мостових кранів проводимо згідно нормам крано-годин на обробку 1 т виливок відповідних груп по масі, і розрахунковим даним, одержаним по формулі:

$$D\hat{i} = \frac{\hat{I} \times \hat{I} \times \hat{E}\hat{i}}{\hat{O}\hat{a}}$$

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $\dot{I}$ – річний випуск годних виливок, т;
 $\dot{I}$ – норма крано-годин на 1 т литва;

$$\dot{E}i = \frac{26000 \times 0,5 \times 1,2}{3975} = 3,92 \quad \hat{E}_{\zeta} = \frac{3,92}{6} = 0,65$$

Приймаємо 6 електромостових кранів, вантажопідйомністю:

Q=15/3т – 2 шт;

Q=20/5т – 3 шт;

Q=30/5т – 1 шт.

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.32 Розрахункова відомість технологічного устаткування відділення фінішних операцій

Найменуван ня операції	Кількість виливок		Характеристика устаткування						Кз
	т	шт.	Найменування	Модель	Проду ктивні сть	Габаритні розміри	Розрах. кіл-сть	Прийнята кіл-сть	
Вибивка виливок 1-го поток	15600	158600	Вибивка виливок в системі лінії Л651						
Вибивка вивливок 2-го поток	10400	19320	Вибивка виливок в системі лінії Л665						
Вибивка стержнів 1-го поток	15600	158600	Електрогідравліч на установка періодичної дії	36312	7	4000×2000×3500	0,67	1	0,67
Вибивка стержнів 2-го поток	10400	19320	Електрогідравліч на установка періодичної дії	36313	5	5000×3000×4000	0,63	1	0,63

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч

Арк.

Продовження таблиці 2.32

Найменування операції	Кількість виливок		Характеристика устаткування						Кз
	т	Шт.	Найменування	Модель	Продуктивність	Габаритні розміри	Розрах. кіл-сть	Прийнята кіл-сть	
Очистка виливок 1-го потоку	1600	158600	Дробеметна камера періодичної дії	42815М	6	7600×5600×6000	0,72	1	0,7 2
Очистка виливок 2-го потоку	10400	19320	Дробеметно-дробеструйна камера	372М	5	7900×5800×6000	0,63	1	0,6 3
Зачистка виливок 1-го потоку	15600	158600	Комплексно-механізована лінія зачистки	99910	50		-	1	-
Зачистка виливок 2-го потоку	10400	19320	Комплексно-механізована лінія зачистки	99911	50		-	1	-
Термообробка 1-го потоку	15600	158600	Термічна піч	S=22м ³	2,1	8400×7000×5000	1,30	2	0,6 5
Термообробка 2-го потоку	10400	19320	Термічна піч	S=22м ³	1,9	8400×7000×5000	1,44	2	0,7 2

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч

Арк.

2.11 Розрахунок площі цеху

Проектування площі цеху є одним з основних етапів дипломного проектування, оскільки від правильного вибору виробничої площі і розміщення основного і допоміжного устаткування, а також розташовує робочих прольотів, з урахуванням проходів і проїздів згідно рекомендаціям, залежить вихід годних виливок з 1 м² виробничої площі цеху .

Плавильне відділення розміщується в прольоті, шириною $B=1800\text{мм}$, і довжиною $L=102000\text{мм}$, з висотою підкранових консолей в цих двох прольотах $H=12400\text{мм}$.

Формувально-заливне, стержневе і сумішоприготувальне відділення розміщуються в прольотах, розташованих паралельно один одному і перпендикулярно плавильному прольоту з одного боку і двом прольотам, в яких розміщено відділення фінішних операцій з другого боку.

Для формувально-заливального відділення, зокрема, 1-го технологічного потоку, вибирається проліт, шириною $B=18000\text{мм}$ і довжиною $L=102000\text{мм}$; для 2-го технологічного потоку вибирається проліт, шириною $B=24000\text{мм}$ і довжиною $L=102000\text{мм}$, з висотою підкранових консолей $H=16800\text{ мм}$

Стержневе відділення розташовується в прольоті, шириною $B=18000\text{мм}$, довжиною $L=102000\text{мм}$.

Сумішоприготувальне відділення розташовується в прольоті, шириною $B=24000\text{мм}$, довжиною $L=102000\text{мм}$, з висотою підкранових консолей $H=16800\text{ мм}$

Відділення фінішних операцій розміщується в двох прольотах, шириною $B=18000\text{мм}$ і довжиною $L=102000\text{мм}$, з висотою підкранових консолей $H=16800\text{ мм}$.

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.3Ч	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розробка технологічного процесу виготовлення відливки «Зуб ковша»

Початкові дані:

Матеріал – сталь 110Г13Л

Маса – 150 кг

Креслення – 3505.29.00.005К

Замовлення – 41600 шт.

Виготівник – ЗАТ «КЗГО»

При розробці ливарної технології керуємося найраціональнішими прийомами, що забезпечують необхідні експлуатаційні властивості литих деталей і високі техніко-економічні показники виробництва: отримання якісних відливок при мінімальній їх вартості; висока продуктивність; економія металу в результаті зменшення припусків на обробку; економія палива, електроенергії і допоміжних матеріалів; максимальне використання наявного устаткування і оснащення.

Для підвищення стійкості зуба ковша екскаватора можна виділити три напрямки роботи:

1. - розробка сплавів нових складів з заданими властивостями;

зміна конструкції деталей;

удосконалення технології виготовлення деталей (заготівель) із існуючих сплавів.

Перший напрямок відрізняється тривалим циклом розробки сплаву нового складу та використанням їх у виробництво. Також слід зазначити, що високі властивості досягаються при створенні високо-і комплексно-легованих сплавів. Подібні сплави мають високу ціну, складність у виробництві, спеціальні вимоги до технологічного та обробного обладнання.

Зміна конструкції (конфігурації) зуба ковша шляхом моделювання умов їх роботи та оцінки областей інтенсивного руйнування (рис. 1) для багатьох типів заготовок вже виконано. Крім того, інтенсивність руйнування залежить великою мірою від типу ґрунтів та кінематики руху ковша екскаватора. Повне зношування зубів, як зазначав Ю.А. Вітрів відбувається після вироблення 30-35 тис. м³ піщано-щебених ґрунтів. При цьому кут загострення зуба збільшується в 2-2,5 рази, досягаючи 65-70 ° замість 26 ° у нового зуба, а робоча довжина зменшується в 3-4 рази (рис. 1, 2) [1].

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.ТЧ						
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата							
Розробив	Каюн Р. О.				Технологічна частина				Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Скідін І. Е										
Рецензент	Саїтгарєєв Л.Н										
Н.контроль	Скідін І. Е								Кафедра МЧМЛВ Група МТ-22-1ск		
Затвердив	Савельєв С.Г.										

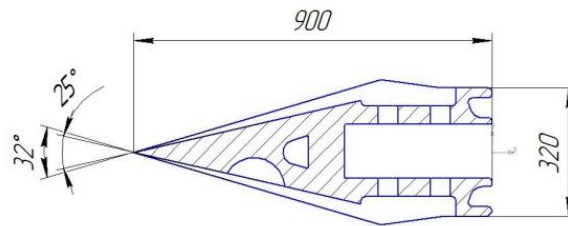


Рис. 3.1 – Зуб ковша екскаватора

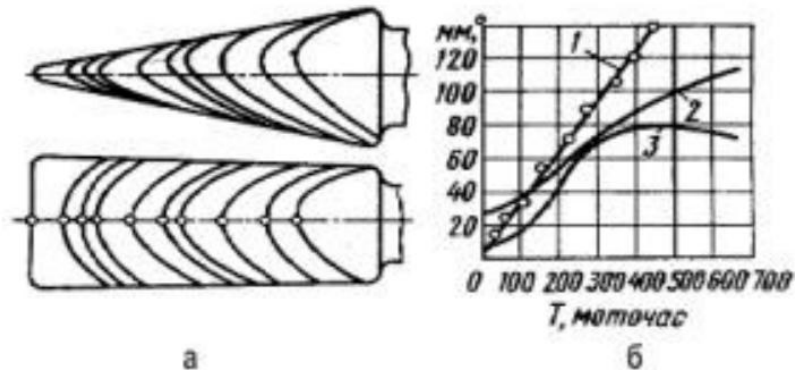


Рис. 3.2 - Зношування зуба ковша екскаватора (а) та зміна його параметрів (б): 1-довжина; 2-кут загострення; 3-довжина майданчика зносу

Значний внесок у довговічність та надійність литих деталей у процесі експлуатації вносить технологія виробництва виливка. При створенні ливарних технологій необхідно враховувати раціональне та оптимальне використання матеріалів та енергії.

Це стосується й технології виготовлення литих виробів із високомарганцевої сталі 110Г13Л (сталь Гадфільда). Більшість виливків з марганцевистої сталі працюють в умовах інтенсивного ударно-абразивного зносу в різних агрегатах та установках гірничо-металургійного комплексу. Зношування зуба ковша екскаватора відбувається переважно за двома механізмами це мікрорізання при абразивному впливі ґрунтів і втомне руйнування в результаті циклічного впливу при ударно-абразивному зносі. Цей висновок підтверджує характер поверхні зносу: нижня частина зуба має зони з спрямованим рельєфом зносу, а верхня частина зони з матовим рельєфом і без вираженого напрямку. Характер зносу більшою мірою залежить від кута атаки абразивного середовища при збільшенні кута атаки абразивний знос відбувається більшою мірою за типом втоми.

Марганцеві сталі відрізняються труднощами та особливостями її лиття, які необхідно враховувати при розробці ливарних технологій [2, 3]. Перевага сталі 110Г13Л пов'язана з її здатністю до зміцнення поверхні шляхом наклепу під впливом зовнішніх навантажень [3]. У процесі роботи при високих контактних навантаженнях в зразках сталі зуба і виявляється аустеніт із частковим мартенситним перетворенням. У 30-х з явно вираженим абразивним зносом за механізмом мікрорізання переважає деформований аустеніт з незначним мартенситом [4, 5]. У зонах з переважаючим втомним викошуванням у структурі переважає мартенсит зі слідами крихкої руйнації.

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.ТЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підвищення вимог до надійності обладнання, що визначається експлуатаційною стійкістю, призводить до необхідності комплексного підходу до цих питань. Часто експлуатаційна стійкість запасних (змінних, витратних) частин, одержуваних від виробників, коливається у широких інтервалах (табл. 1). У процесі експлуатації зубів ковша екскаватора зі сталі марки 110Г13Л фіксувалася кількість породи до моменту критичного зношування.

Таблиця 3.1 - Стійкість зуба ковша екскаватора одного виробника

Екскаватор	Середня стійкість
18	27651
37	26850
38	15940
52	24411
101	27882
102	39680
103	25059
104	23963
105	33311
106	23368
107	20557
108	33059
109	26099

Аналіз даних показав, що для експлуатації в «стандартних» умовах можливе зміна стійкості більш ніж у 2 рази. Так, для екскаватора № 102 мінімальна стійкість становила 14414 т, а максимальна 40409 т. Подібна картина спостерігається для всіх екскаваторів, а середня стійкість відрізняється у 2,49 рази.

При порівнянні стійкості зуба ковша екскаваторів, що працюють в однакових умовах, від різних виробників також виявлено суттєву відмінність експлуатаційної стійкості (табл. 2)

Таблиця 3.2 - Стійкість зуба ковша екскаватора різних виробників

№	Екскаватор	Стійкість, т	Примітка
1	38	16946	Виробник 1
2		11179	Виробник 1
3		20282	Виробник 1
4		15350	Виробник 1
5		7311	Виробник 2
6		8354	Виробник 2
7		8997	Виробник 2
8	107	20557	Виробник 1
9		4529	Виробник 2

Технологічний процес виробництва зуба ковша екскаватора в умовах різних виробництв являє собою формування в піщано-глинистих сумішах, отвори та порожнини формуються за допомогою стрижнів із холоднотвердіючих сумішей, застосовуються бічні прибутки (рис. 3).

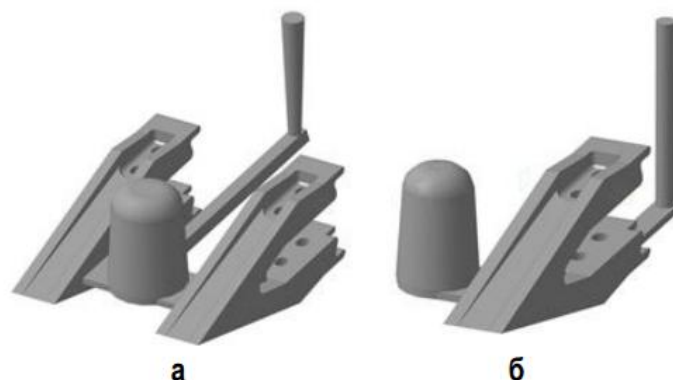


Рис. 3.3 - Виливка «Зуб ковша»: а - варіант 1; б – варіант 2

Після виведення зубів ковша з експлуатації встановлено, що відмінність в експлуатаційній стійкості більшою мірою визначається наявністю прихованих усадкових дефектів, мікропористості та ліквациї, що знижують експлуатаційну стійкість. При проведенні комп'ютерного моделювання різних технологій виготовлення виливка «Зуб ковша» виявили зони з підвищеною ймовірністю утворення ливарних дефектів у вигляді прихованих усадочних раковин, мікропористості та ліквациї (рис. 4).

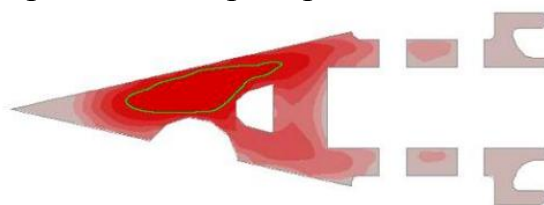


Рис. 3.4 - Зони можливих дефектів виливки «Зуб ковша»

Ливарна технологія, що застосовується при виробництві виливки «Зуб ковша», істотно впливає на формування макро- і мікроструктури сплаву, визначає наявність дефектів, таких як приховані усадкові раковини,

пористість, ліквация. Зазначені фактори призводять до зміни експлуатаційної стійкості виливків до двох і більше разів. У сучасних умовах застосування моделювання та оптимізації ливарних технологій дозволяє суттєво підвищити конкурентоспроможність продукції за рахунок зниження витрат, втрат та підвищення експлуатаційних характеристик виливків. Для комплексного підвищення експлуатаційних властивостей виливки «Зуб ковша» необхідний комплексний підхід зі зміною конструкції деталі, удосконаленням ливарної технології та додатковим легуванням та модифікуванням сталі 110Г13Л з метою підвищення її міцності та зносостійкості.

3.1.1 Аналіз замовлення

Відливка «Зуб ковша» по масі відноситься до 2-ої групи відливок (середні), серійного виробництва. По кресленню відливка 2-ої групи. За призначенням відноситься до відповідальних відливок деталей, що працюють на зносостійкість при великому тиску і ударних навантаженнях. Згідно преїскуранта 25-01 – 81 за технологічністю конструкції відливка відноситься до 2-ої групи складності.

В умовах ЗАТ «КЗГО» дане замовлення виконати можливо, оскільки проєктований цех має свій в розпорядженні всі необхідні засоби, зокрема: устаткуванням

- формувальними і шихтовими матеріалами;
- оснащенням.

В таблиці 3.3 приведені класифікаційні ознаки груп складності відливань, по сукупності яких визначається група складності даного відливання.

Таблиця 3.3 Визначення групи складності відливки «Зуб ковша»

Основні ознаки складності відливок	Групи складності відливок					
	1	2	3	4	5	6
Конфігурація литих поверхонь відливок		•				
Маса, кг		•				
Максимальний габаритний розмір, мм		•				
Товщина основних стінок відливок, мм		•				
Хар-ка виступів ребер, поглиблень, литих отворів, порожнин (висота, глибина, кількість)		•				
Кількість стержнів на одну відливку, шт		•				

Хар-ка механічної обробки литої деталі і наявність вимог по шорсткості оброблюваних поверхонь по ГОСТу 2789-73	•					
Відповідальність призначень			•			
Особливі технічні вимоги		•				

3.1.2 Аналіз технологічності конструкції литої деталі і вибір способу виготовлення відливок

Відливка „Зуб ковша” має технологічну конструкцію – компактна, раціональної форми [4]. Середня товщина стінки 30 мм без урахування припуску на механічну обробку. Прямолінійна форма сприяє безперешкодному витяганню моделі з форми. Внутрішня порожнина виконується болваном. Бічні порожнини, розміром 2800×60 мм з радіусами R45 мм і R47,5 мм з переходом в отвори в кількості 2 шт. з кожної сторони, розмірами 44 мм вширшки і 54 мм довгої з радіусом R22 мм, виконуються стержнями. Також стержнем виконується задня частина відливки, звана хвостовиком, порожнина розмірами 3300×155⁺⁶мм і 208⁻⁷мм. З урахуванням серійності відливки доцільно виготовляти в сирі піщано-глинисті форми на автоматичній формувальній лінії Л651, з облицювальною і наповнювальною сумішшю, враховуючи габаритні розміри відливки: L=1060 мм; B=170 мм; h=390мм..

3.1.3 Визначення положення відливки у формі при заливці

З метою направленою затвердіння, отримання відливки без перекосу по зовнішньому контуру, при відповідній висоті опок, слід розташовувати її вертикально як в нижній, так і у верхній напівформі з установкою бічного прибутку на два відливання, що знаходяться у формі. Горизонтально у фланець підводиться живильник, що розраховується, литникова система горизонтальна. Шлаковловлювач і стояк розташовуються у верхній напівформі. Відливка невеликих розмірів, тому розрахунок ведемо з тим, що розташовуємо дві відливки у формі, з урахуванням відповідної формувальної лінії, габаритів опок і серійності.

3.1.4 Визначення ділянок поверхні відливки, виконуваних стержнями

Бічні порожнини з отворами і задня частина відливки, хвостовик, можуть вийти тільки з установкою двох стержнів: стержня №1 (горизонтальний) і стержня №2 (вертикальний), в кількості 2 шт. Горизонтальний стержень №1 фіксується бічними знаковими частинами і

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.ТЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

встановлюється у форму в горизонтальному положенні. Розміри знакових частин стержня №1 призначаються по Госту 3606-80 з урахуванням розмірів стрержня, способу формування і положення його у формі. Довжина знакових частин відповідає 80 мм. Формувальні ухили – $\alpha=6^\circ$; $\beta=8^\circ$. Зазори між знаковою частиною стержня і поверхнею форми: $S_1=0,6$ мм; $S_2=0,7$ мм;

$$S_3 = S_{11} \times S_2 = 1,55 \times 0,6 = 0,9 \text{ мм.}$$

Розміри знакових частин і зазорів між поверхнями знакової частини і формою для стержня №2 (верхній і нижній), визначаються по Госту 3606-80. Висота верхніх і нижніх стержневих знаків відповідає 25 мм. Формувальні ухили – $\alpha=10^\circ$; $\beta=4^\circ$. Зазори між знаковою частиною стрижня і поверхнею форми: $S_1=0,4$ мм; $S_2=0,6$ мм; $S_3 = S_{11} \times 1,5 = 0,44 \times 1,5 = 0,6$ мм;

3.1.5 Вибір матеріалу для виготовлення модельного комплекту

Виходячи з річного випуску відливок, приймаємо для виготовлення модельного комплекту алюмінієвий сплав АЛ7В []. Модельний комплект виготовляємо роз'ємний без відокремлених частин. Стержневий ящик - роз'ємний. Число зніманих відповідає до 41600 штук. Модель і стержневі ящики роз'ємні, складаються з двох половинок.

Відливка «Зуба ковша» по роду своєї діяльності не має припуску на механічну обробку, тому в даному випадку необхідно встановити формувальні ухили з урахуванням усадки. Формувальний ухил приймаємо по Госту 3212-80.

3.1.6 Конструкція і розміри модельного комплекту

Для визначення конструктивних розмірів модельних комплектів в першу чергу необхідно встановити припуски на механічну обробку, припуски на усадку і формувальні ухили.

Відливка «Зуба ковша» по роду своєї діяльності не має припуску на механічну обробку, тому в даному випадку необхідно встановити формувальні ухили з урахуванням усадки. Формувальний ухил приймаємо по Госту 3212-80 Тип I [] за рахунок збільшення розмірів відливки.

Модель виконується з урахуванням усадки. Для даної сталевих відливки усадка складе 2,5%.

3.1.7 Забарвлення і маркіровка модельного комплекту

Маркіровка виконується на бічних зовнішніх поверхнях стержневих ящиків і на поверхнях моделей, відповідних необроблюваним поверхням відливки. В першому рядку указують номер відливки, для виготовлення якій призначена модель або стержневий ящик. В другому рядку за наявності декількох модельних комплектів (дублерів) після шифру К записують номер

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.ТЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

модельного комплексу (дублера), потім через риси після шифру Я – число стрижневих ящиків і далі (тільки для стрижневих ящиків) після шифру Ст № – порядкові номери стрижнів. В третьому рядку після шифру ОЧМ (на моделі) указують число відокремлених частин, потім після шифру ПВ – число прибутків і випоровши, після шифру Л – число елементів литникової системи.

Для моделі

А – 279

До 1 – Я 2

Ст № 1,2

Для стрижневого ящика

А – 1

До 1 – Я 2 – Ст № 1,2

ПВ – 1 ; Л – 5

3.1.8 Визначення розмірів і конструкції опок

При виборі розмірів опок слід враховувати, що використання надмірно великих опок спричиняє за собою збільшення витрат праці на ущільнення формувальної суміші, недоцільну витрату суміші; а використання дуже маленьких опок може викликати брак відливок унаслідок продавлювання металом низу форми, відходу металу по роз'єму і т.п.

Враховуючи виробничі умови, товщину шару формувальної суміші на різних ділянках форми, масу відливки і кількість у формі, а також згідно [], розраховуємо довжину (L), ширину (B) і висоту (H) опок.

Маса відливки – 150 кг; довжина відливки – 1060 мм; кількість – 2 шт.

Мінімально допустима товщина формувального шару від верху моделі до верху опоки – $H_{\text{верх}}=100$ мм; і від низу моделі до низу опоки – $H_{\text{низ}}=120$ мм

Розраховуємо довжину опоки:

$$L_{\text{в}} = 2A_{\text{в}} + L_{\text{д}}$$

де $B_{\text{в}}$ – відстань від моделі до стінки опоки;

$L_{\text{д}}$ – довжина відливки.

$$L_{\text{в}} = 2 \times 70 + 1060 = 1200 \text{ мм}$$

Розраховуємо ширину опоки:

$$A_{\text{в}} = 2A_{\text{в}} + 2A_{\text{д}} + A_{\text{м}}$$

де $B_{\text{в}}$ – ширина відливки;

$B_{\text{м}}$ – відстань між моделями з урахуванням прибутку.

$$A_{\text{в}} = 2 \times 70 + 2 \times 330 + 205 = 1005 \text{ мм}$$

Розраховуємо висоту опоки верху:

$$H_{\text{в}} = H_{\text{верх}} + H_{\text{м.в}}$$

де $H_{\text{верх}}$ – відстань від верху моделі до верху опоки;

$H_{\text{м.в}}$ – модель верху.

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.ТЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H_{\text{низ}} = 100 + 120 = 320 \text{ мм}$$

Розраховуємо висоту опоки низу:

$$H_{\text{низ}} = H_{\text{м.н}} + H_{\text{оп}} = 120 + 220 = 340 \text{ мм}$$

де $H_{\text{низ}}$ – відстань від низу моделі до низу опоки;

$H_{\text{м.н}}$ – модель низу.

$$H_{\text{низ}} = 120 + 220 = 340 \text{ мм}$$

Основні розміри опок для автоматичних ліній виготовлення піщаних форм регламентовані ГОСТ 12929 – 67.

Вибираємо автоматичну лінію моделі Л 651.

Таблиця 3.4 Розміри опок автоматичної лінії Л 651

	L	B	H
Опока верху	1250	1000	400
Опока низу	1250	1000	400

3.1.9 Проектування і розрахунок литникової системи

Литникова система – система каналів і пристроїв для підведення в певному режимі рідкого металу в порожнину ливарної форми, відділення неметалічних включень і забезпечення живлення відливання при затвердінні.

Правильна конструкція литникової системи повинна забезпечувати безперервну подачу розплаву у форму по найкоротшому шляху; спокійне і плавне її заповнення; уловлювання шлаку і інших неметалічних включень; створення направленої затвердіння відливання; мінімальна витрата металу на литникову систему; не викликати місцевих руйнувань форми унаслідок великої швидкості і неправильного напрямку потоку металу.

Розрахунок литникової системи для відливки «Зуб ковша» ведемо з розрахунку 2 шт. в опоці і згідно.

Загальну вагу рідкого металу розраховуємо по формулі:

$$G_{\text{літ}} = 1,33 \times G$$

де G – вага двох відливок.

$$G_{\text{літ}} = 1,33 \times 300 = 399 \text{ кг}$$

Оптимальний час заливки знаходимо по формулі:

$$\tau = \sqrt{1,24 \times G_{\text{літ}}}$$

$$\tau = \sqrt{1,24 \times 399} = 22,3 \text{ с}$$

Знаходимо сумарне значення живильника по формулі:

$$\sum F_{\text{ж}} = \frac{G}{\rho \times \tau \times L}$$

де ρ – питома швидкість заливки, $K_{\text{у}}=0,75$;

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.ТЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

L – поправочний коефіцієнт на жидкотекучість сталі, для сталі 110Г13Л
 $L = 0,8$.

$$\sum F_{\tilde{r}} = \frac{399}{0,75 \times 22,3 \times 0,8} = 29,8 \tilde{n}^2$$

Площу поперечного перетину шлаковловлювача і стояка знаходимо із співвідношення:

$$\sum F_{\tilde{r}} :: \sum F_{\emptyset} :: \sum F_{\tilde{n}\emptyset} = 1,2 :: 1 :: 1$$

$$F_{\emptyset} = 1 \times 29,8 = 29,8 \tilde{n}^2$$

$$F_{\tilde{n}\emptyset} = 1 \times 29,8 = 29,8 \tilde{n}^2$$

Розмір живильника

$$\sum F_{\tilde{r}} = 29,8 \tilde{n}^2$$

Кількість живильників – 2 шт.

$a = 29$ мм;

$b = 25$ мм;

$h = 29$ мм

Розмір шлаковловлювача

$$F_{\emptyset} = 29,8 \tilde{n}^2$$

$a = 58$ мм;

$b = 54$ мм;

$h = 58$ мм

Розмір стояка

$$F_{\tilde{n}\emptyset} = 29,8 \tilde{n}^2$$

Кількість – 1 шт., діаметр – 60 мм

Приймаємо стандартну воронку № 4.

3.1.10 Розрахунок прибутку

Відливка «Зуб ковша» виготовляється із сталі 110Г13Л. Для попередження утворення усадкових раковин встановлюється прибуткова частина відливки – «прибуток».

Форма відливки має прямокутний вид конусного типу, у зв'язку з цим встановлюємо один прибуток на два відливки, відвідний з підведенням живильників через неї. Розмір закритої бічної частини повинен відповідати співвідношенню:

$$d_{\emptyset} = (1,3 \div 1,7) \times d_{\tilde{e}} ; \quad D_{\tilde{i}\emptyset} = (1,8 \div 2,5) \times d_{\tilde{e}} ;$$

де $d_{\emptyset}$ – діаметр сполучної шибки;

$d_{\tilde{e}}$ – діаметр кола, вписаного в живлений вузол, мм;

$D_{\tilde{i}\emptyset}$ – діаметр прибутку.

$$d_{\emptyset} = 1,3 \times 40 = 52 \text{ мм} \quad - \text{ на дві відливки};$$

$$D_{\tilde{i}\emptyset} = 2,4 \times 52 = 125 \text{ мм} \quad - \text{ на дві відливки}.$$

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.ТЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знаходимо висоту прибутку:

$$h_{\text{пр}} = 1,4 \times 250 = 350 \text{ мм}$$

Ширина прибутку складає:

$$A_{\text{пр}} = 52 \times 2 \times 1,2 = 125 \text{ мм}$$

Маса прибутку:

$$m_{\text{пр}} = 3,5 \times 2,5 \times 1,25 \times 7,8 = 85 \text{ кг}$$

Прибуток має овальну форму і розташовується у верхній і нижній напівформі.

3.1.11 Вибір способу заливки форми, визначення температури розплаву при заливці, тривалість охолодження відливки у формі

Для розливання сталі 110Г13Л застосовується стопорний ківш, місткістю 6000 т. Температура розплаву при випуску з печі повинна відповідати 1550°C і 1450°C при заливці форм, згідно рекомендаціям [] і даних по цеху-аналогу. Для забезпечення повного затвердіння розплаву, виключення утворення усадкових раковин, тріщин і отримання необхідної структури, тривалість охолодження відливки у формі повинна відповідати 6 годинам.

3.1.12 Визначення маси вантажу

Під час заливки при підході металу до верхньої напівформи утворюється гідростатичний удар, при якому метал може підвести верхню напівформу і піти по роз'єму. Для запобігання виходу металу форму необхідно навантажити вантажем.

Масу вантажу розраховуємо по формулі:

$$A = E \times [I \times (F_{\text{пр}} \times F_{\text{л.с.}}) \times \rho_{\text{м}} + V_{\text{ст}} \times (\rho_{\text{ст}} - \rho_{\text{л.с.}}) - Q];$$

де K – коефіцієнт, що враховує гідроудар при підході металу до верхньої напівформи, K=1,5;

H – гідростатичний натиск, звичайно рівний висоті верхньої напівформи;

F_{від} – площа перетину відливки в плані, дм²;

F_{л.с.} – площа перетину литникової системи, дм²;

ρ_м – густина металу, для сталі ρ_м=7,8 кг/дм³;

ρ_{ст} – густина стержня, для ПГС ρ_{ст}=1,65 кг/дм³;

V_{ст} – об'єм стержня, дм³;

Q – вага верхньої напівформи;

$$Q = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{л.с.}};$$

де Q_{оп} – вага опоки по Госту;

Q_{см} – вага суміші;

$$F_{\text{пр}} = 10,6 \times 1,7 \times 2 = 36 \text{ дм}^2;$$

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.ТЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_{\text{в.н}} = 8,9 \text{ дн}^3;$$

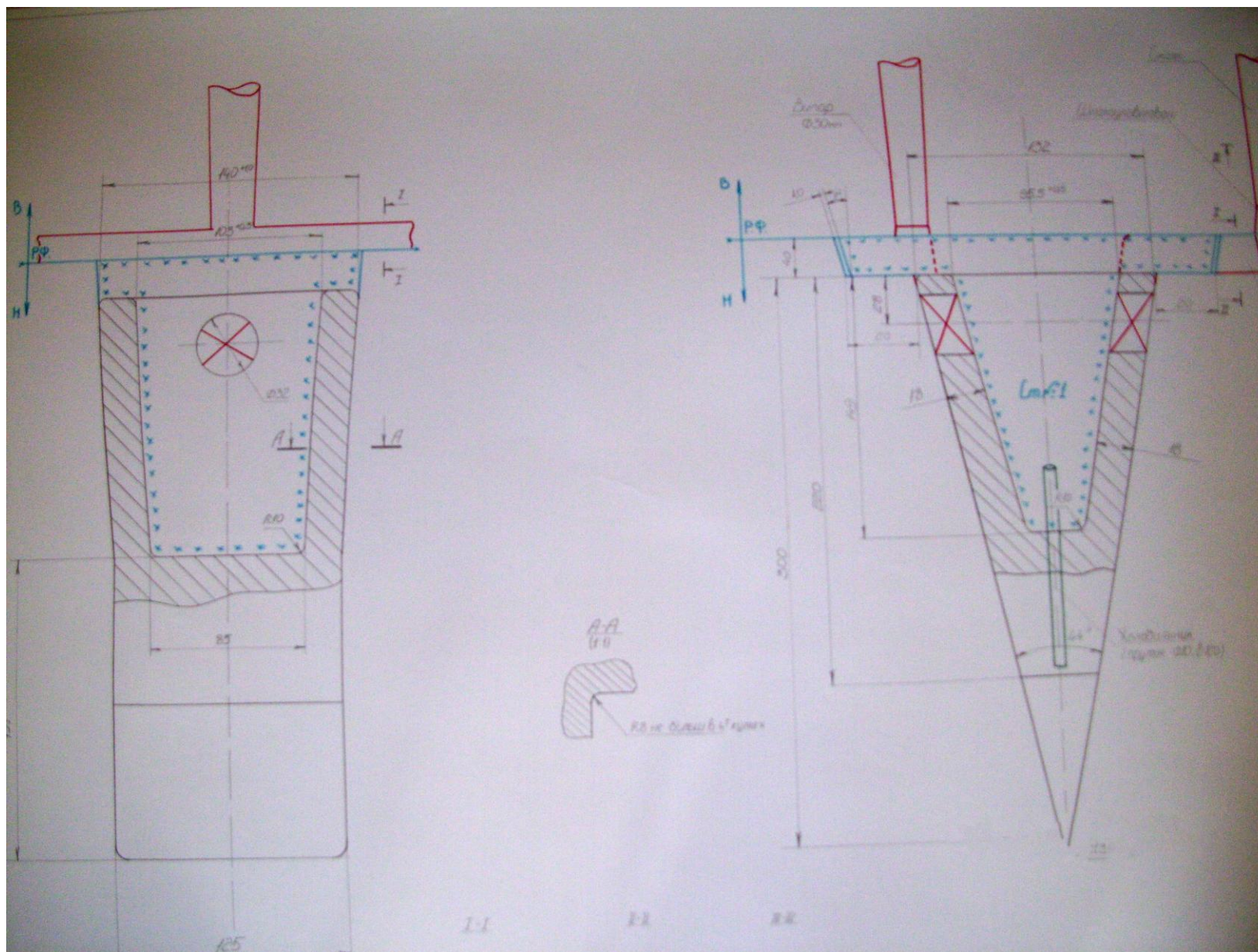
$$V_{\text{н}} = 42,3 \times 2 = 84,6 \text{ дн}^3;$$

$$Q = 500 + 595 = 1095 \text{ дн};$$

$$\hat{A} = 1,5 \times [4 \times (3,6 + 8,9) \times 7,8 + 84,6 \times (7,8 - 1,65) - 1095] = 1240 \text{ дн}$$

Згідно рекомендаціям та практичним і теоретичним даним вантаж повинен важити в 3,3÷5 разів більше, що відповідає даному розрахунку форму необхідно навантажити вантажем рівним 1240 кг.

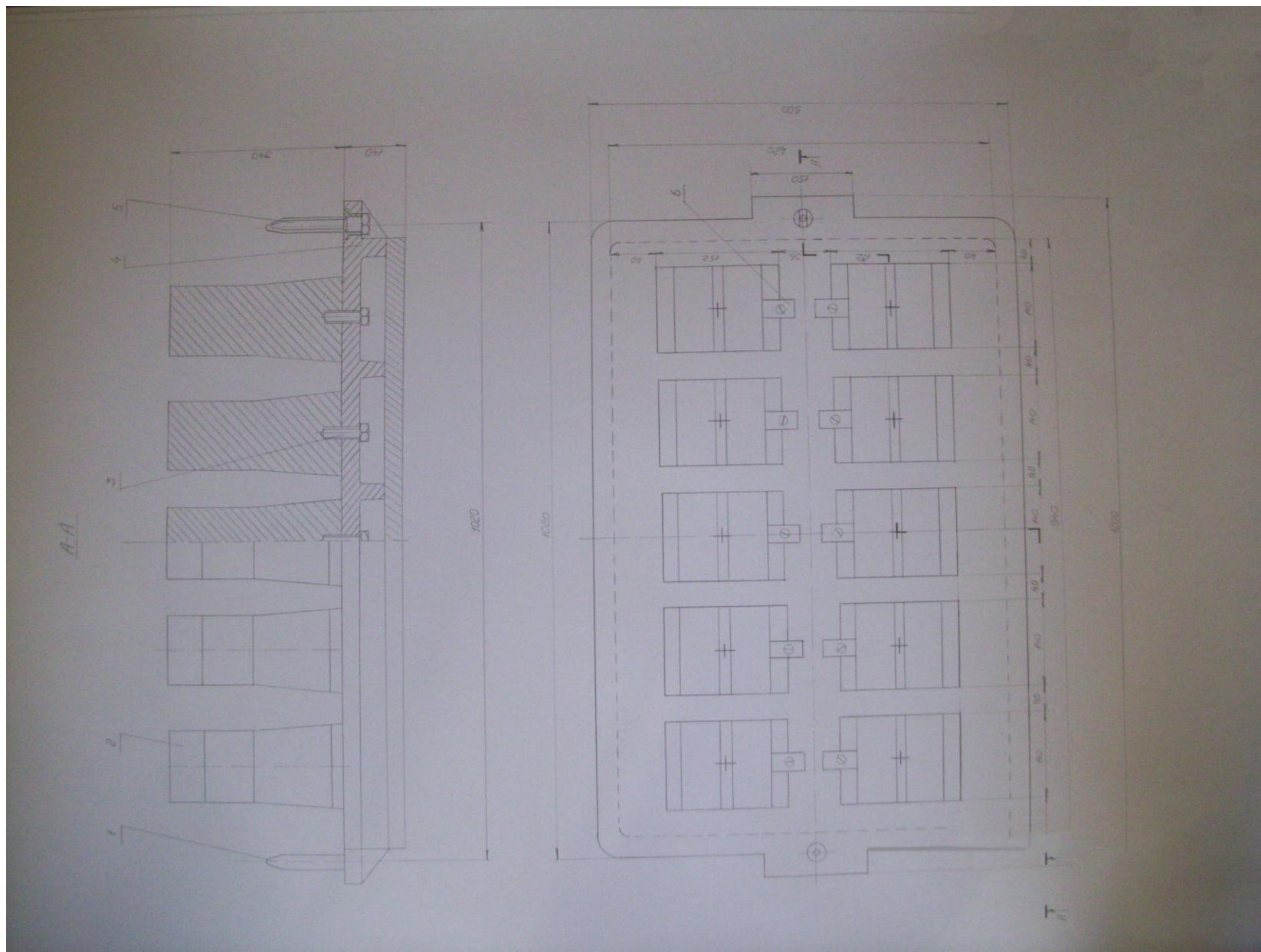
					КНУ.РБ.136.25.150с-02.ТЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.150с-02.ТЧ

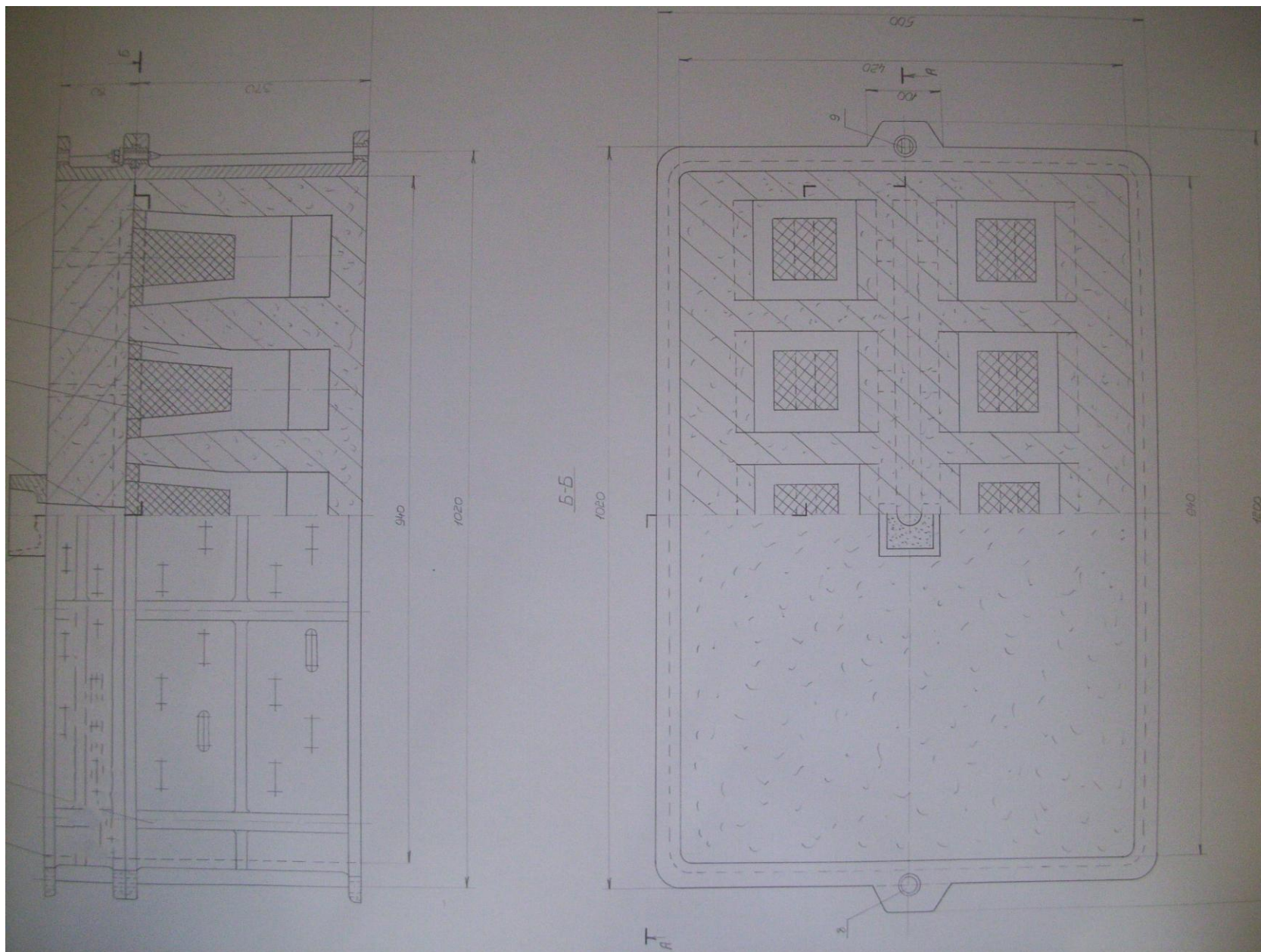
Арк.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.150с-02.ТЧ

Арк.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.150с-02.ТЧ

Арк.

5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Експлуатаційні властивості високо марганцевистих сталей в умовах роботи гірничо-добувальної промисловості. Характеристика виробу

Виливка «Зуб ковша» є складовою частиною ковша екскаватора. В даному варіанті ківш йде на екскаватор ЕКГ-8 (екскаватор кар'єрний гусеничний, 8 – місткість ковша для легких порід).

Ківш складається з передньої і задньої стінок, днища, коромисла, петлею і зубів ковша. Днище підвішується на петлях за допомогою пальців до середніх вушок задньої стінки ковша. До основного листа днища приклепані кронштейни, в пази яких вставляється засув ковша, сполучений шарнірно з важелем механізму відкриття днища ковша (за допомогою ланцюга). Коромисло з'єднується з ковшем пальцями. Ківш кріпиться до рукояті внизу пальцями, а вгорі – сполучною тягою, укріпленою на пальцях. Передня стінка ковша оснащена знімними зубами, утримуваними стопорами. В робочому стані ківш при зіткненні з породою знімає стружку максимальної товщини без зниження швидкості обертання дизеля. При високому забої копання починають з верхньої половини укусу.

Як видно з вище сказаного, основні навантаження доводяться на зуби ковша. Під час роботи зуби ковша випробовують декілька навантажень: ударні навантаження, навантаження на стирання, наклеп. Коли екскаватор працює в скельних і напівскельних породах, а також в зимовий час, необхідно ретельно і своєчасно розпушувати породу в забої зубами ковша.

При роботі деталь «Зуб ковша» випробовує два види зношування: механічне і хімічне.

Механічне зношування підрозділяється на природне і аварійне.

Природне зношування є неминучим поверхневим руйнуванням, інтенсивність якого визначається призначенням і конструкцією зчленовування; з часом природне зношування поволі наростає.

Аварійне зношування є слідством неправильної експлуатації машини і приводить до передчасного виходу з ладу деталі. Воно розвивається вельми інтенсивно і може викликати в деталі напруги, перевищуючі розрахункові.

Хімічне зношування деталей – результат дії на них кислот, лугів, газів, високих температур. При роботі екскаватора хімічне зношування деталі «Зуб ковша» порівняно невелике, і в основному унаслідок роботи в безпосередній близькості від води.

Правильне визначення технічного стану деталі «Зуб ковша» дає можливість скласти план підготовки машини до ремонту (заміні зубів ковша). Остаточне рішення про необхідність заміни приймає механіка при

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.СЧ			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Спеціальна частина	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Каюн Р. О.						
Перевірив		Скідін І. Е						
Рецензент		Сайтгарєєв Л.Н				Кафедра МЧМЛВ Група МТ-22-1ск		
Н.контроль		Скідін І. Е						
Затвердив		Савельєв С.Г.						

проведенні технічного обслуговування, коли надається можливість знайти дійсні причини дефектів, визначити величину зносу і порівняти її з гранично допустимою. Гранично допустимою називається така величина зносу, при якій подальша робота деталі стає технічно не надійною. Граничний знос деталі встановлюють по нормативах технічних умов на ремонт машини. При експлуатації зуби ковша зносяться, величина їх зносу не повинна перевищувати 50-60%. При більшому зносі зуби необхідно замінювати. Для цього потрібно зрізати головки болтів, що сполучають зуби з передньою стінкою, видалити болти і зношені зуби; після установки нових зубів встановити болти і гайки. Вільні кінці болтів слід розклепати, після чого ківш з новими болтами готовий працювати.

5.1.1 Сталь 110Г13Л. Загальні відомості

Сталь 110Г13Л винайшов англійський металург Еботт Роберт Гадфільд. В 1883 році був виданий перший британський патент на марганцевисту сталь, виготовлену присадкою до заліза багатого феромарганцю. Вперше була використана для виливок в 1892 році. Сталь Гадфільда швидко одержала визнання металургів і машинобудівників. Завдяки високій зносостійкості її почали застосовувати для виготовлення тих деталей, які в процесі експлуатації стираються при значному питомому тиску, - рейкових хрестовин, шок дробарок, кульових млинів, гусеничних траків і т.п. Найдивніше полягало в тому, що під дією навантажень ця сталь ставала все твердішою і твердішою. Причина такого дивного явища полягає в наступному. Після литва в марганцевистій сталі по межах зерен випадають надмірні карбіди, що знижують її міцність. Тому сталь необхідно піддавати гарту, в результаті якого прикордонні карбіди розчиняються в металі. Під час служби деталі унаслідок наклепу (під дією навантажень) в поверхневому шарі виділяється вуглець - саме цим і пояснюється зміцнення сталі. Після гарту м'яка в'язка і в теж час сама зносостійка, в порівнянні з іншими сплавами – особливо при одночасній дії стирання, динамічних і високих статичних навантажень.

В даний час із сталі 110Г13Л на території колишнього СРСР виготовляють більше 1000000 т. відливок на рік. Це – ланки гусениць, футеровочні плити, дробильно-розмольне устаткування, вовки, молоткові млини, хрестовини стрілочних перекладів, броні, стінки ковшів, зуби ковшів і ін., всього більше 400 найменувань, і ця цифра неухильно росте.

Сталь порівняльне хладостійка і може стійко працювати при температурі – 30 - 50°C; не дорога і має цілком задовільні ливарні властивості.

Хімічний склад сталі 110Г13Л ГОСТ 2176-77 : Si- кремній 0,8-1,00%; Mn- марганець 11,5-15%; З вуглець 0,9-1,4%; Cu- мідь до 0,3%; Ni-нікель до 1%; S- сірка до 0,05%; P- фосфор до 0,12; Cr- хром до 1%. Структура сталі 110Г13Л після литва – аустеніт і надмірні карбіди (MnFe)₃C, знижуючи міцність і в'язкість сталі. Тому литі вироби з t = 1070 - 1100 °C

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.СЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гартують у воді. При такому нагріві карбіди розчиняються, і сталь після гарту має аустенітну структуру.

Звичайно обмежують зміст вуглецю в межах 1,05-1,1%, прагнуть знижувати зміст хрому і нікелю. В іноземних стандартах витримується зміст Ni, P, Mn – 12-13%; S – 0,3-0,2%; P – 0,04-0,05%; Cr, Ni, Cu – 0,5-0,3%.

Високо марганцевиста сталь 110Г13Л відноситься до сплавів, що утворюються на основі γ -заліза. Як відомо, для утворення з γ -залізом безперервного ряду твердих розчинів або твердих розчинів у великому інтервалі концентрації винні бути виконані наступні умови:

- кристалічна решітка елемента, що розчиняється, повинна бути гранецентрованою;
- значення атомних радіусів елемента, що розчиняється, і γ -заліза повинно бути близьке;
- між атомами заліза і атомами елемента, що розчиняється, повинен встановлюватися тісний металевий зв'язок.

Виходячи з даних умов, витікає, що на основі γ -заліза при кімнатній температурі стійко існують тільки сплави з елементами 8-ої групи періодичної системи і марганцю. Для створення промислових аустенітних сталей можуть бути використані тільки нікель і марганець, оскільки решта елементів – платина, іридій, паладій, радій і ін. дуже дорогі.

В системі залізо – марганець тверді розчини на основі γ -заліза утворюються в широкому інтервалі концентрацій. Необхідна стійкість аустеніту при відносно невеликому змісті марганцю забезпечується за рахунок вибору певного змісту вуглецю в сплаві. З вмістом в сплаві вуглецю – 1,0-1,3% стійка аустенітна структура утворюється при вмісті марганцю – 9,0-15%.

Марганцевиста сталь володіє більш високої упрочняємістю при наклепі, ніж феритні сталі. Підвищена здібність аустенітних сталей до пластичної деформації і висока упрочняємість при наклепі є причиною їх погіршеної оброблюваності різанням в порівнянні з феритними сталями.

4.1.2 Фізичні, механічні і службові властивості сталі 110Г13Л

В литому стані фазовими складовими є аустеніт, карбіди змінного складу і потрійна фосфідна евтектика. Чим менше швидкість охолодження сталі і вище концентрація в ній вуглецю і кремнію, тим більше виділяється карбідів і тим вони крупніше. В процесі гарту карбіди переходять в твердий розчин і сталь придбаває однорідну аустенітну структуру. Повне розчинення карбідів забезпечується при температурі рівної 1050 – 1100°C. Після гарту сталь має більш високі механічні властивості.

Температура плавлення сталі залежить від хімічного складу і знаходиться в межах 1330 – 1375°C. Інтервал затвердіння зразкове 100°C. Ливарна усадка 2,5 – 3%, що приводить до гарячих тріщин, на частку яких приводиться 77% від загального браку. Велика ліквация по хімічних елементах і по структурі. Сталь 110Г13Л володіє підвищеною схильністю до

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.СЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пригару і має низьку теплопровідність. Це одна з самих важкообробляємих сталей, при контакті з ріжучими інструментами утворює наклеп, і твердість підвищується з 550 НВ до 800 НВ. Зносостійкість сталі 110Г13Л в 8-10 разів вище, ніж у сталі 35Л, крихкий злам не виявляється аж до 196°C, але ударна в'язкість різко знижується після 40°C.

Зміцнення сталі може бути також досягнуте введенням малих добавок модифікаторів. Хром (Cr) – найпоширеніший в даний час елемент, що застосовується для легування марганцевистих сталей. Хоча єдиної думки про його вплив на властивості цієї сталі ні. Як відомо, хром стабілізує аустеніт. В кількості 0,5 – 1,8% не впливає на в'язкість і зносостійкість, в теж час зміст хрому в кількості 1% знижує відносне подовження приблизно на 20%. Іноді хром додають до високо марганцевистих сталей для підвищення її міцності. Офіційно прийнято, що хром підвищує межу текучості і опірності. Такі присадки можуть показати позитивний вплив, особливо в тих випадках, коли деталі, такі як «Зуб ковша», працюють в умовах великих контактних навантаженнях.

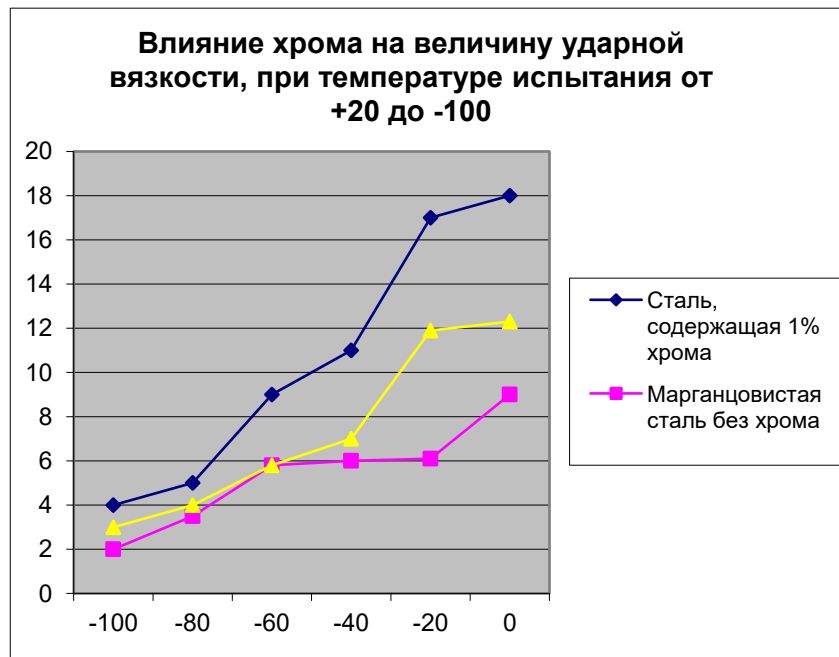


Рис. 4.1 Вплив хрому на величину ударної в'язкості марганцевистої сталі при температурі випробування від +20 до -100°C

Добавки нікелю (Ni) до марганцевистих сталей стандартного складу практично не надають впливи на її міцність, межі текучості і міцності. Відносне подовження при змісті нікелю в кількості 1 – 3% збільшується приблизно в 1,5 рази. Добавки нікелю сприяють стійкості аустенітної структури, їх використовують для деталей, що працюють в умовах нагріву температури до 400°C, при якій сталь, що містить нікель майже не змінює механічні властивості.

4.2 Вибір і обґрунтування способу зміцнення виробу

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.СЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Марганцевиста аустенітна сталь 110Г13Л придбаває цінні і характерні її властивості тільки в загартованому стані. Відливки з марганцевистої сталі, повільно охолоджені від рідкого стану до кімнатної температури (в опоці), складаються з карбідів та зерен аустеніту. При подальшому нагріві до температури відпустки сталь Гадфільда втрачає пластичність, стає магнітною, тобто вона у відпущеному стані набуває властивості, характерні для звичайної сталі в загартованому стані з мартенситною структурою. Кількість і розміри карбідів в сталі обумовлюються багатьма технологічними чинниками:

- ступенем перегріву сталі при заливці;
- швидкістю охолодження відливки в опоці;
- вагою і завтовшки стінки деталі;
- хімічним складом і ін.

Залежно від перерахованих чинників в структурі литої сталі зустрічаються карбіди у вигляді тонких відростків навкруги окремих аустенітних зерен і сфероїдизованих дрібних вкраплень в зернах і у вигляді суцільної широкої сітки і крупних сфероїдизованих включень. Метою подальшої термічної обробки є отримання чистої аустенитної структури.

4.3 Вибір металу для відливки «Зуб ковша»

Сталь 110Г13Л працює в умовах високого опору, зношування, при одночасній дії ударних і ударно-абразивних навантажень. Марганцевиста сталь володіє значно більш високої упрочняємістю при наклепі, ніж феритні сталі. Підвищена здібність до пластичної деформації і висока упрочняємість при наклепі є менш стійкими. На відміну від аустеніту нікелевої сталі, зразки з аустенітної марганцевистої сталі при розтягуванні деформуються рівномірно, без помітно вираженого місцевого звуження. При зміцненні легуванням і термообробкою марганцевиста аустенітна і феритна сталі різко відрізняються один від одного. Склалося два основні напрями в оцінці зміцнення марганцевистої сталі.

Визначальними чинниками один напрям вважає сдвигуючий процес, інше – фазові перетворення. В літературі дотепер йде дискусія про те, який процес є ведучим при зміцненні марганцевистого аустеніту. Схильність марганцевистої сталі при деформації до зміцнення визначає її підвищену зносостійкість в певних експлуатаційних умовах. Звичайно твердість вважалася властивістю, що визначає опір сталі зносу. Проте опір стиранню марганцевистої сталі з твердістю НВ 200 в деяких випадках значно вище, ніж найтвердішої загартованої сталі. Для того, щоб одержати уявлення про характер зносостійкості сталі 110Г13Л необхідно враховувати в яких умовах відбувається зношування і який тиск створюються при цьому.

При чистому стиранні без додатку тиску не виникає наклеп, та як в основному відбувається лише відрив і перенесення частинок. До таких умов відноситься робота апаратів, через які з великою швидкістю і незначним

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.СЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тиском проходить пісок. Сталь Гадфільда виявляється непридатна, для цієї мети доцільно застосовувати звичайні високо вуглецеві сталі, білий чавун.

Відливка «Зуб ковша» працює в умовах зношування при одночасній дії стирання і сильного тиску або ударів. В цих умовах повністю виявляється висока здібність сталі 110Г13Л до зміцнення, а виникаючий наклеп забезпечує високу зносостійкість.

4.4 Структура металу до термічної обробки

Мікроструктура зразків різного хімічного складу в литому незагартованому стані має характерні особливості. В сталі, що містить менш 1% вуглецю, майже не зустрічається крупних карбідів, а дрібні розташовуються переважно по межах зерен, але не утворюють суцільної сітки (див. рис. 4.4). З підвищенням змісту вуглецю спостерігається поступове збільшення кількості карбідів (див. рис 4.5). Карбіди, розташовані по межах зерен, утворюють суцільну строчку навкруги зерен аустеніту. Усередині зерен карбіди зустрічаються сфероїдизованої і голчатої форми (див. рис. 4.6).

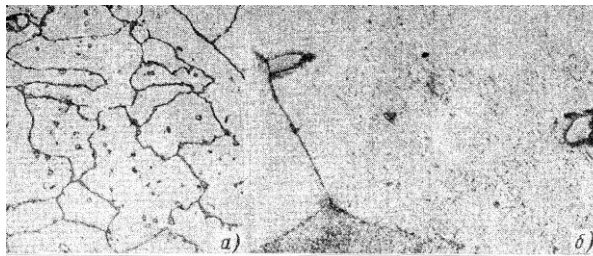


Рис. 4.4 Карбіди в литій сталі, що містить 0,96% вуглецю.

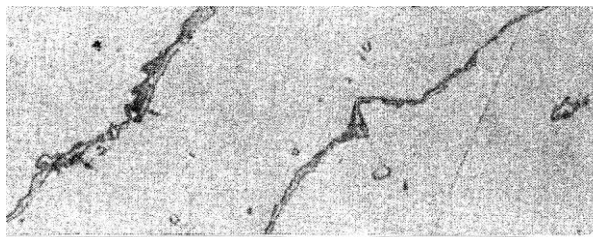


Рис. 4.5 Карбіди на межах зерен аустеніту в марганцевистій сталі, що містить 1,53% вуглецю.

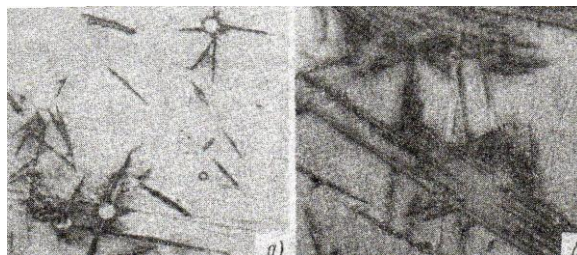


Рис. 4.6 Сфероїдизовані і голчаті карбіди в марганцевистій сталі, що містить 1,53% вуглецю.

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.СЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Із збільшенням змісту кремнію в сталі також збільшується кількість карбідів в мікроструктурі по межах і усередині зерен. Міняється і форма карбідів, при вмісті кремнію в кількості від 0,2% і у міру його збільшення, карбіди з гольчатих перетворюються в сфероїдизовані. Кремній, розчиняючись в карбідах, знижує їх розчинність в аустеніті. Тому сталь, що містить кремній, повинна гартуватися від більш високої температури.

Коливання змісту марганцю в сталі в кількості 10 – 14% на мікроструктурі зразків в литому стані помітно не відображується, зростання зерна із збільшенням марганцю відзначено не було, хоча в літературі указується, що збільшення змісту марганцю зверху 12% укрупнює зерно при первинній кристалізації. У зв'язку з тим, що подрібнення зерна при гарті не відбувається завдяки відсутності фазових переходів (перетворень) в сталі при нагріві, підвищена кількість марганцю приводить до необхідності знижувати температуру розливання і застосовувати зовнішні холодильники.

Після гарту по одному режиму (температура нагріву – 1050-1100°C) структура на всіх зразках була чисто аустенітної, розмір зерна не змінився в порівнянні з литим станом. Механічні властивості змінюються на краще. Відомо, що теплопровідність сталі різко зменшується із зростанням в ній кількості марганцю і вуглецю. Теплопровідність марганцевистої аустенітної сталі, що містить 1,2% вуглецю і 12% марганцю в 3,5 рази менше ніж вуглецевої. Таке поєднання властивостей марганцевистої сталі приводить до утворення значних напруг і робить її дуже чутливою до утворення тріщин. Тому необхідно обережно підходити до вибору швидкості нагріву відливки при термічній обробці. Не рекомендується посадка відливок в піч, що має температуру зверху 200°C. Для більшості відливок рекомендується брати швидкість нагріву, рівну 80 – 100°C в годину, а в окремих випадках, для деталей із стінками, завтовшки понад 100 мм – 35 – 50°C в годину. Особливо небезпечний прискорений нагрів при температурі до 700°C, т.е. в області де теплопровідність дуже низька. Тривалість витримки при максимальній температурі визначається у кожному окремому випадку, залежно від ваги і конфігурації деталей і складає 1 – 6 годин. Для створення достатньої швидкості охолодження, гарт відливок від температури 1050 – 1100°C проводиться в холодній проточній воді при температурі не вище 50 – 60°C. На деяких заводах для кращої циркуляції води у ванну підводять стисле повітря. Охолодження в холодній проточній воді забезпечує необхідну критичну швидкість і дає можливість одержати гомогенний аустеніт без фази карбиду. При багатократному гарті або при нагріві до більш високої температури може відбутися тільки зростання зерна. Поліпшення механічних властивостей при збільшенні циклу нагріву обумовлено головним чином дифузиею елементів і більш рівномірним їх розподілом в масі металу, а також більш повним розчиненням карбідів. В масивних товстостінних відливках, у яких карбіди в литому стані бувають крупними, при недостатній тривалості циклу термічної обробки в мікроструктурі зустрічаються карбіди, що не розчинилися (див. рис. 4.7). При значній їх кількості в мікроструктурі, карбіди сприяють фарбуванню металу в місцях високих контактних напруг.

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.СЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

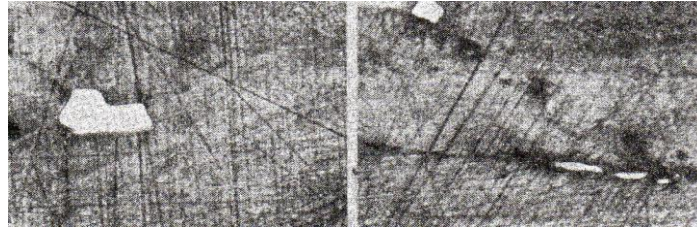


Рис. 4.7 Карбіди, що не розчинилися при термічній обробці, в структурі зразка.

Необхідно звертати увагу на явище поверхневого знеуглецювання відливок під час нагріву під гарт. Місцями у самої поверхні в структурі зустрічається мартенсит, що пов'язане також із збідненням марганцем поверхневого шару.

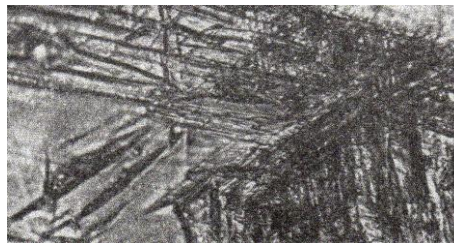


Рис. 4.8 Ділянки тросто-мартенситної структури у поверхні литих зразків.

Ділянки поверхні в цих місцях мали високу твердість і були магнітними. Доцільно проводити нагрівачи відливок в нейтральному середовищі або видаляти з робочої поверхні механічною обробкою знеуглецьований шар, що утворився.

При заливці велику роль грає температура перегріву сталі в ковші і температура сталі при заливці форм. Оптимальна температура заливки – 1380 – 1395°C, структура при цьому виходить малозерниста. Чим вище перегрів металу в ковші або при заливці форм, тим більше крупні карбіди утворюються в сталі при первинній кристалізації, особливо при підвищеному вмісті вуглецю і кремнію в сталі. А це призводить до того, що при термообробці буде потрібно більш висока температура нагріву відливок або більш тривала витримка, що у свою чергу може викликати глибоке знеуглецювання металу на поверхні.

В місцях залягання карбідів після їх розчинення можуть залишитися пустки, що є по суті міжкристалічними тріщинами.

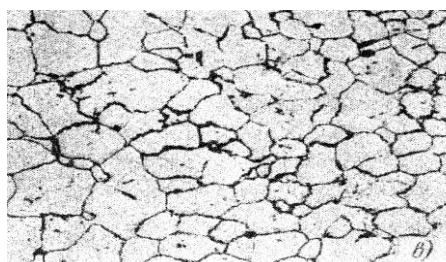


Рис. 4.9 Мікроструктура загартованої сталі 110Г13Л

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.СЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.5 Термічна обробка марганцевистої сталі 110Г13Л

Марганцевиста аустенітна сталь 110Г13Л придбаває цінні і характерні для неї властивості тільки в загартованому стані. Відливка з такої сталі, повільно охолоджена з рідкого стану до кімнатної температури (умови охолодження в опоці), складається із зерен аустеніту і карбідів. При подальшому нагріві до температури, яка для звичайних загартованих сталей є температурою відпустки, сталь Гадфільда втрачає пластичність, стає магнітною, тобто вона одержує у відпущеному стані властивості, характерні для звичайної сталі в загартованому стані з мартенситної структурою. Кількість і розміри карбідів в сталі обумовлюються багатьма технологічними чинниками:

- ступенем перегріву сталі при заливці;
- швидкістю охолодження відливки в опоці;
- вагою і завтовшки стінки деталі;
- хімічним складом і ін.

Залежно від перерахованих чинників в структурі литої сталі зустрічаються карбіди у вигляді тонких відростків навкруги окремих аустенітних зерен і сфероїдизованих дрібних вкраплень в зернах і у вигляді суцільної широкої сітки і крупних сфероїдизованих включень (див. рис. 4.10).

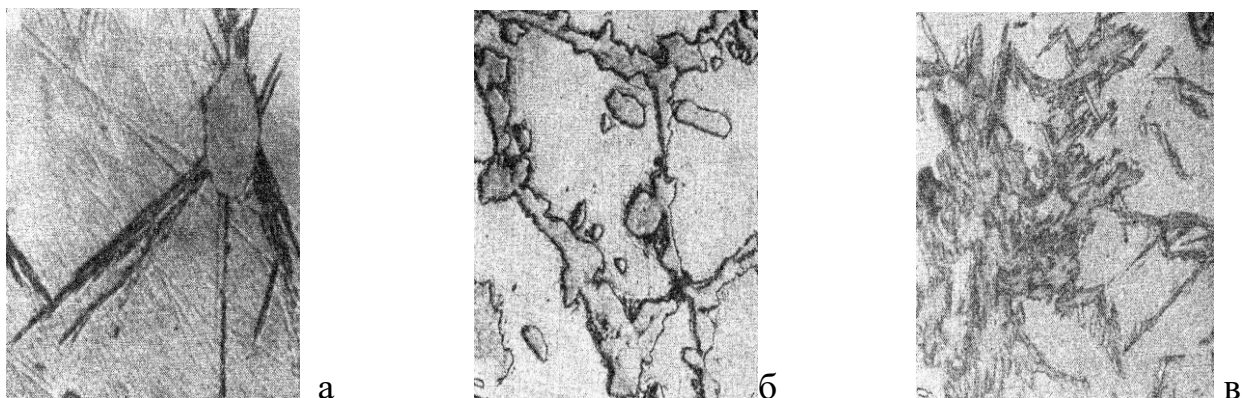


Рис. 4.10 (а – в) Різні види карбідів в литій марганцевистій сталі

Метою подальшої термічної обробки є отримання чисто аустенітної структури.

Виходячи з діаграми стану потрійної системи Fe – Mn – C чистий гомогенний аустеніт (без присутності інших фаз), як рівноважна структура ^в сталі із змістом вуглецю – 1,3% і марганцю – 13,0% знаходиться при температурі 950°C і вище (див. рис. 4.10).

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.СЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

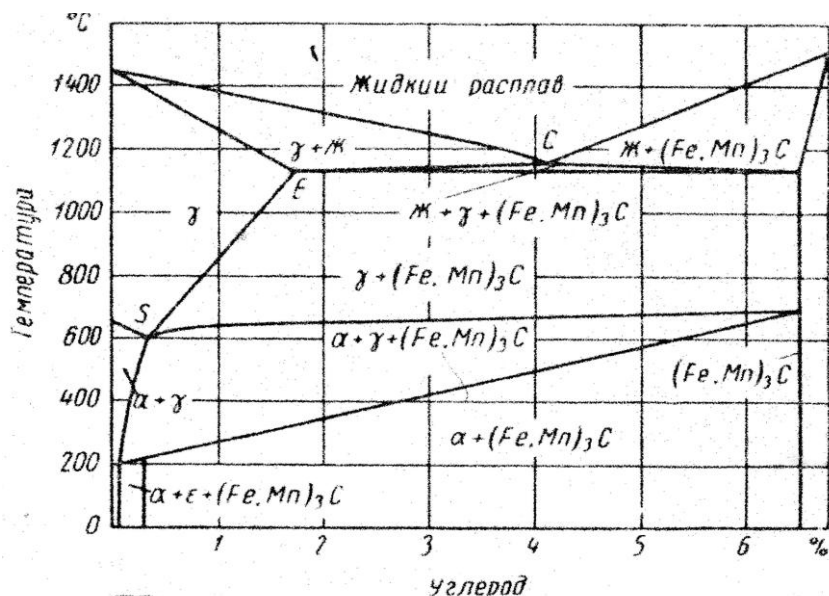


Рис. 4.11 Діаграма стану Fe – Mn – C з 13% марганцю

Отже, щоб досягти області повного розчинення карбідів, необхіден нагрів деталей з марганцевистої сталі до температури не нижче 970-960°C. Проте нагрів до таких температур тільки в окремих випадках (нагрів невеликих зразків в лабораторних умовах) дозволяє одержати структуру, вільну від карбідів, оскільки дифузійний процес розчинення карбідів при цій температурі протікає дуже поволі і вимагає тривалої витримки. Практикою встановлено, що для марганцевистої сталі класичного складу оптимальною температурою нагріву при термічній обробці є температура 1050 – 1100°C. При нагріві відливаних з марганцевистої сталі до температури гарту не можна не враховувати термофізичні властивості цієї сталі. Відомо, що теплопровідність сталі різко зменшується із зростанням в ній кількості марганцю і вуглецю. Теплопровідність марганцевистої аустенітної сталі, що містить 1,2% вуглецю і 12% марганцю в 3,5 рази менше ніж вуглецевої.

Необхідно обережно підходити до вибору швидкості нагріву відливаних при термообробці. Не рекомендується посадка в піч відливок, що мають температуру нижче 200°C. Швидкість нагріву для відливки «Зуб ковша» 50 – 110°C. Особливо небезпечний прискорений нагрів при температурі 0 – 700°C, тобто в області, де теплопровідність дуже низька.

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.СЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

В даному дипломному проекті промислово-виробничий персонал підрозділяється на наступні категорії: робітники, ІТР, рахунково-конторський персонал (СКП), МОП.

Робочий персонал у свою чергу підрозділяється на виробничий і допоміжний. Виробничий персонал зайнятий безпосередньо виготовленням відливок. Кількість виробничих робітників визначається в проекті по числу робочих місць у відділеннях цеху, відповідно до прийнятого технологічного устаткування, нормам продуктивності, організації виробництва і змінністю роботи. Кількість робочих допоміжних спеціальностей для цехів серійного виробництва визначається по нормах технологічного проектування.

Чисельний склад ІТР, СКП, МОП ливарного цеху визначається за нормативними даними або в процентному співвідношенні від загальної чисельності робітників: ІТР – 7- 9%; СКП – 0,6- 1%; МОП – 1,5- 2%.

Фундація заробітної платні (З.П.) по ливарному цеху, середньочасову тарифну ставку робітників і всіх категорій трудящих розраховуємо, спираючись на дані цеху-аналогу і дані по галузі в регіоні. Одержані дані заносимо в таблиці 5.1, 5.2, 5.3.

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.ОЧ							
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Організаційна частина				Літера		Аркуш	Аркушів
Розробив		Каюн Р. О.										
Перевірів		Скідін І. Е										
Рецензент		Саїтгареев Л.Н							Кафедра МЧМЛВ Група МТ-22-1ск			
Н.контроль		Скідін І. Е										
Затвердив		Савельєв С.Г.										

Таблиця 5.1 Штатний розклад ІТР проектного цеху

Посада	Кількість ІТР	Тарифна ставка, оклад, грн.	Всього місячна З.П., грн, 20%	Річна фундація З.П.	
				Основна З.П., грн.	Додаткова З.П., грн.
Начальник цеху	1	50000	60000	600000	120000
Заст. начальника цеху	1	44300	53160	531600	106320
Начальник ПРБ	1	29000	34800	348000	63600
Інженер по організації праці	1	18000	21600	216000	43200
Інженер ПРБ	1	19000	22800	228000	45600
Економіст	1	12700	15240	152400	330480
Начальник техбюро	1	23800	28560	285600	57120
Інженер-Технолог	1	12500	15000	150000	30000
Старший майстер	1	20500	24600	246000	49200
Майстер плавильної ділянки	2	20300	24360	243600	48720
Майстер формування і підготовки стержнів	2	20300	24360	243600	48720
Майстер сумішоприготовального відділення	2	20300	24360	243600	48720
Майстер термообробувального відділення	2	20300	24360	243600	48720
Механік цеху	1	21800	26160	261600	52320
Енергетик	1	21800	26160	261600	52320
Інженер по ТБ	1	12900	15480	154800	30960
Разом	20	448700	538440	5384400	1076880

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.ОЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.2 Штатний розклад для СКП проектового цеху

Посада	Кількість СКП	Тарифна ставка, оклад, грн.	Всього місячна З.П., грн, 20%	Річна фундація З.П.	
				Основна З.П., грн.	Додаткова З.П., грн.
Кладовщик	1	8600	10320	103200	20640
Завхоз	1	8400	10080	100800	20160
Табельник	1	9200	11040	110400	22080
Розподільювач робіт	1	9100	10920	109200	21840
Художник	1	8100	9720	97200	19440
Секретар-машиніст	1	9000	10800	108000	21600
Разом	6	52400	62880	628800	125760

Таблиця 5.3 Штатний розклад для МОП проектового цеху

Посада	Кількість МОП	Тарифна ставка, оклад, грн.	Всього місячна З.П., грн, 20%	Річна фундація З.П.	
				Основна З.П., грн.	Додаткова З.П., грн.
Робочий бані	1	8300	9960	99600	19920
Асенізатор	1	8800	10560	105600	21120
Прибиральник виробничих приміщень	2	8200	9840	98400	19680
	1	8900	10680	106800	21360
Разом	5	42400	50880	508800	101760

За даними цеху-аналога визначаємо годинні тарифні ставки для основних і допоміжних робітників, дані заносимо в таблицю 5.4, 5.5.

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.ОЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.4 Годинні тарифні ставки основних робітників

Категорія робітників	Розряд	Тарифні ставки	Кількість, людина
Основні робітники	1	-	-
	2	-	-
	3	48,8	25
	4	54,9	43
	5	63,1	43
	6	84,5	53
Разом			164

Таблиця 5.5 Годинні тарифні ставки допоміжних робітників

Категорія робітників	Розряд	Тарифні ставки	Кількість людина
Допоміжні робітники	1	-	-
	2	-	-
	3	41,0	30
	4	46,0	23
	5	52,9	26
	6	61,7	19
Разом			98

Штатний розклад основних і допоміжних робітників визначаємо за наявними даними цеху-аналога і рекомендаціям технічної літератури. Розрахункові дані заносимо в таблицю 5.6 і 5.7.

Таблиця 5.6 Штатний розклад виробничих робітників

Участок и професія	Кіл-сть робочих змін	Добовий штат	Змінний штат	Розміщувальний штат	Обліковий штат						Всього
					1	2	3	4	5	6	
Плавильне відділення											
Сталевар	2	20	-	10	-	-	-	5	10	5	20
Шихтовцік	2	10	1	5	-	-	1	3	2	5	11
Заливцік	2	10	1	5	-	-	1	2	3	5	11
Разом		40	2	20			2	10	15	15	42
Формувально-заливальне відділення											
Оператор Л653	2	10	1	5	-	-	3	3	2	3	11
Оператор Л665	2	10	1	5	-	-	2	4	2	3	11
Разом		20	2	10			5	7	4	6	22
Стержневе відділення											
Стержневик ЛП013	2	10	1	5	-	-	2	4	2	3	11
Стержневик Л9128Б7	2	8	1	4	-	-	1	3	3	2	9
Стержневик ЛП051	2	12	1	6	-	-	3	2	3	5	13
Стержневик 19665	2	2	1	1	-	-	1	1	-	1	3
Разом		32	4	16			7	10	8	11	36

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.150с-02.ОЧ

Арк.

Продовження таблиці 5.6

Участок и професія	Кіл-сть робочих змін	Добовий штат	Змінний штат	Розміщувальний штат	Обліковий штат						Всього
					1	2	3	4	5	6	
Сумішоприготувальне відділення											
Землероб	2	18	1	9	-	-	3	6	6	4	19
Разом		18	1	9	-	-	3	6	6	4	19
Відділення фінішних операцій											
Вибивник	2	2	1	1	-	-	-	-	1	2	3
Обрубувальник	2	12	2	6	-	-	3	3	3	5	14
Терміст	3	6	1	2	-	-	1	2	1	3	7
Газорізальник	2	6	1	3	-	-	2	1	3	1	7
Сварщик	2	8	1	4	-	-	1	3	1	4	9
Контролер ОТК	2	4	1	2	-	-	1	1	1	2	5
Разом		38	7	19			8	10	10	17	45
Всього		148	16	73			25	43	43	53	164

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.150с-02.ОЧ

Арк.

Таблиця 5.7 Штатний розклад допоміжних робітників

Професія	К-ть робочих змін	Добовий штат	Змінний штат	Розміщува льний штат	Обліковий штат						Всього
					1	2	3	4	5	6	
Машиніст крана	2	44	2	22	-	-	10	10	20	6	46
Черговий слюсар	2	4	1	2	-	-	3	1	-	1	5
Черговий електрик	2	4	1	2	-	-	1	3	-	1	5
Електрослюсар	1	6	1	6	-	-	3	2	1	1	7
Слюсар-Ремонтник	1	6	1	6	-	-	3	1	1	2	7
Токар	1	1	-	1	-	-	-	-	-	1	1
Вогнетривник	1	6	1	6	-	-	4	1	1	1	7
Налагоджує автоматів	1	1	1	1	-	-	-	1	-	1	2
Модельник	1	5	-	5	-	-	1	2	1	1	5
Інструментальник	1	1	-	1	-	-	-	-	-	1	1
Газоелектрозварник	1	5	1	5	-	-	2	1	1	2	6
Газорізальник	1	5	1	5	-	-	3	1	1	1	6
Разом		88	10	62			30	23	26	19	98
Всього робочого персоналу		236	26	135			55	66	69	72	262

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.150с-02.ОЧ

Арк.

Середня годинна тарифна ставка для основних і допоміжних робітників визначається по формулі:

$$tn = \frac{\sum tri \times Rci}{Rc}$$

де $\sum tri$ – кількість людина певного розряду;

Rci – годинна тарифна ставка, грн;

Rc – загальна кількість, чоловік.

Середня годинна тарифна ставка основних робітників:

$$tn.o = \frac{25 \times 4,88 + 43 \times 5,49 + 43 \times 6,71 + 5,3 \times 8,45}{164} = 6,68 \text{ \textit{\text{d}i}}$$

Середня годинна ставка допоміжних робітників:

$$ti.a = \frac{30 \times 4,10 + 23 \times 4,60 + 26 \times 5,29 + 19 \times 6,17}{98} = 4,93 \text{ \textit{d}i}$$

5.1 Зарплата основних виробничих робітників

5.1.1 Основна заробітна платня

$$\Delta \zeta \delta = ti.i \times \hat{A} \times \hat{E}i \times t$$

де t – кількість основних робітників;

Kn – коефіцієнт часу $Kn=0,7$;

B – річна кількість робочого годинника $B=2070$ ч;

$$\Delta \zeta \delta = 6,68 \times 2070 \times 164 \times 0,7 = 1587408,4 \text{ \textit{d}i}$$

5.1.2 Приробіток відрядника

$$\zeta i.n = \frac{\zeta \delta \times \hat{I} - 100}{100}$$

де $\hat{I}$ – коефіцієнт $\hat{I}=108$;

$$\zeta i.n = \frac{1587408,4 \times 108 - 100}{100} = 126992,67 \text{ \textit{d}i}$$

5.1.3 Премія з фондаций З.П

$$\zeta i.\delta = \frac{(\zeta \delta + \zeta i.n) \times Q}{100}$$

де Q – коефіцієнт $Q=20$;

$$\zeta i.\delta = \frac{(1587408,4 + 126992,67) \times 20}{100} = 342880,2 \text{ \textit{d}i}$$

5.1.4 Основна заробітна платня основних виробничих робітників

$$\zeta i.m = \zeta \delta + \zeta i.n + \zeta i.\delta$$

$$\zeta i.m = 1587408,4 + 126992,67 + 342880,2 = 2057281,2 \text{ \textit{d}i}$$

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.ОЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.1.5 Додаткова зарплата

- Оплата браку:

$$\zeta_{\acute{a}\delta} = \frac{2}{3} \times 0,935 \times \hat{A} \times (1 - \hat{E}i) \times t$$

$$\zeta_{\acute{a}\delta} = \frac{2}{3} \times 0,935 \times 2070 \times (1 - 0,7) \times 164 = 63482,75 \text{ \textit{ãđí}}$$

- Інші елементи додаткової зарплати (12%):

$$\zeta_{\grave{\imath}\delta}.\grave{a} = \frac{\zeta_{\grave{\imath}\acute{n}\acute{i}} \times 12}{100}$$

$$\zeta_{\grave{\imath}\delta}.\grave{a} = \frac{2057281,2 \times 12}{100} = 246873,74 \text{ \textit{ãđí}}$$

5.1.6 Загальна фундація зарплати

$$\zeta_{\acute{o}} = \zeta_{\grave{\imath}\acute{n}\acute{i}} + \zeta_{\grave{a}\grave{\imath}\grave{\imath}}$$

$$\zeta_{\acute{o}.\acute{n}\acute{i}} = 2057281,2 + 246873,74 + 63482,75 = 2367637,602 \text{ \textit{ãđí}}$$

5.2 Зарплата допоміжних робітників

5.2.1 Основна зарплата допоміжних робітників за тарифом

$$\zeta_{\acute{o}} = tn \times B \times \hat{E}i \times t$$

$$\zeta_{\acute{o}} = 4,93 \times 2070 \times 98 \times 0,7 = 700069,86 \text{ \textit{ãđí}}$$

5.2.2 Приробуток відрядника

$$\zeta_{\grave{\imath}.\grave{n}} = \frac{\zeta_{\acute{o}} \times \acute{I} - 100}{100}$$

$$\zeta_{\grave{\imath}.\grave{n}} = \frac{700069,86 \times 108 - 100}{100} = 56005,59 \text{ \textit{ãđí}}$$

5.2.3 Премія з фундацій зарплати

$$\zeta_{\grave{\imath}\delta} = \frac{(\zeta_{\acute{o}} + \zeta_{\grave{\imath}.\grave{n}}) \times Q}{100}$$

$$\zeta_{\grave{\imath}\delta} = \frac{(700069,86 + 56005,59) \times 20}{100} = 151215,09 \text{ \textit{ãđí}}$$

5.2.4 Основна зарплата допоміжних робітників

$$\zeta_{\acute{a}\grave{\imath}\grave{\imath}} = \zeta_{\acute{o}} + \zeta_{\grave{\imath}.\grave{n}} + \zeta_{\grave{\imath}\delta}$$

$$\zeta_{\acute{a}\grave{\imath}\grave{\imath}} = 700069,86 + 56005,59 + 151215,09 = 907290,54 \text{ \textit{ãđí}}$$

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.ОЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.8 Розрахунок заробітної платні всіх категорій трудящих

Категорія трудящих	Обліковий склад	Заробітна платня				Всього	Середня З.П.
		З фундації З.П.			З фондаций заохочення		
		Основна З.П.	Додаткова З.П.	Разом			
Основні робітники	164	20572810,2	3103560,49	23676370,6	3788220,01	27464590,60	13950,56
Допоміжні робітники	98	9072900,54	1468090,67	10541000,2	1686560,03	12227560,20	10390,6
ІТР	20	5384400	1076880	6461280	1292250,60	7753530,60	32300,64
СКП	6	628800	125700	754500	150900	905400	12570,50
МОП	5	508800	101760	610560	122110,20	732670,20	12210,12
Разом	293	36167710,70	5876000,16	42043710,8	7040040,84	49083760,6	13960,01

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.150с-02.ОЧ

Арк.

5.5 Визначення капітальних витрат на будівництво проектного цеху

Розрахунок капітальних витрат на будівництво проектного цеху проводиться виходячи з вартості:

- будівель;
- устаткування;
- інструменту і оснащення.

Вартість виробничої будівлі визначається за укрупненими даними, з розрахунку 110грн за 1м³ будівлі. Об'єм виробничої будівлі проектного цеху складає 422280м³, тоді його вартість складе:

$$422280 \times 110 = 46450800 \text{ грн}$$

Вартість адміністративно-побутової будівлі визначається за укрупненими даними, з розрахунку 120грн за 1м³ будівлі. Об'єм будівлі адміністративно-побутового комплексу проектного цеху складає 8000м³, тоді його вартість складе:

$$8000 \times 120 = 960000 \text{ грн}$$

Капітальні витрати на опалювання, вентиляцію, внутрішній водопровід, каналізацію, внутрішнє освітлення і водостоки виробничої будівлі складе:

$$46450800 \times 0,1 = 4645080 \text{ грн}$$

Витрати на опалювання, вентиляцію, внутрішній водопровід і каналізацію, зовнішнє впорядкування побутових і допоміжних приміщень визначається з розрахунку 6% від вартості будівлі:

$$960000 \times 0,06 = 57600 \text{ грн}$$

Капітальні витрати на будівництво і впорядкування виробничої будівлі:

$$46450800 + 4645080 = 51095880 \text{ грн}$$

Капітальні витрати на будівництво і впорядкування адміністративно-побутової будівлі:

$$960000 + 57600 = 1017600 \text{ грн}$$

5.5.1 Амортизація будівлі по кварталах

1-ий квартал:

$$52113480 \times 0,02 = 1042270 \text{ грн}$$

2-ий квартал:

$$(52113480 - 1042270) \times 0,02 = 1021424 \text{ грн}$$

3-ій квартал:

$$(52113480 - 1042270 - 1021424) \times 0,02 = 1000996 \text{ грн}$$

4-ий квартал:

$$(52113480 - 1042270 - 1021424 - 1000996) \times 0,02 = 980975 \text{ грн}$$

$$\Sigma = 1042270 + 1021424 + 1000996 + 980975 = 4045665 \text{ грн}$$

5.5.2 Амортизація устаткування по кварталах

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.ОЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1-ий квартал:

$$51595950 \times 0,06 = 3095757 \text{ \textit{ãđí}}$$

2-ий квартал:

$$(51595950 - 3095757) \times 0,06 = 2910012 \text{ \textit{ãđí}}$$

3-ий квартал:

$$(51595950 - 3095757 - 2910012) \times 0,06 = 2735411 \text{ \textit{ãđí}}$$

4-ий квартал:

$$(51595950 - 3095757 - 2910012 - 2735411) \times 0,06 = 2571286 \text{ \textit{ãđí}}$$

$$\Sigma = 3095757 + 2910012 + 2735411 + 2571286 = 11312466 \text{ \textit{ãđí}}$$

5.5.3 Амортизация інструменту і оснащення по кварталах

1-ий квартал:

$$168605 \times 0,1 = 16861 \text{ \textit{ãđí}}$$

2-ий квартал:

$$(168605 - 16861) \times 0,1 = 15174 \text{ \textit{ãđí}}$$

3-ий квартал:

$$(168605 - 16861 - 15174) \times 0,1 = 13657 \text{ \textit{ãđí}}$$

4-ий квартал:

$$(168605 - 16861 - 15174 - 13657) \times 0,1 = 12291 \text{ \textit{ãđí}}$$

$$\Sigma = 16861 + 15174 + 13657 + 12291 = 57983 \text{ \textit{ãđí}}$$

Розрахункові дані зводимо в таблицю 5.9.

Таблиця 5.9 Розрахункова відомість капітальних витрат

Найменування витрат	Вартість, грн	Сума амортизації, грн
Виробнича будівля	510958800	
Адміністративно-побутова будівля	10176000	
Разом по будівлях	521134800	40456650
Устаткування	515959500	113124660
Інструмент	2579800	887190
Оснащення	2579800	887190
Разом по цеху	1042253900	

Вартість основного устаткування, пропонованого до установки, складає 309391930 грн (див. табл. 5.10).

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.ОЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.10 Розрахункова відомість основного устаткування

Найменування устаткування	Кількість, шт.	Вартість, грн.		Транспортні витрати, (15%), грн.	Монтаж устаткуван ня, (10%), грн.	Всього вартість устаткуван ня, грн.
		Одиниця устаткуван ня	Всього устаткуван ня			
ДСП-12	5	498000	24900000	3735000	2490000	31125000
Стенд для сушки ковшів КЗ-10	2	290760	581520	87230	58150	726900
Формувальна лінія Л651	1	100000000	100000000	15000000	10000000	125000000
Формувальна лінія Л665	1	88000000	88000000	13200000	8800000	110000000
Ківш місткістю 6000т	3	68400	205200	30780	20520	256500
Ківш місткістю 2000т	4	48160	192640	28900	19260	240800
Стержнева лінія ЛПО13	3	22760000	68280000	10242000	6828000	85350000
Стержнева лінія Л9128Б7	1	1020000	1020000	153000	102000	1275000
Стержнева лінія ЛПО51	1	12160000	12160000	1824000	1216000	15200000
Установка 19665	2	198000	396000	59400	39600	459000
Сушило барабанне ПБ-1-13	1	694000	694000	104100	69400	867500
Сито полігональне 17УМ2	1	196000	196000	29400	19600	245000
Сито полігональне з вбудованим аератором 13419	1	199000	199000	29850	19900	248750
Змішувач 15104	1	648000	648000	97200	64800	810000
Змішувач 15106	2	736400	1472800	220920	147280	1841000
Змішувач 15102	1	955640	955640	143350	95560	1194550
Установка 19415	2	216000	432000	64800	43200	540000
Молоткова дробарка УМ-20	1	23000	23000	3450	2300	28750
Установка електрогідравлічна 36312	1	616000	616000	92400	61600	770000

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.150с-02.ОЧ

Арк.

Продовження таблиці 5.10

Найменування устаткування	Кількість, шт.	Вартість, грн.		Транспортні витрати, (15%), грн.	Монтаж устаткуван ня, (10%), грн.	Всього вартість устаткуван ня, грн.
		Одиниця устаткуван ня	Всього устаткуван ня			
Установка електрогідравлічна 36313	1	790000	790000	118500	79000	987500
Дробеметная камера 42815М	1	1300000	1300000	195000	130000	1625000
Дробеметная камера 372М	1	1800000	1800000	270000	180000	2250000
Комплексно-механізована лінія зачистки 99910	1	196000	196000	29400	19600	245000
Комплексно-механізована лінія зачистки 99911	1	210000	210000	31500	21000	262500
Термічна піч S=22м ²	4	1513120,5	6052500	907880	605250	7565630
Мостовий кран Q=5т	1	144590	144590	21690	14460	180740
Мостовий кран Q=10т	6	264710	1588260	238240	158830	1985330
Мостовий кран Q=15/3т	6	295900	1775400	266310	177540	2219250
Мостовий кран Q=20/5т	5	316280	1581400	237210	158140	1976750
Мостовий кран Q=30/5т	2	458790	917580	137640	91760	1146980
Тельфер електричний Q=5т	2	93000	186000	27900	18600	232500
Разом						396891930

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.150с-02.ОЧ

Арк.

Вартість допоміжного устаткування визначається з розрахунку 30% від вартості основного устаткування, що складе:

$$39689193 \times 0,3 = 11906757 \text{ грн}$$

Тоді повна вартість устаткування складе:

$$39689193 + 11906757 = 51595950 \text{ грн}$$

Вартість одиниць основного устаткування визначена з урахуванням балансової вартості аналогічних одиниць устаткування на ЗАТ «КЗГО». Вартість одиниць устаткування, що не мають аналогів на ЗАТ «КЗГО» визначена з розрахунку 4000 грн на 1 т устаткування.

Вартість модельного оснащення визначається з розрахунку 0,5% від вартості устаткування:

$$51595950 \times 0,005 = 257980 \text{ грн}$$

5.6 Розрахунок собівартості готової продукції

5.6.1 Розрахунок проектної собівартості однієї тонни годного литва сталі 110Г13Л.

Відомість балансу основних шихтових матеріалів складена за наслідками попередніх розрахунків.

Таблиця 5.11 Відомість балансу основних шихтових матеріалів

Склад шихти	%	Вихід	%
Повернення власного виробництва	25,0	Годні відливки	70
Лом сталевий	55,48	Брак	1,18
ФМn78Bi P ≤ 0,45	15,0	Відходи (литники, прибили)	23,82
ФС45(Л)-3	1,43	Всього рідкого металу	95
ФХ015	1,42	Чад і безповоротні втрати	5
Ni	1,05	Металозавалка	100
Cu	0,62		
Разом: металозавалка	100		

На підставі виходу годного литва (70%) визначається витрата металошихти на 1 т. годних відливок:

$$\hat{E}_i \cdot \tilde{\alpha} = \frac{100}{\beta}$$

$$\hat{E}_i \cdot \tilde{\alpha} = \frac{100}{70} = 1,428$$

Витратний коефіцієнт повернення власного виробництва:

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.ОЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\hat{E}_{\dot{a}.i} = \frac{1,428 \times 25,0}{100} = 0,357$$

Витратний коефіцієнт сталевого лому:

$$\hat{E}_{\dot{n}\dot{o}} = \frac{1,428 \times 55,48}{100} = 0,792$$

Витратний коефіцієнт ФМn78Bi PP ≤ 0,45:

$$\hat{E}_{\text{ФМn78Bi PP} \leq 0,45} = \frac{1,428 \times 15,0}{100} = 0,214$$

Витратний коефіцієнт ФC45(Л) -3:

$$\hat{E}_{\text{ФC45(Л) -3}} = \frac{1,428 \times 1,43}{100} = 0,021$$

Витратний коефіцієнт ФХ015:

$$\hat{E}_{\text{ФХ015}} = \frac{1,428 \times 1,42}{100} = 0,020$$

Витратний коефіцієнт Ni:

$$\hat{E}_{\text{Ni}} = \frac{1,428 \times 1,05}{100} = 0,015$$

Витратний коефіцієнт Cu:

$$\hat{E}_{\text{Cu}} = \frac{1,428 \times 0,62}{100} = 0,009$$

Витратний коефіцієнт браку, чаду і відходів виробництва на 1 тонну годних відливаних визначається за даними балансу металу і шихти.

Витратний коефіцієнт браку рівний:

$$\hat{E}_{\dot{a}\dot{o}} = \frac{1,428 \times 1,18}{100} = 0,017$$

Витратний коефіцієнт повернення виробництва:

$$\hat{E}_{\dot{a}.i} = \frac{1,428 \times 23,82}{100} = 0,340$$

Витратний коефіцієнт чаду і безповоротних втрат:

$$\hat{E}_{\dot{o}} = \frac{1,428 \times 5}{100} = 0,071$$

5.6.2 Розрахунок проектної собівартості однієї тонни годного литва із сталі 125Г18Х2МНЛ

Відомість балансу основних шихтових матеріалів складена за наслідками попередніх розрахунків.

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.ОЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.12 Відомість балансу основних шихтових матеріалів

Склад шихти	%	Вихід	%
Повернення власного виробництва	25,0	Годні відливки	70
Лом сталевий	54,0	Брак	1,18
ФМn78Бi P≤0,45	16,8		
ФС45(Л)-3	1,30	Відходи власного виробництва	23,82
ФХ015	1,45		
ФМо60	0,30	Всього рідкого металу	95
Ni	0,39		
Cu	0,64	Чад і безповоротні втрати	5
ФTi30A	0,12		
Разом металозавалка	100	Металозавалка	100

На підставі виходу годного литва (70%) визначається витрата металошихти на 1 т. годних відливок:

$$\hat{E}i . \tilde{a} = \frac{100}{\beta}$$

$$\hat{E}i . \tilde{a} = \frac{100}{70} = 1,428$$

Витратний коефіцієнт повернення власного виробництва:

$$\hat{E}a.i = \frac{1,428 \times 25,0}{100} = 0,357$$

Витратний коефіцієнт лому сталевому:

$$\hat{E}e.\tilde{n}\delta = \frac{1,428 \times 54,0}{100} = 0,771$$

Витратний коефіцієнт ФМn78Бi PP≤0,45:

$$\hat{E}_{\text{ФМn78Бi PP}\leq 0,45} = \frac{1,428 \times 16,8}{100} = 0,240$$

Витратний коефіцієнт ФС45(Л) -3:

$$\hat{E}_{\text{ФС45(Л) -3}} = \frac{1,428 \times 1,30}{100} = 0,019$$

Витратний коефіцієнт ФХ015:

$$\hat{E}_{\text{ФХ015}} = \frac{1,428 \times 1,45}{100} = 0,021$$

Витратний коефіцієнт ФМо60:

$$\hat{E}_{\text{ФМо60}} = \frac{1,428 \times 0,30}{100} = 0,004$$

Витратний коефіцієнт ФTi30A:

$$\hat{E}_{\text{ФTi30A}} = \frac{1,428 \times 0,12}{100} = 0,002$$

Витратний коефіцієнт Ni:

$$\hat{E}_{\text{Ni}} = \frac{1,428 \times 0,39}{100} = 0,005$$

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.ОЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витратний коефіцієнт C_u :

$$\hat{E}_{Cu} = \frac{1,428 \times 0,64}{100} = 0,009$$

Витратний коефіцієнт браку, чаду і відходів виробництва на 1 т. годних відливок визначається за даними балансу металу і шихти (таб. 2.5)

Витратний коефіцієнт браку рівний:

$$\hat{E}_{\Delta\delta} = \frac{1,428 \times 1,18}{100} = 0,017$$

Витратний коефіцієнт повернення виробництва:

$$\hat{E}_{\Delta\bar{i}} = \frac{1,428 \times 23,82}{100} = 0,340$$

Витратний коефіцієнт чаду і безповоротних втрат:

$$\hat{E}_{\Delta\phi} = \frac{1,428 \times 5}{100} = 0,071$$

Витратні коефіцієнти флюсів і додаткових матеріалів на 1т. годних відливок, прийняті по нормах [3], складають:

- шлакообразуючи – 0,094т/т;
- електроди – 0,010т/т;
- вогнетриви – 0,159т/т;
- інші матеріали – 0,013т/т.

На одну тонну годного литва, за даними [3], витрачаються наступні види технологічного палива:

- електроенергія – 1538КВт/год;
- природний газ – 180м³.

Для перерахунку кількості природного газу на умовне паливо служить коефіцієнт теплотності – ЕТ, який визначається як співвідношення теплоти згоряє природного газу до теплоти згоряє умовного палива:

$$\gamma_{\phi} = \frac{Q_{\bar{i}.i.\tilde{\alpha}}}{Q_{\bar{i}.\phi\tilde{\eta}\tilde{e}}}$$

де $Q_{\bar{i}.i.\tilde{\alpha}}$ – теплота згоряє природного газу $Q_{\bar{i}.i.\tilde{\alpha}}=35$ МДж/кг;
 $Q_{\bar{i}.\phi\tilde{\eta}\tilde{e}}$ – теплота згоряння умовного палива, $Q_{\bar{i}.\phi\tilde{\eta}\tilde{e}}=29,3$ МДж/кг.

$$\gamma_{\phi} = \frac{35}{29,3} = 1,195 \text{ т/т}$$

Кількість природного газу в умовних одиницях складе:

$$\hat{E}_{\phi} = 1,195 \times 150 = 179 \text{ т/т} \quad \phi = 0,179 \text{ т/т}$$

Оскільки проектом передбачено використання сучасного технологічного устаткування, витратні коефіцієнти приймаються рівними 75% від діючих.

Витратний коефіцієнт природного газу:

$$\hat{E}_{\bar{i}.\tilde{\alpha}} = \frac{0,179 \times 75}{100} = 0,134 \phi / \phi$$

Витратний коефіцієнт електроенергії:

$$\hat{E}_{\gamma\tilde{e}} = \frac{1538 \times 75}{100} = 1154 \phi / \phi$$

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.ОЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витратний коефіцієнт формувальних і допоміжних матеріалів прийнятий за наслідками попередніх розрахунків (таб. 2.22).

Витратний коефіцієнт формувальних матеріалів для сталі 110Г13Л:

$$\hat{E}_{\hat{o}i} = \frac{\Sigma \hat{O}i}{N_{i.} \cdot \delta}$$

де $\Sigma \hat{O}i$ – річна потреба у формувальних матеріалах (кварцовий пісок, глина, ферохромовий шлак);

$N_{i.} \cdot \delta$ – програма виробництва годних відливок на рік.

$$\hat{E}_{\hat{o}i} = \frac{77495}{15600} = 4,968 \text{ т / т}$$

Витратний коефіцієнт формувальних матеріалів для сталі 125Г18Х2МНЛ:

$$\hat{E}_{\hat{o}i} = \frac{51663}{10400} = 4,968 \text{ т / т}$$

Витратний коефіцієнт допоміжних матеріалів для сталі 110Г13Л:

$$\hat{E}_{\hat{a}i} = \frac{4552}{15600} = 0,292 \text{ т / т}$$

Витратний коефіцієнт допоміжних матеріалів для сталі 125Г18Х2МНЛ:

$$\hat{E}_{\hat{a}i} = \frac{3035}{10400} = 0,292 \text{ т / т}$$

Заробітна платня основних виробничих робітників, яка входить в собівартість 1 тонни годних відливок, визначається з фундацій З.П.

Основна З.П. складе:

$$\hat{E}_{i1} = \frac{2057281,2}{26000} = 79,13 \text{ грн / т}$$

Додаткова З.П. складе:

$$\hat{E}_{i2} = \frac{310356,49}{26000} = 11,94 \text{ грн / т}$$

Відрахування на соціальні страхування визначаємо з розрахунку 39,56% від основної і додаткової заробітної платні:

$$\hat{E}_{i3} = (79,13 + 11,94) \times 0,3956 = 36,03 \text{ грн / т}$$

Витрати на зміст і ремонт устаткування, такі як: електроенергія, знос інвентарю, технічна вода, технічний кисень, природний газ, стисле повітря, складуть:

$$11312466 \times 0,25 = 2828117 \text{ грн / т}$$

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.ОЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.13 Кошторис цехових витрат

Найменування статі	Норма витрати	Одиниця вимірювання	Величина чинника, грн.	Сума витрат, грн.
Цехові витрати на зміст і ремонт устаткування:				
1. Амортизація устаткування і транспортних засобів	240	%	515959500	113124660
2. Зміст і ремонт устаткування	250	%	113124660	28281170
Разом цехових витрат на зміст і ремонт устаткування				141405830
загально цехові витрати:				
1. Зміст апарату управління	200	людина	Ф.З.П.	7753540
2. Зміст загально цехового апарату	110	людина	Ф.З.П.	1638070
3. Ремонт будівлі	50,2	%	521134800	27099010
4. Амортизація будівлі	80	%	521134800	40456650
5. Інші витрати	100	%	76947270	7694730
Разом загально цехових витрат				84642000
Витрати на підготовку і освоєння виробництва:				
1. Інструмент	400	%	2579800	887190
2. Оснащення	400	%	2579800	887190
Разом на підготовку і освоєння виробництва				1774380

Цехові витрати на зміст і ремонт устаткування на 1 т. годного литва складають:

$$\frac{14140583}{26000} = 543,87 \text{ грн. / т}$$

Загально цехові витрати на зміст апарату управління і загально цехового персоналу визначаються з фондів З.П. (див. таб. 5.13).

Витрати на ремонт і амортизацію будівель визначаються з розрахунку 5,2% і 8% відповідно від вартості виробничого і допоміжного будівель.

Інші загально цехові витрати визначаємо з розрахунку 10% від суми загально цехових витрат по перших чотирьох пунктах.

загально цехові витрати на 1 т. годного литва:

$$\frac{8464200}{26000} = 325,55 \text{ грн. / т}$$

Норма амортизації капітальних витрат на інструмент і оснащення складає:

$$\frac{177438}{26000} = 6,82 \text{ грн. / т}$$

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.ОЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.14 Відомість розрахунку проектної собівартості 1 тонни годних відливань

Статті витрат	Єд. вимірюва ння	Ціна од., грн.	Сталь 110Г13Л		Сталь 125Г18Х2МНЛ	
			Кількість	Сума, грн.	Кількість	Сума, грн.
1	2	3	4	5	6	7
1. Задане металозавалка:						
- повернення власного виробництва	Тонн	65200	0,357	23200,76	0,357	23200,76
- лом сталевий	Тонн	69200	0,792	54800,06	0,771	53300,53
- чавун передільний	Тонн	-	-	-	-	-
- ФМn78Bi P≤0,45	Тонн	719600	0,214	153900,94	0,240	172700,04
- ФС45(Л) -3	Тонн	540000	0,021	11300,4	0,019	10200,6
- ФХ015	Тонн	874900,64	0,020	17400,99	0,021	18300,74
- Ni	Тонн	2560000	0,015	38400	0,005	12800
- Cu	Тонн	504000	0,009	4500,36	0,009	4500,36
- ФМо60	Тонн	8157500	-	-	0,004	32600,3
- ФTi30A	Тонн	2108000	-	-	0,002	4200,16
Разом металозавалки			1,428	303800,51	1,428	332100,49
2. Відходи і брак:						
- відходи прибилів і літників	Тонн	65200	0,340	22100,68	0,340	22100,68
- чад і безповоротні втрати	Тонн	-	0,071	-	0,071	-
- брак	Тонн	69200	0,017	1100,76	0,017	1100,76
Разом відходів і браку			0,428	23300,44	0,428	23300,44
Разом за вирахуванням відходів і браку			1,000	327100,95	1,000	355400,93

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.150с-02.ОЧ

Арк.

Продовження таблиці 5.14

Статті витрат	Ед. вимірюва ння	Ціна ед., грн.	Сталь 110Г13Л		Сталь 125Г18Х2МНЛ	
			Кількість	Сума, грн.	Кількість	Сума, грн.
1	2	3	4	5	6	7
3. Флюси, додаткові і інші матеріали:		30900,00	0,013	400,17	0,013	400,17
- шлакообразуючі	т/т	4080,00	0,094	380,35	0,094	380,35
- електроди	т/т	88460,65	0,010	880,47	0,010	880,47
- вогнетриви	т/т	3710,00	0,159	590,00	0,159	590,00
Разом флюсів і додаткових матеріалів				2250,99		2250,99
4. Паливо технологічне:						
- газ природний	м³	6250	0,134	830,75	0,134	830,75
- електроенергія	Квт/год	10,24	1154	2760,96	1154	2760,96
Разом технологічного палива				3600,71		3600,71
5. Формувальні і допоміжні матеріали:						
- формувальні матеріали	Тонн	400,93	4,968	2030,34	4,968	2030,34
- допоміжні матеріали	Тонн	3630,18	0,292	1060,05	0,292	1060,05
Разом формувальних і допоміжних матеріалів				3090,39		3090,39
6. Основна З.П. виробничих робітників				790,13		790,13
7. Додаткова З.П. виробничих робітників				110,94		110,94

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.ОЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 5.14

Статті витрат	Єд. вимірюва ння	Ціна од., грн.	Сталь 110Г13Л		Сталь 125Г18Х2МНЛ	
			Кількість	Сума, грн.	Кількість	Сума, грн.
1	2	3	4	5	6	7
8. Відрахування на соціальне страхування				360,03		360,03
9. Витрати на підготовку і освоєння виробництва				60,82		60,82
10. Зміст і ремонт устаткування				5430,87		5430,87
11. загальноцехові витрати				3250,55		3250,55
12. Загальнозаводські витрати				1590,52		1590,52
13. Втрати від браку			5330,9	580,03	5613,88	610,10
Разом виробнича собівартість				53880,93		56740,98

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КНУ.РБ.136.25.150с-02.ОЧ

Арк.

Загальнозаводські витрати визначаємо з розрахунку 49% від загально цехових розрахунків, що складає::

$$8464200 \times 0,49 = 4147458 \text{ грн}$$

Загальнозаводські витрати на одну тонну годних відливок складають:

$$\frac{4147458}{26000} = 159,52 \text{ грн}$$

Витрати по статті «Втрати від браку» розраховуються в наступному порядку:

Брак на одну тонну годних відливок:

$$\frac{0,17}{1,428} = 0,012 \text{ т}$$

Для сталі 110Г13Л брак за ціною використання:

$$0,011 \times 262 = 2,88 \text{ грн}$$

Для сталі 125Г18Х2МНЛ:

$$0,011 \times 175 = 1,93 \text{ грн}$$

Собівартість відливок без втрат від браку:

Для сталі 110Г13Л – 5330,90 грн

Для сталі 125Г18Х2МНЛ – 5613,88 грн

Собівартість відливок за відсутності браку:

Для сталі 110Г13Л:

$$\frac{5330,90 + 2,88}{1,000 + 0,011} = 5275,75 \text{ грн / т}$$

Для сталі 125Г18Х2МНЛ:

$$\frac{5613,88 + 1,93}{1,000 + 0,011} = 5554,71 \text{ грн / т}$$

Втрати від браку для сталі 110Г13Л:

$$5275,75 \times 0,011 = 58,03 \text{ грн}$$

Втрати від браку для сталі 125Г18Х2МНЛ:

$$5554,71 \times 0,011 = 61,10 \text{ грн}$$

5.7 Техніко-економічні показники проектного цеху

Випуск відливок в проектованому цеху складає:

На 1м² загальній площі:

$$\frac{26000}{19360} = 1,34 \text{ т / м}^2$$

На 1м² виробничій площі:

$$\frac{26000}{18360} = 1,41 \text{ т / м}^2$$

На одного працюючого облікового складу:

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.ОЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\frac{26000}{293} = 88,74 \text{ т}$$

На одного робітника:

$$\frac{26000}{164} = 158,54 \text{ т}$$

Трудовіткість виготовлення однієї тонни годних відливок складає:

$$\frac{1840}{158,54} = 11,6 \text{ год} \times \frac{\text{год}}{\text{т}}$$

Питомі капітальні витрати проектного цеху рівні:

$$\frac{104225390}{26000} = 4008,67 \text{ грн} / \text{т}$$

Таблиця 5.15 Техніко-економічні показники цеху

Чинники	Одиниця вимірювання	Показники
Загальна площа цеху	м ²	20860
Площа виробничих будівель	м ²	18360
Річний об'єм виробництва відливок	Тонн	26000
Випуск годних відливок з 1м ² виробничої площі	Тонн	1,41
Брак відливок	%	1,18
Вихід годних відливок	%	70
Витрата матеріальних ресурсів (металозавалка на 1т годних відливок)	Тонн	1,428
Чисельність облікового складу	Чоловік	293
Чисельність виробничих робітників	Чоловік	164
Випуск литва в рік на 1-го працівника	Тонн	88,74
Випуск литва в рік на 1-го робітника	Тонн	158,54
Капітальні витрати за проектом	Грн	104225390
Питомі капітальні витрати	Грн	4008,67
Трудовіткість однієї тонни годних відливок	Чол/час	11,6
Собівартість 1 т годних відливок із сталі 110Г13Л	Грн	5388,93
Собівартість 1 т годних відливок із сталі 125Г18Х2МНЛ	Грн	5674,98
Рентабельність продукції	%	18,0
Прибуток	Грн	25755756
Термін окупності	Рік	4
Коефіцієнт ефективності		0,24

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.ОЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.8 Показники ефективності капітальних вкладень

Собівартість 1 т. продукції із сталі 110Г13Л – 5388,93грн; ціна – 6358,94грн.

Собівартість 1 тонни продукції із сталі 125Г18Х2МНЛ – 5674,98 грн.; ціна – 6696,48 грн.

Прибуток за рік по цеху визначається по формулі:

$$\tilde{I} = (\tilde{O}_1 - \tilde{N}_1) + (\tilde{O}_2 - \tilde{N}_2)$$

де $\tilde{O}_1$ - вартість продукції, що випускається, із сталі 110Г13Л за рік
 $\tilde{O}_1 = 99199464$ грн;

$\tilde{N}_1$ - собівартість продукції із сталі 110Г13Л за рік $\tilde{N}_1 = 84067308$ грн;

$\tilde{O}_2$ - вартість продукції, що випускається, із сталі 125Г18Х2МНЛ за рік
 $\tilde{O}_2 = 69643392$ грн;

$\tilde{N}_2$ - собівартість продукції, що випускається, із сталі 125Г18Х2МНЛ за рік
 $\tilde{N}_2 = 59019792$ грн.

$$\tilde{I} = (99199464 - 84067308) + (69643392 - 59019792) = 25755756 \text{ грн}$$

5.8.1 Рентабельність проектового цеху

Рентабельність проектового цеху визначається по формулі:

$$R_{i\tilde{d}} = \frac{\tilde{I}}{\tilde{N}_i} \times 100\%; \quad \tilde{N}_i = \tilde{N}_1 + \tilde{N}_2$$

де $\tilde{N}_i$ - повна собівартість сталі і продукції за рік.

$$\tilde{N}_i = 84067308 + 59019792 = 143087100 \text{ грн}$$

$$R_{i\tilde{d}} = \frac{25755756}{143087100} \times 100\% = 18,0\%$$

Рентабельність проектового цеху рівна – 18,0%.

5.8.2 Показник ефективності капітальних витрат

Показник ефективності капітальних витрат визначається по формулі:

$$\hat{E} = \frac{\tilde{I}}{\hat{E}a}$$

де $\hat{E}a$ - капітальні вкладення $\hat{E}a = 104225390 \text{ грн}$

Термін окупності капітальних вкладень:

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.ОЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\dot{O} \hat{e} = \frac{1}{\hat{A} \hat{i}}$$

де $\hat{A} \hat{i}$ - нормативний показник, повинен бути не нижчим або рівний 0,15.

$$\dot{O} \hat{e} = \frac{1}{0,15} = 6,6 \hat{a} \hat{o} ; \quad \dot{O} \hat{e} \geq \dot{O} ;$$

де $\dot{O}$ - розрахунковий термін окупності:

$$\dot{O} = \frac{\hat{E} \hat{a}}{\hat{I}}$$

$$\dot{O} = \frac{104225390}{25755756} = 4,05 \hat{o} \hat{i} \hat{e} \hat{o}$$

Коефіцієнт ефективності визначається по формулі:

$$\hat{E} \hat{y} \hat{o} = \frac{1}{\dot{O}}$$

$$\hat{E} \hat{y} \hat{o} = \frac{1}{4,05} = 0,24$$

З таблиці 5.15 можна зробити висновок, що дані розрахунків техніко-економічних показників відповідають нормативним даним.

Проектований цех, потужністю 26000 відливок за рік з площею виробничих будівель 18360м², має вихід годних відливок – 70%, випуск годного литва з 1м² виробничої площі складе – 1,41т., кількість браку в середньому по цеху не перевищує 1,16%, що набагато нижче, ніж в аналогічних цехах по регіону. Витратний коефіцієнт матеріальних ресурсів на одну тонну годних відливок складає – 1,428. Знижується собівартість сталей 110Г13Л і 125Г18Х2МНЛ.

Завдяки автоматизації і механізації виробництва, всі основні показники виглядають краще за показники існуючих ливарних цехів в нашому регіоні. При капітальних витратах за проектом в 104225390грн розрахунковий прибуток складає 25755756грн в рік. Споруда цеху окупиться протягом 4,05 років, при нормативному часі 6,6 років. Рентабельність виробництва – 18%, коефіцієнт ефективності – 0,24.

З вищесказаного можна зробити висновок, що проект дієздатний і може бути прийнятий за основу реального проекту в умовах ЗАТ «КЗГО».

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.ОЧ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Справжній дипломний проект написаний на основі учбових програм з дотриманням всіх основних вимог по оформленню текстових матеріалів, записок пояснень відповідно до ГОСТ 7.1-84 і ГОСТ 7.32-81.

Проектований СФЛЦ потужністю 26000 тонн відливок в рік в умовах ЗАТ «КЗГО», як показують розрахунки по техніко-економічних обґрунтовуваннях, економічно вигідний і дієздатний. В проекті розрахована річна виробнича програма випуску відливок в цеху по робочих технологічних потоках і відділеннях.

В загальній частині розраховано технологічне відділення, як комплексно-механізоване, так і автоматизоване.

Розроблена технологія виготовлення відливки «Зуб ковша» на автоматичній лінії Л651. В спеціальній частині вивчені механічні властивості марганцевистих сталей, вплив легуючих компонентів, властивості сталей до і після термічної обробки, вживання їх в гірничорудній промисловості.

В дипломному проекті визначена і розрахована кількість трудящих (ІТР, СКП, МОП, допоміжних і основних робітників). Прорахована заробітна платня всіх категорій трудящих. Одержані техніко-економічні показники проектного цеху, по яких видно, що знизилася трудомісткість і собівартість годного литва, зменшився припуск на механічну обробку, а також підвищилася якість відливок.

В розділі «Охорона праці» описані шкідливі і небезпечні чинники ливарного виробництва і їх усунення за рахунок модернізації виробництва; передбачені заходи по попередженню профзахворювань і збереження здоров'я трудящих. Виконана графічна частина в повному об'ємі: план цеху, розріз цеху, креслення по технологічній і спеціальній частині.

Даний дипломний проект може використовуватися як реальний проект ливарного цеху в умовах ЗАТ «КЗГО».

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.В									
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата										
Розробив		Каюн Р. О.			Висновки				Літера		Арквщ		Арквщів	
Перевірив		Скідін І. Е												
Рецензент		Сайтгареев Л.Н												
Н.контроль		Скідін І. Е												
Затвердив		Савельєв С.Г.												
					Кафедра МЧМЛВ Група МТ-22-1ск									

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Проектування машинобудівних заводів і цехів: Довідник в 6-ти томах, тому II. ред. В.М Шестопал – М. Машиностроение, 1974. – 49 з.
2. Могилев В.К., Лев О.И. Справочник ливарника. – М.: Машинобудування, 1988. – 272с.
3. Основи проектування ливарних цехів і заводів / під редакцією В.В. Кноре. – М.: Машинобудування, 1979. – 376с
4. Методична допомога до курсового і дипломного проектування для студентів всіх форм навчання за фахом 7. 090403 «Ливарне виробництво чорних і кольорових металів». Кривий ріг 2003. – 89с.
5. Сафонов В.Я. Довідник по ливарному устаткуванню. – М.: Машинобудування, 1985. – 320с.
6. Типаж технологічного устаткування для ливарного виробництва на 1986 – 1990г.г – М.: ННІМаш, 1985. – 132с.
7. Автоматичні комплексно-механізовані поточкові лінії, автоматизовані комплекти устаткування для ливарного виробництва, що випускаються заводами ВПО «СОЮЗЛІТМАШ»: Каталог. – М.: ННІМаш, 1979. – 120с.
8. Могилев В.К. методичний посібник з виконання курсового проекту по дисципліні «Технологічні основи ливарного виробництва» – Кривий Ріг, НМетАУ, КФМ, 2002. – 58с.

					КНУ.РБ.136.25.150с-02.СВД			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив		Каюн Р. О.			Список використаної літератури		Літера	Арквнш
Перевірив		Скідін І. Е						Арквншів
Рецензент		Сайтгареев Л.Н						
Н.контроль		Скідін І. Е					Кафедра МЧМЛВ Група МТ-22-1ск	
Затвердив		Савельєв С.Г.						