

Запорізький національний технічний університет

(повна назва університету)

Фізико-технічний, Інженерно-фізичний

(корне найменування інституту, назва факультету)

Обладнання та технології зварювального виробництва

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему Розробка електрошлакової технології
покращення орермоутворюючого трубного інструменту з
проекткуванням цільниці

Виконав: студент 6 курсу, групи ІФ-313м
спеціальності 131 «Прикладна механіка»
освітня програма «Технології та
устаткування зварювання»

(код і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Ірвний О.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник Білоус І.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Хмільов О.В.

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет Фізико-технічний, інженерно-фізично
 Кафедра Обладнання та технології зварювального виробництва
 Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) магістр
 Спеціальність Технологія устаткування зварювання
 (код і назва)
 Напрямок підготовки 131 Прикладна механіка
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри проф. Овчинников О.

"20" 12 2012 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Яровий Олександр Олександрович
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка електрошпаківної технології покращення
формоутворюючого трудного інструменту з проектуванням дільниці

керівник проекту (роботи) _____
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "12" грудня 2012 року № 389

2. Строк подання студентом проекту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи) креслення ківча та експандера,
умови експлуатації: нормальні, виробнича програма 2000шт

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Резюме, перелік скорочень, вступ. 1. Стан питання,

2. Розрахунок параметрів, вибір обладнання та розробка електрошпаківного
процесу отримання заготовок ківча. 3. Розрахунок параметрів, вибір обладнан-
ня та розробка електрошпаківного процесу отримання заготовок експандера.
4. Вибір металу заготовок ківча і експандера 5

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Ківча, експандер, Кристалізатор і поддон, установка ЗМП 0,25
з кристалізатором та дозатором, Модель центробіжного литья,
хімічний склад, властивості неметалевих вміщувачів та механічні вла-
стивості, паяні дільниці, техніко-економічні показники.

РЕЗУЛЬТАТЫ

--	--

са видан

РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається з пояснювальної записки об'ємом 81 сторінок друкованого тексту, 14 рисунків, 22 таблиць, 4 літературних джерел та графічної частини, у вигляді креслень.

Дипломна робота присвячена розробці електрошлакової технології отримання заготовок деталей формоутворюючого трубного інструменту – кільце та експандер.

Пояснювальна записка представлена 6 розділами, в яких розглянуті основні розрахунки устаткування і процесів даної технології, а також економічні розрахунки та питання охорони праці.

Ключові слова: ЕЛЕКТРОШЛАКОВИЙ ПРОЦЕС, ВИЛИВОК, СТАЛЬ, ЕЛЕКТРОШЛАКОВА ТИГЕЛЬНА ПІЧ, ТИГЕЛЬ

ABSTRACT

Thesis consists of an explanatory note volume 81 pages of printed text, 14 figures, 22 tables, 4 references and graphic part made in the form of presentation.

Thesis is dedicated to developing technology of electro parts by chill casting.

Explanatory memorandum presented 6 sections, which are considered basic calculations equipment and processes of technology and economic calculations and safety issues.

Keywords: ELECTRO-CHILL CASTING, CASTING, STEEL, ELECTROSLAG CRUCIBLE FURNACE, CRUCIBLE

ЗМІСТ

Реферат.....	3
Abstract.....	3
Перелік скорочень.....	6
Вступ.....	8
1 Стан питання.....	9
1.1 Умови експлуатації формоутворюючої трубної оснастки.....	9
1.2 Аналіз технології виготовлення кільця та експандера на базовому підприємстві.....	12
1.3 Обґрунтування доцільності застосування електрошлакової технології для отримання заготовок кільця та експандера.....	15
1.3.1 Сутність електрошлакового кокільного лиття.....	15
1.3.2 Сутність електрошлакового відцентрового лиття.....	17
1.4 Цілі та задачі роботи.....	22
2 Розрахунок параметрів, вибір обладнання та розробка електрошлакового процесу отримання заготовки кільця.....	23
2.1 Тепловий розрахунок процесу плавлення електрода.....	23
2.2 Обчислення корисної потужності переплаву.....	24
2.3 Визначення розмірів тигля.....	25
2.4 Визначення електричного опору шлакової ванни, робочого струму та напруги.....	31
2.5 Вибір електрошлакової установки та модуля відцентрового лиття.....	32
2.6 Електрошлакова технологія отримання заготовки кільця.....	34

3 Розрахунок параметрів, вибір обладнання та розробка електрошлакового процесу отримання заготовки експандера.....	36
3.1 Розрахунок параметрів процесу електрошлакової виплавки експандера у водоохолоджувальному кристалізаторі.....	36
3.2 Розрахунок кристалізатора.....	41
3.3 Вибір обладнання.....	48
3.4 Електрошлакове технологія.....	49
4 Дослідження якості металу заготовок кільця та експандера.....	51
5 Техніко-економічні розрахунки ділянки із отримання заготовок формуютьуючого інструменту.....	54
5.1 Організація ділянки.....	54
5.2 Виробнича програма і її матеріальне забезпечення.....	55
5.3 Розрахунок кількості обладнання та площі ділянки.....	56
5.4 Розрахунок кількості персоналу ділянки.....	60
5.5 Фонд оплати праці.....	62
5.6 Розрахунок собівартості робіт.....	66
6 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	70
6.1 Аналіз потенційних небезпек.....	70
6.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки.....	71
6.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	76
6.4 Заходи з пожежної безпеки.....	77
6.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	78
Перелік джерел посилання.....	81

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ЕШП – електрошлаковий переплав

ЕШТП – електрошлакова тигельна плавка

ЕКЛ – електрошлакове кокільне лиття

ЕЦКЛ – електрошлакове відцентрове кокільне лиття

E – місткість тигля, кг;

t_{Me} – температура металу, °С;

$t_{пл}$ – температура плавлення, °С;

$\Delta t_{пер}$ – температура перегрівання металу, °С;

$\gamma_{р.Ме}$ – густина рідкого металу, $\frac{m}{m^3}$;

$\overline{C_{сер}}$ – середня теплоємність металу в інтервалі $(0 - t_{пл})$, $\frac{МДж}{m \cdot K}$;

C_p – теплоємність рідкого металу, $\frac{МДж}{m \cdot K}$;

$q_{пл}$ – прихована теплота плавлення, $\frac{МДж}{m}$;

σ_B – межа міцності при розриванні, МПа;

δ – відносне подовження, %;

$\gamma_{р.Шл}$ – густина рідкого шлаку, $\frac{m}{m^3}$;

V – об'єм, м³;

M – маса, кг;

D, d – діаметра, м;

a_T – сторона квадрата плавильного простору тигля, м;

λ – коефіцієнт теплопровідності, $\frac{Вт}{m \cdot K}$;

Δ – зазор між електродом та стінкою тигля, м;

H, h – висота, м;

L, l – довжина м;

$P_{кор}$ – корисна потужність, кВт;

q – питома теплота фазових переходів першого роду, $\frac{кДж}{кг}$;

Q – теплові втрати, кВт;

F – площа, м²;

R – термічний опір, $\frac{\text{К}}{\text{Вт}}$;

α – коефіцієнт тепловіддачі, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$;

$\tau_{\text{пл}}$ – час плавки, год;

$R_{\text{ил}}$ – електричний опір шлакової ванни, мОм;

ρ – питомий електроопір шлаку, мОм·м;

η – тепловий ККД печі, %;

η – електричний ККД печі, %;

η – загальний ККД печі, %;

$W_{\text{нм}}$ – питома витрата електроенергії, $\frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{т}}$.

ВСТУП

Звичайні методи виробництва формують формуючого інструменту у трубній промисловості з використанням легованих сталей та сплавів, навіть при суттєвому їх вдосконаленні, в багатьох випадках вже не можуть забезпечити рівень якості металу, який відповідатиме умовам експлуатації.

Частково ця проблема була розв'язана з появою в металургічній та машинобудівній галузях промисловості принципово нових способів отримання виробів. До таких способів можна віднести застосування електрошлакової технології.

Об'єктом дослідження даної роботи є електрошлакова технологія отримання трубного інструменту в загальні кільця та експандера.

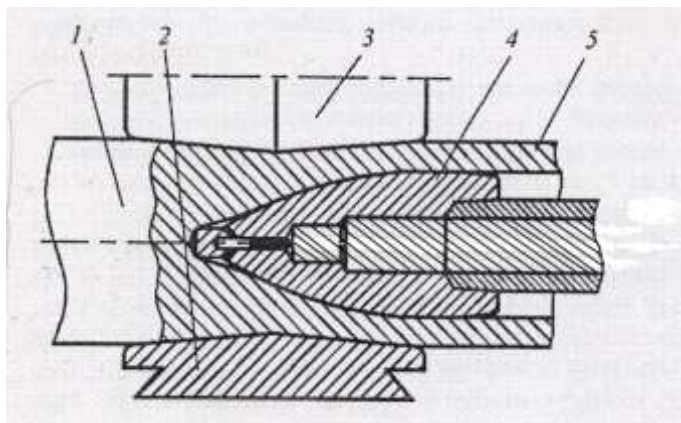
Предметом дослідження роботи є розрахунок параметрів процесу, вибір устаткування та дослідження якості отриманих кільця та експандера.

Мета дипломної роботи полягає в розробці електрошлакової технології отримання заготовок кільця та експандера.

1 СТАН ПИТАННЯ

1.1 Умова експлуатації формоутворюючої трубної оснастки

При виробництві безшовних труб одним з основних процесів є прошивка, в ході якої з суцільний заготовки отримують порожню гільзу (Рис 1.1)



1 – заготовка; 2 – направляюча лінійка; 3 – кільце; 4 – експандер; 5 – прошита сталева гільза

Рис. 1.1 – Схема прошивки:

Найбільш зношуються інструментом прошивного стану є експандер. Під час роботи експандер піддається тривалому циклічному впливу високих температур (носок розігрівається до $800\text{--}1100\text{ }^{\circ}\text{C}$), тиску деформованого металу (до 170 МПа) при русі його щодо експандера зі швидкістю до $1,0\text{ м / с}$. У зв'язку з цим матеріал експандера повинен володіти високими міцністю, термостійкістю і теплопровідністю, а також мінімальною схильністю до зварювання з металом, що прокочується. Як правило, матеріалом для виготовлення прошивних оправок служать низьколеговані сталі марок 20ХН4ФА, 25ХН3А, 35ХН2Ф, 20ХН3А, 20Х2Н4А, 40Г2Ф, 40ХГ2Ф, 40ХСМФ і ін.

На трубних заводах за існуючою технологією виготовлення експандера та кільця властивості міцності, та схильність до зварювання з металом гільзи досягаються термообробкою.

В останні роки в сортаменті гарячекатаних труб зростає частка високоміцних труб з конструкційної сталі, легованої хромом, нікелем, молібденом, ніобієм, ванадієм (30ХГС, 36Г2С, 25ХНМ, 25ХГМА, 25ХГМФА і ін.). При прошивці

заготовок з таких сталей відзначається різке зниження зносостійкості трубної оснастки, не вельми охолоджуваних з середини. Можна припустити, що при прошивці виникають умови, що сприяють руйнуванню на робочій поверхні оправлення захисної оксидної плівки, внаслідок чого відбувається зварювання з металу, що прокочується, (Рис. 1.2) або інтенсивне руйнування робочої частини експандера (Рис. 1.3)



Рис. 1.2 – Зміна розмірів робочої частини (руйнування) експандера внаслідок зварювання з металу, що прокочується

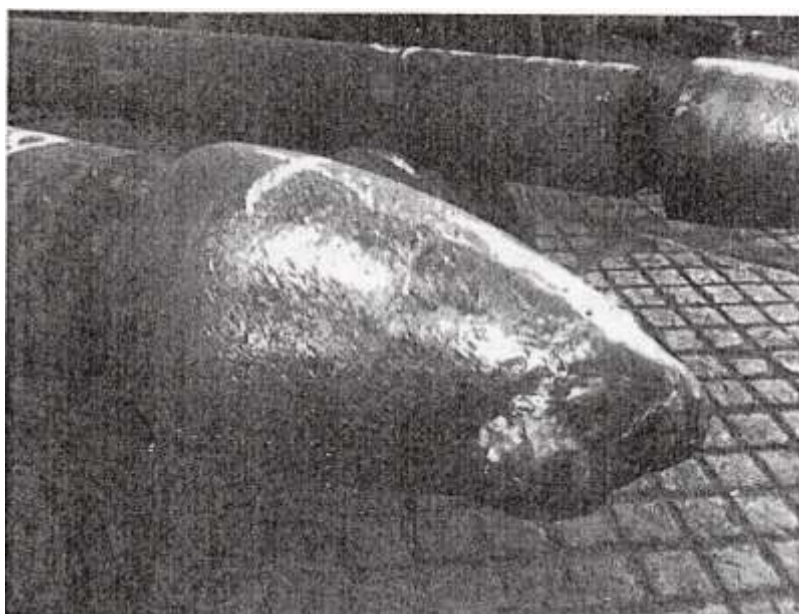


Рис. 1.3 – Знос робочої частини експандера

На зносостійкість експандера істотно впливає велика кількість чинників: хімічний склад матеріалу і режим термообробки експандера, їх калібрування, марка сталі, яку прокочують, якість нагріву заготовок, режими прокатки і умови охолодження експандера.

Зносостійкість експандера значно знижується при прошивці гільз з малими кутами подачі через збільшення часу прошивки; при цьому носок експандера розігрівається до високих температур, близьких до температури металу, що прокочується, і під час паузи перед наступною прошивкою не встигає охолотитися. В результаті цього поверхневі шари оправлення втрачають механічну міцність і суттєво змінюється форма оправлення. Необхідно відзначити, що зношування оправок супроводжується погіршенням стану внутрішньої поверхні гільз і труб і, як наслідок, зниженням швидкості прошивки.

При гарячій прошивці в осередку деформації створюються термодформаційних умови, що сприяють схоплюванню і зварювання деформованого металу з металом оправки. Мабуть, при виборі матеріалу експандера необхідно забезпечити мінімальну схильність цієї пари металів до зварювання. З технології зварювання відомо, що зварюваність залежить від вуглецевого еквівалента, який в свою чергу визначається хімічним складом сталі: де С, Мп, 81, N1, Сг, Мо, V, В - масова частка відповідного елемента,%.

Розрахунками встановлено, що значення $C_{\text{екв}}$ для різних марок сталі, що застосовуються для виготовлення оправок прошивних станів, істотно розрізняються: для сталі 20ХН4ФА вуглецевий коефіцієнт дорівнює 0,87; для 20ХН3А - 0,74; для 20Х2Н4А - 0,91; для 40ХСМФ - 1,2; для 4Х5МФС - 1,8.

З метою підвищення зносостійкості оправок прошивного стану було запропоновано випробувати сталь з підвищеним значенням $C_{\text{екв}}$. На підставі аналізу фізико-механічних властивостей вибрали інструментальну сталь 4Х5МФС. Цю сталь широко використовують для виготовлення штампів і пуансонів, експлуатованих в гарячому стані. При досить високих температурах вона зберігає міцність і зносостійкість.

1.2 Аналіз технології виготовлення кільця та експандера на базовому підприємстві

Технологічне оснащення для виробництва суцільнотягнутих труб на Нікопольському трубному заводі виготовляють на Нікопольському заводі технологічного обладнання. Типові конструкції експандера і кільця представлені на Рис 1.4 і відповідно на Рис 1.5.

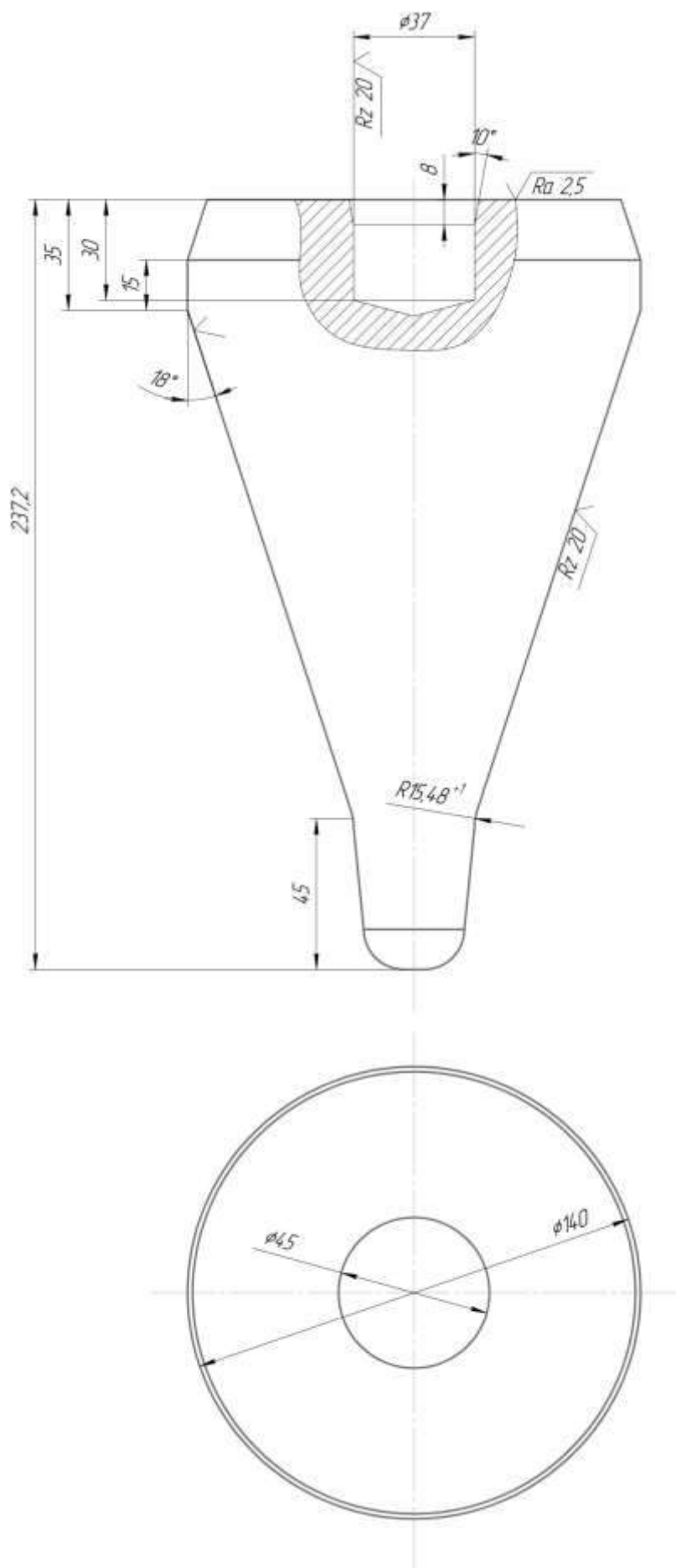


Рис. 1.4 – Экспандер

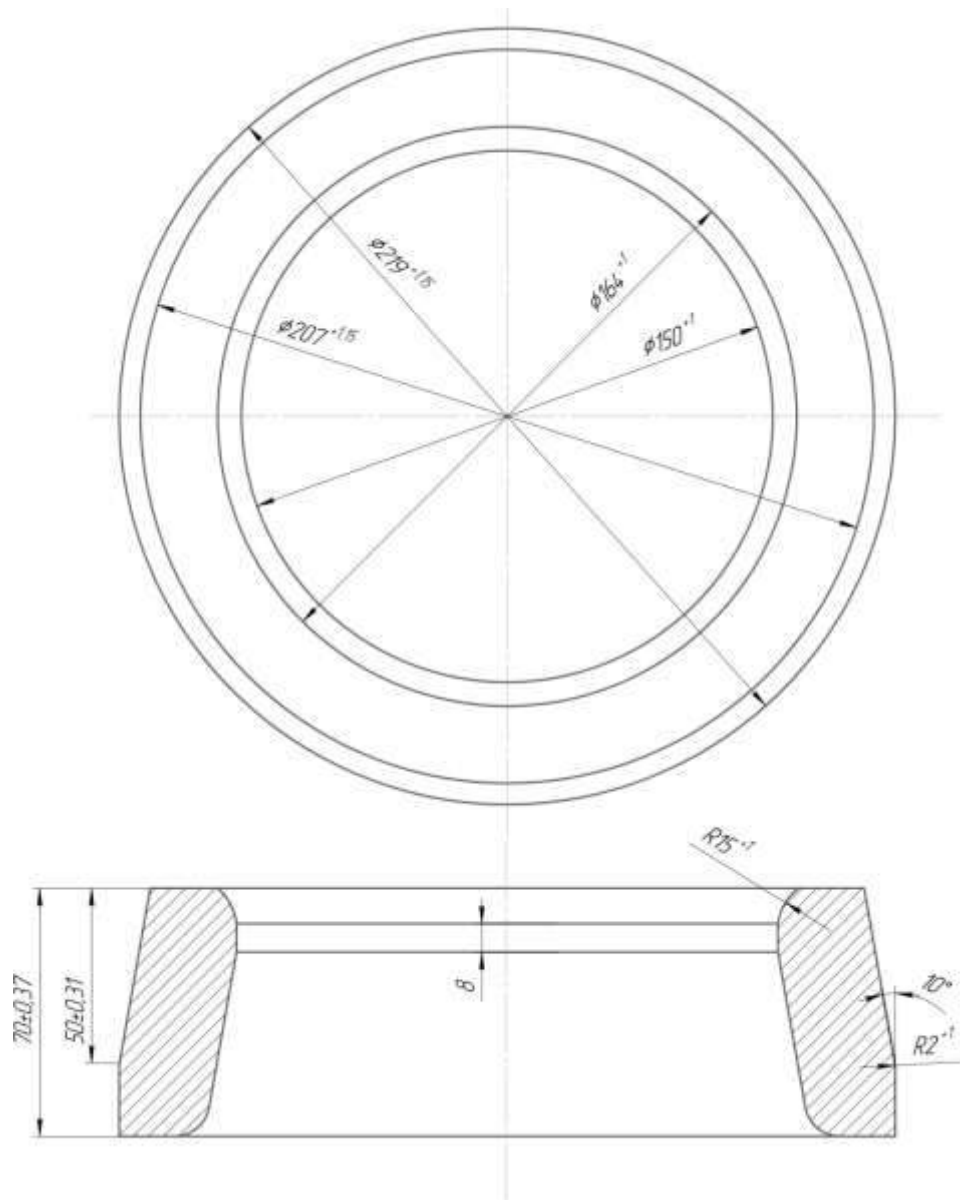


Рис 1.5 – Кільце

Даний інструмент виготовляють наступним чином. З сортового прокату сталей 5Х3ВЗМФС і 4Х5МФС відрізають відповідного діаметру і довжини заготовки, які потім піддають куванні. Як правило, отримані куванням заготовки мають досить великі допуски на механічну обробку. Маса заготовки майже в 1,6-1,8 рази перевищує кінцеву масу інструменту. При даній технології значну кількість дорогої інструментальної сталі (5Х3ВЗМФС і 4Х5МФС) переводиться в стружку. Крім того, при цьому слід враховувати значний обсяг механічної обробки. Обидва ці фактори впливають на собівартість виготовлення трубного формотворного оснащення і в кінцевому підсумку на вартість трубної продукції.

Дуже важливими факторами при виробництві будь-якого інструменту вчасності, експандера і кільця є вплив застосовуваної технології на зносостійкість.

На жаль, методи кування не забезпечують ні поліпшення металургійної якості, ні структурного стану заготовки зі сталей 5Х3В3МФС і 4Х5МФС. З огляду на досить жорсткі умови експлуатації комплекту кільце - експандер, про що сказано вище, вельми доцільно знайти нові технологічні рішення, які б дозволяли, як знижувати витрати інструментальної сталі, так і покращувати її якість в порівнянні зі станом поставки.

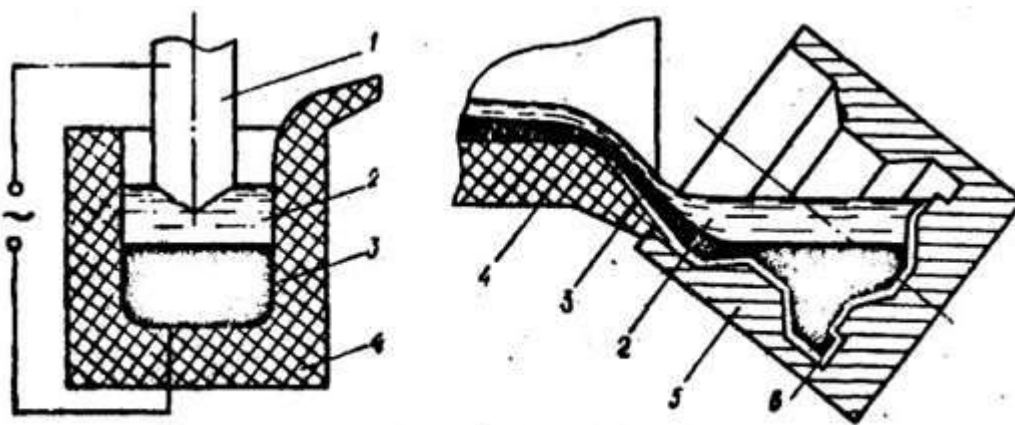
1.3 Обґрунтування доцільності застосування електрошлакової технології для отримання заготовок кільця та експандера

1.3.1 Сутність електрошлакового кокільного лиття

Електрошлакове лиття у кокіль – процес виробництва заготовок у металевій формі, яка заповнюється рідким металом під дією гравітаційних сил. По конструкції технологічних параметрів, кокіль – це ливарна форма, яка бере участь у формуванні конфігурації і властивостей металу заготовки деталі.

При ЕКЛ кокіль виносять за межі електрошлакової установки, однак заповнення і затвердіння в ній металу відбувається під шаром шлаку, який брав участь у процесі плавки. Шлак при ЕКЛ виконує ті самі функції, що і при електрошлаковому переплаві заготовок, тобто є джерелом теплоти, рафінуючим середовищем при плавці, захисним середовищем металу від його взаємодії з матеріалом форми, атмосферою, а також сприяє напрямленій кристалізації відливка. Все це дає змогу одержувати методом ЕКЛ литі високоякісні деталі.

На рис. 1.4 представлена типова схема електрошлакового кокільного литва.



1 - електрод; 2 - шлакова ванна; 3 - металева ванна; 4 - тигель; 5 - кокіль;
6 - гарнісаж

Рис. 1.4 – Схема електрошлакового кокільного литва

При електрошлаковому кокільному литті розділенню металу і шлаку в ливарній формі сприяє висока температура та рідкотекучість шлаку.

Основна різниця між електрошлаковим кокільним литвом і електрошлаковим переплавом полягає в тому, що метал накопичується в футерованій основним вогнетривом ємкості і при цьому знімається заборона залежності глибини металічної ванни по осі відливка від його радіусу:

$$\frac{h}{R} \leq 0.8 \dots 1.2 \quad (1.1)$$

де h – глибина металічної ванни по осі зливка, мм;

R – радіус зливка, мм.

Добру стійкість в умовах електрошлакового переплаву мають магнезитові та хромомагнезитові матеріали вищої вогнетривкості. В окремому випадку встановлено, що після першої плавки на поверхні магнезитового вогнетриву виникає щільний термостійкий шар, який складається із сплавлених зерен периклазу, обрмованих тугоплавкими алюмінатами CaO , Al_2O_3 і $5\cdot\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$,

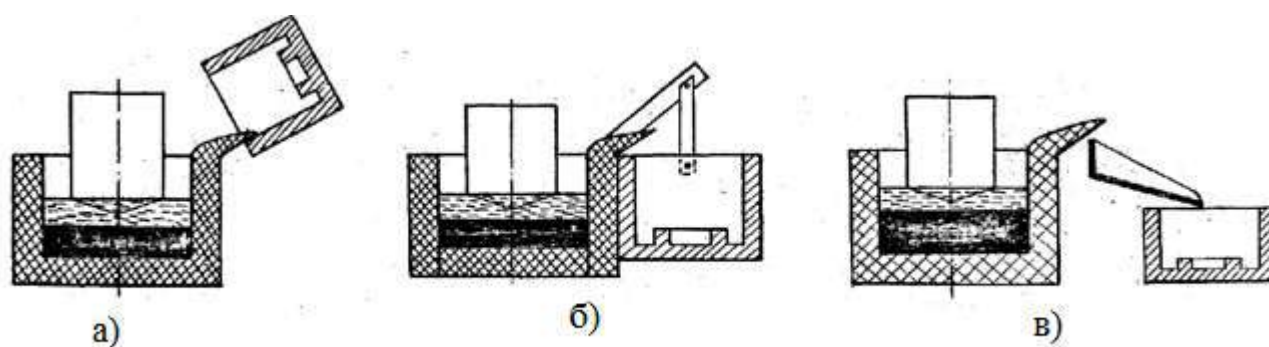
який надалі не підвладні сколам, розшаруванням і тільки частково підплавляється шлаком.

Електрошлакове кокільне лиття виконують за такими схемами:

1) Із закріпленням кокілю на носку тигля, і з сумісним їх обертом при зливанні металу.

2) З встановленням кокілю на носку тигля в горизонтальному положенні на шарнірах.

3) Із стаціонарно встановленим кокілем і заливанням металу в кокіль через проміжний жолоб.



а - із закріпленням кокілю на носку тигля, і з сумісним їх нахилом при зливанні металу; б - з встановленням кокілю на носку тигля в горизонтальному положенні на шарнірах; в - із стаціонарно поставленим кокілем і заливанням металу в кокіль через проміжний жолоб.

Рис. 1.5 Схеми електрошлакового кокільного литва:

1.3.2 Сутність електрошлакового відцентрового кокільного лиття.

Для отримання заготовок типу кільця, втулки, труби найбільшу перспективу має схема із заливанням рідкого металу через проміжний жолоб в

циліндричний кокіль, який обертається.

Використання методу, при якому розплав (метал зі шлаком) переливають з тигля в закріплений на ньому кокіль шляхом їх спільного повороту відносно горизонтальної осі заливки знижує кінетичну енергію струменю, дає можливість шлаку першим потрапити на поверхню стінки кокілю, утворити на ній шар шлакового гарнісажу, який, виконуючи роль захисного покриття, попереджує контакт металу з матеріалом форми.

В більшості процесів лиття рідкий метал заливають зверху в нерухому форму. При заливці металу зі шлаком в нерухомий кокіль в ньому утворюється шлако-металічна емульсія, що може призвести до потрапляння частинок шлаку до тіла виливки. Крім того, метал може пробити тонку кірку гарнісажу і приваритися до дня тигля, що неприпустимо.

Тому для електрошлакового кокільного литва були розроблені дві основні схеми заливки, що забезпечують плавне переливання розплаву з тигля в кокіль:

- «струмкова»;
- «безструмкова».

При «струмковій» схемі заливання кокіль жорстко закріплюють на носику тигля до початку плавки так, щоб її стінка була продовженням жолоба для розливання на носику. Розливка проводиться поворотом плавильного тигля разом з формою до встановлення останньої в горизонтальне положення. Такий метод заливки потребує ретельного підбору швидкості заливки. Діапазон оптимальних швидкостей (швидкість повороту тигля) знаходиться в межах 0,5-2,5 пов/хв. При дуже малих швидкостях повороту тигля (менше ніж 0,5 пов/хв) першим у форму зливається практично увесь шлак, залишаючи рідкий метал незахищеним.

Якщо швидкість повороту перевищує 2,5 пов/хв., метал утворює інтенсивні вихрові потоки, які захоплюють шлак, активно перемішуючи його з металом і створюючи умови для утворення в виливці шлакових включень. При вказаній вище оптимальній швидкості повороту тигля частина шлаку, що надходить першим, вкриває тонким шаром гарнісажу поверхню стінок ливарної форми, а слідом за першою порцією шлаку тече струмінь металу, вкритий ламінарним потоком шлаку. Метал потрапляючи у ливарну форму, витісняє більш легкий

шлак в її верхню частину. Шлак по мірі переміщення знизу догори вкриває стінки ливарної форми шаром гарнісажу. Основна частина шлаку концентрується в верхній частині форми і зігріває виливок в процесі кристалізації.

Недоліки схеми заливки металу через розливочний носик майже повністю зникають при використанні другої схеми заливки – «безструмкової». Механізм для здійснення цієї схеми складається з жорстко з'єднаних між собою плавильного тигля і форми для литва. Остання встановлюється на тигель після закінчення плавки в таке положення, при якому стінка форми є продовженням зливної стінки тигля. В цьому випадку при розливці плавильний тигель і форма повертається навколо горизонтальної вісі на 180° , ніби повертаючись навколо рідкого розплаву, який залишається в вихідному горизонтальному положенні.

Розливка за описаною вище схемою може здійснюватися з більшою ніж 2,5 об/хв. швидкістю. Це в свою чергу дозволяє зберегти більшу рідкотекучість шлаку та металу до закінчення розливу, покращити поверхню виливок та підвищити точність литва.

Основні переваги електрошлакового відцентрового процесу з заливкою в кокіль, що обертається полягають в наступному:

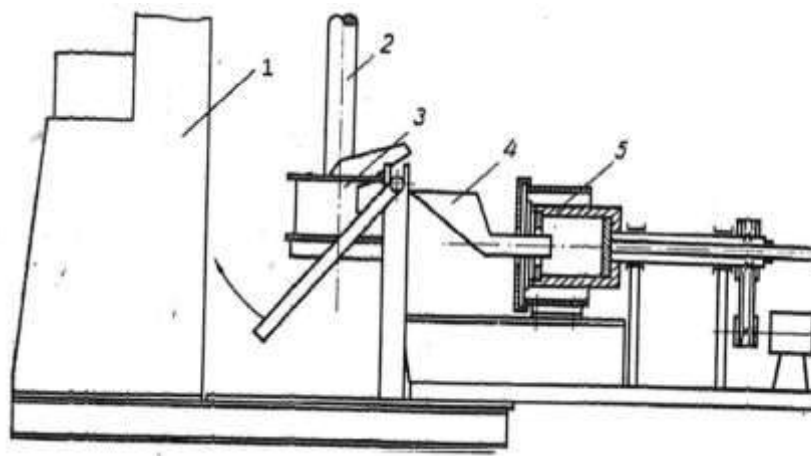
- можливість багаторазового використання кокілю;
- відсутність формовочних матеріалів;
- покращені умови праці;
- висока точність і стабільність розмірів виливка;
- висока якість металу виливка, яка є наслідком високої теплопровідності форми і великої швидкості кристалізації металу;
- підвищення коефіцієнта використання металу:

$$KBM = \frac{Q_{\text{дет}}}{Q_{\text{виливка}}}, \quad (1.2)$$

де $Q_{\text{дет}}$ – маса деталі, кг; $Q_{\text{виливка}}$ – маса виливка, кг.

Таким чином, наведені вище дані свідчать про доцільність застосування електрошлакового центробіжного лиття для отримання заготовок кільця зі сталі 5ХЗВЗМФС

В даному випадку, для формоутворення литої заготовки використовується відцентрова машина. Принципова схема установки для відцентрового лиття втулок, трубних заготовок, кілець приведена на Рис 1.6



1 - електрошлакове установка А-550; 2 - електрод, що витрачається; 3 тигель для накопичення металу з ручним кантователем; 4 - заливна воронка; 5 - відцентрова машина лиття.

Рис. 1.6 – Схема установки для ЕШКЛ

Комплекс ЕЦКЛ з застосуванням установки А-550 рис 1.7

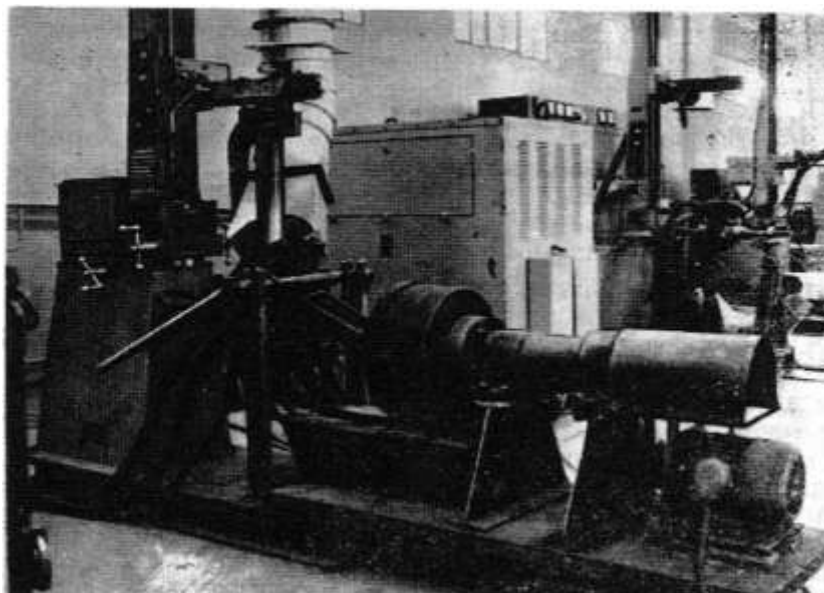


Рис. 1.7 – Комплекс ЕЦКЛ

Робочий момент заливки рідкого металу в відцентрову машину приведен на рис 1.8;

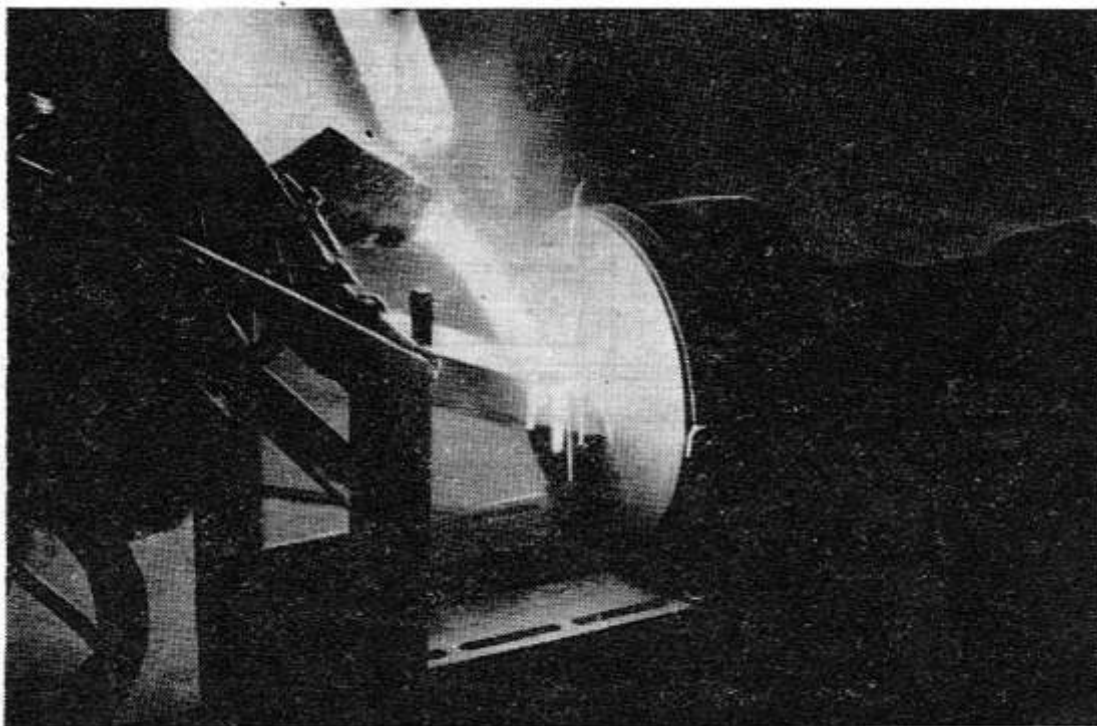


Рис 1.8 – Робочий момент заливки металу в відцентрову машину

Отримані кільця з легуваних сталей приведені на рис 1.9;

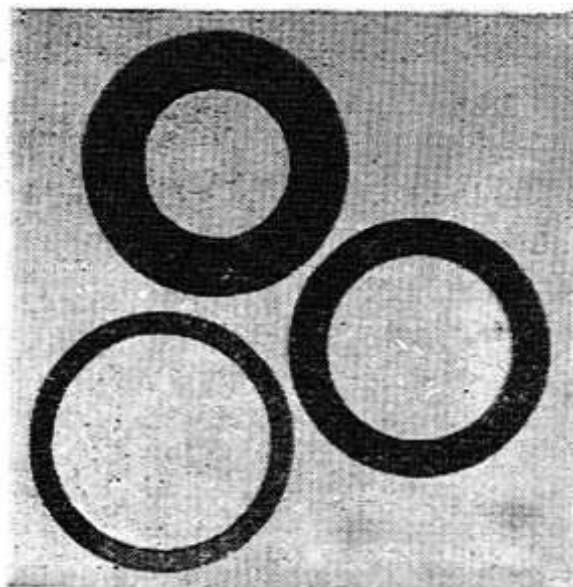


Рис 1.9 – Кільця із сталевих трубних заготовок

Численні дослідження якості металу заготовок деталей машин і інструменту, отриманих методом електрошлакового відцентрового лиття на прикладі сталей 12ХН3А, 38ХН3МФА, 08Х18Н10Т, 4Х4М2ФС, 5ХНМ, Р6М5 показали ефект рафінування металу і високі механічні властивості на рівні кованого металу.

1.4 Цілі та завдання роботи

Виходячи з вище розглянутого (п 1.1; п 1.2; п 1.3) в даній роботі поставлені наступні цілі та завдання:

- Вибрати метод отримання заготовок експандера і кільця який би забезпечував зменшення витрат інструментальної сталі і поліпшення її якості.
- Розробити технологічний процес і вибрати відповідне обладнання для отримання заготовки кільця.
- Розробити технологічний процес і вибрати відповідне обладнання для отримання заготовки експандера
- Дослідити якість металу заготовок кільця і експандера, отриманих з використанням обраної технології.

2 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ, ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ТА РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОШЛАКОВОГО ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ КІЛЬЦЯ

Вихідними даними для розрахунку будуть:

- маса рідкого металу в тиглі 150 кг.;
- марка металу, що виплавляється (сталі 5Х3В3МФС, табл. 3.1);
- густина твердого металу, що виплавляється ($\gamma = 7850 \text{ кг/м}^3$);
- густина рідкого металу, що виплавляється ($\gamma_{\text{м.р}} = 7230 \text{ кг/м}^3$);
- марка флюсу, який використовується в процесі плавки (АН-295,

табл. 2.2).

Таблиця 2.1 Хімічний склад сталі 5Х3В3МФС (витратних електродів) використаних в роботі

Марка сталі	Хімічний склад, %								
	C	Si	Mn	Cr	S	P	W	Mo	V
5Х3В3МФС	0,50	0,7	0,5	3,1	0,035	0,035	3,5	1,0	1,6
Сталь 4Х5МФС	0.38	1.1	0.35	5.3	0.029	0.027	-	1.5	0.48

Таблиця 2.2 Хімічний склад та властивості флюсу АН-295

Марка флюсу	Склад, %					Властивості	
	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	CaF ₂	$\gamma_{\text{пл.ж}}$, кг/м ³	$\rho \cdot 10^3$, Ом · м
АН-295	50	30	0.4	5.0	15	2800	25

2.1 Тепловий розрахунок процесу плавлення електроду

Температуру початку плавлення сталі 5Х3В3МФС (T_c) обчислюють з урахуванням хімічного складу сталі [3]:

$$T_c = T_{\text{пл}} - \sum \{(T_c)_i \cdot [n]\}, \text{ К} \quad (2.1)$$

де $(T_c)_i$ – питоме (на 1% вмісту елементу) зниження температури плавлення чистого заліза (1812 K).

$$T_c = 1812 - \{[410 \cdot 0.1 + 186.4(0.44 - 0.11)] + 4 \cdot 0.75 + 18.6 \cdot 0.37 + 6.5 \cdot 0.3 + 20 \cdot 0.8 + 940 \cdot 0.035 + 184 \cdot 0.035 + 8.9 \cdot 0.3\} = 1640K$$

Розрахуємо температуру кінця плавлення (T_l) , яку обчислюють за формулою:

$$T_l = T_{nl} - \sum \{(T_l)_i \cdot [n]\}, K \quad (2.2)$$

$$T_l = 1812 - \left\{ \begin{array}{l} 8.04 \cdot 0.44 + 1.4 \cdot 1.1 + 13.6 \cdot 0.37 + 4 \cdot 0.8 + 3.5 \cdot \\ \cdot 0.3 + 34 \cdot 0.035 + 34 \cdot 0.035 + 4.3 \cdot 0.3 \end{array} \right\} = 1762K$$

Температура поверхні ванни рідкого металу:

$$T_{пов} = 1.1 \cdot T_l, K \quad (2.3)$$

де 1.1 – величина перегрівання

$$T_{пов} = 1.1 \cdot 1762 = 1938 K$$

2.2 Обчислення корисної потужності переплаву

Корисна потужність переплаву разом із потужністю теплових втрат складає загальну потужність агрегату.

Корисна потужність ($P_{кор}$) витрачається на нагрівання металу до температури плавлення ($T_{пл}$), його перегрівання ($\Delta T_{пер} = T_{пов} - T_{пл}$) і складає:

$$P_{\text{кор}} = [C_{\text{ТВ}}(T_{\text{пл}} - T_{\text{п}}) + q + C_{\text{р}} + \Delta T_{\text{пер}}] \cdot M_{\text{пл}}, \text{ кВт} \quad (2.4)$$

де T – початкова температура металічної шихти, К;
 $C_{\text{ТВ}}$ – середня теплоємність твердого металу в інтервалі температур ($T_{\text{п}} - T_{\text{пл}}$), кДж/(кг·К);
 q – питома теплота фазових переходів першого роду, кДж/кг;
 $C_{\text{р}}$ – теплоємність рідкого металу, кДж/(кг·К);
 $M_{\text{пл}}$ – маса рідкого металу, кг.

Середня питома теплоємність $C_{\text{ТВ}}$ для сталей різного хімічного складу становить для хромонікелевих сталей 0,55 – 0,65 МДж/(т·К).

Питома теплота (q) всіх фазових переходів при нагріванні та плавленні становить, для сталей різного хімічного складу – 240 – 285 МДж/т.

Середня теплоємність рідкого металу ($C_{\text{р}}$) для сталей в залежності від хімічного складу становить 0,65 – 0,85 МДж/(кг·К).

$$\Delta T_{\text{пер}} = 1938 - 1762 = 176 \text{ К}$$

$$P_{\text{кор}} = (0,6 \cdot (1762 - 297) + 270 + 0,75 \cdot 176) \cdot 0,27 = 345,87 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{т}$$

2.3 Визначення розмірів тигля

При заданій місткості необхідний об'єм металічної ванни ($V_{\text{м.в.}}$) визначається по масі рідкого металу:

$$V_{\text{м.в.}} = \frac{M_{\text{ж.м}}}{\gamma_{\text{ме.ж}}}, \text{ м}^3 \quad (2.5)$$

де $M_{\text{ж.м}}$ – маса рідкого металу;

$$V_{\text{м.в.}} = \frac{250}{7230} = 0,0346 \text{ м}^3$$

Кратність шлаку ($k_{\text{шл}}$) при ЕШТП складає для металу масою (150...300) кг – (0,15-0,18) маси рідкого металу ($M_{\text{ме.ж}}$) [1], тобто маса шлаку буде складати:

$$M_{\text{шл}} = k_{\text{шл}} \cdot M_{\text{ж.м}}, \text{ т} \quad (2.6)$$

$$M_{\text{шл}} = 0,15 \cdot 0,250 = 0,037 \text{ т}$$

Оптимальний коефіцієнт заповнення тигля ($k_{3.т}$) знаходиться в межах (0,4 – 0,6), тобто при $k_{3.т} = 0,5$:

$$K_{3.т} = \sqrt{\frac{F_{\text{ел}}}{F_{\text{м}}}} = 0,886 \frac{d_{\text{ел}}}{a_{\text{т}}} \quad (2.7)$$

де $a_{\text{м}}$ – сторона квадрата плавильного простору тигля

$$K_{3.т.}^2 = \frac{F_{\text{ел}}}{F_{\text{м}}}, \text{ м} \quad (2.8)$$

де $F_{\text{ел}}$ – площа перетину електроду, яка дорівнює

$$F_{\text{ел}} = 0,18 \cdot 0,18 = 0,0324 \text{ м}^2 \quad (2.9)$$

$$F_{\text{м}} = \frac{F_{\text{ел}}}{K_{3.т.}^2} = \frac{0,0324}{0,25} = 0,13 \text{ м}^2$$

Тоді сторона квадрату тигля буде дорівнювати:

$$a_m = \sqrt{F_m} = 0.36 \text{ м}$$

Зазор між електродом та стінкою тигля складає:

$$\Delta = \frac{a_m - d_{\text{ел}}}{2}, \text{ м} \quad (2.10)$$

$$\Delta = \frac{0,36 - 0,18}{2} = 0,09 \text{ м}$$

Для реалізації бездугового процесу електрошлакової технології висота шлакової ванни повинна дорівнювати:

$$h_{\text{шл}} = (0.9 \dots 1.0) \cdot d_{\text{ел}}, \text{ м} \quad (2.11)$$

$$h_{\text{шл}} = 0.9 \cdot 0,18 = 0.16 \text{ м}$$

Занурення електрода в шлакову ванну:

$$h_{\text{шл-ел}} = (0.4 \dots 0.5) d_{\text{ел}}, \text{ м} \quad (2.12)$$

$$h_{\text{шл-ел}} = 0.45 \cdot 0.18 = 0.08 \text{ м}$$

Відповідно, об'єм шлакової ванни при даних умовах (без електроду) повинен дорівнювати:

$$V_{\text{шл.в}} = F_m \cdot h_{\text{шл}}, \text{ м}^3 \quad (2.13)$$

і маса шлаку буде складати:

$$M_{\text{шл}} = V_{\text{шл.в}} \cdot \gamma_{\text{шл.ж}}, \text{ кг} \quad (2.14)$$

де $\gamma_{\text{шл.ж}}$ – густина рідкого шлаку, $\gamma_{\text{шл.ж}} = 2470 \text{ кг/м}^3$;

$$M_{\text{шл}} = 0,021 \cdot 0,2470 = 0,052 \text{ т}$$

Об'єм шлакової ванни з зануреним електродом буде складати:

$$V_{\text{шл-ел}} = V_{\text{шл}} + h_{\text{шл-ел}} \cdot F_{\text{ел}}, \text{ м}^3 \quad (2.15)$$

$$V_{\text{шл-ел}} = 0.021 + 0.08 \cdot 0.0324 = 0.024 \text{ м}^3$$

Висота шлакової ванни складатиме:

$$H_{\text{ме-ел}} = \frac{V_{\text{шл-ел}}}{F_m}, \text{ м} \quad (2.16)$$

$$H_{\text{ме-ел}} = \frac{0.024}{0.13} = 0.18 \text{ м}$$

Висота металу в тиглі складатиме:

$$H_{\text{ме-т}} = \frac{V_{\text{ме}}}{F_m}, \text{ м} \quad (2.17)$$

$$H_{\text{ме-т}} = \frac{0.0346}{0.13} = 0.266 \text{ м}$$

Відношення висоти плавильного простору ($H_{пл}$) до приведенного діаметру основи тигля (D_0) складає:

$$\frac{H_{пл}}{D_0} = 1.08 \quad (2.18)$$

$$\text{де, } D_0 = \sqrt{\frac{4F_{осн}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.13}{3.14}} = 0.41 \text{ м} \quad (2.19)$$

Таким чином, отримані дані по висоті плавильного простору тигля ($H_{ил-ме} + H_{ме-т} = 0.446$) узгоджуються з рекомендаціями.

Висота робочого простору тигля:

$$H_m = (1.2 \dots 1.3) \cdot (H_{ил-ме} + H_{ме-т}) \quad (2.20)$$

$$H_m = 1,2 \cdot 0,446 = 0,53 \text{ м}$$

Довжина частини витратного електроду, що оплавляється:

$$l_{ел} = \frac{4E}{\pi d_{ел}^2 \cdot \gamma_{ме.тв}}, \text{ м} \quad (2.21)$$

$$l_{ел} = \frac{1.27 \cdot 250}{0.18^2 \cdot 7860} = 1.25 \text{ м}$$

Необхідна загальна довжина електроду з урахуванням довжини огарка ($l_{ог}$) складатиме:

$$L_{ел} = l_{ог} + l_{ел}, \text{ м} \quad (2.22)$$

де $l_{ог} = (0.4 \dots 0.6) \text{ м}$, обираємо $l_{ог} = 0.5 \text{ м}$

$$L_{ел} = 0.5 + 1.25 = 1.75 \text{ м}$$

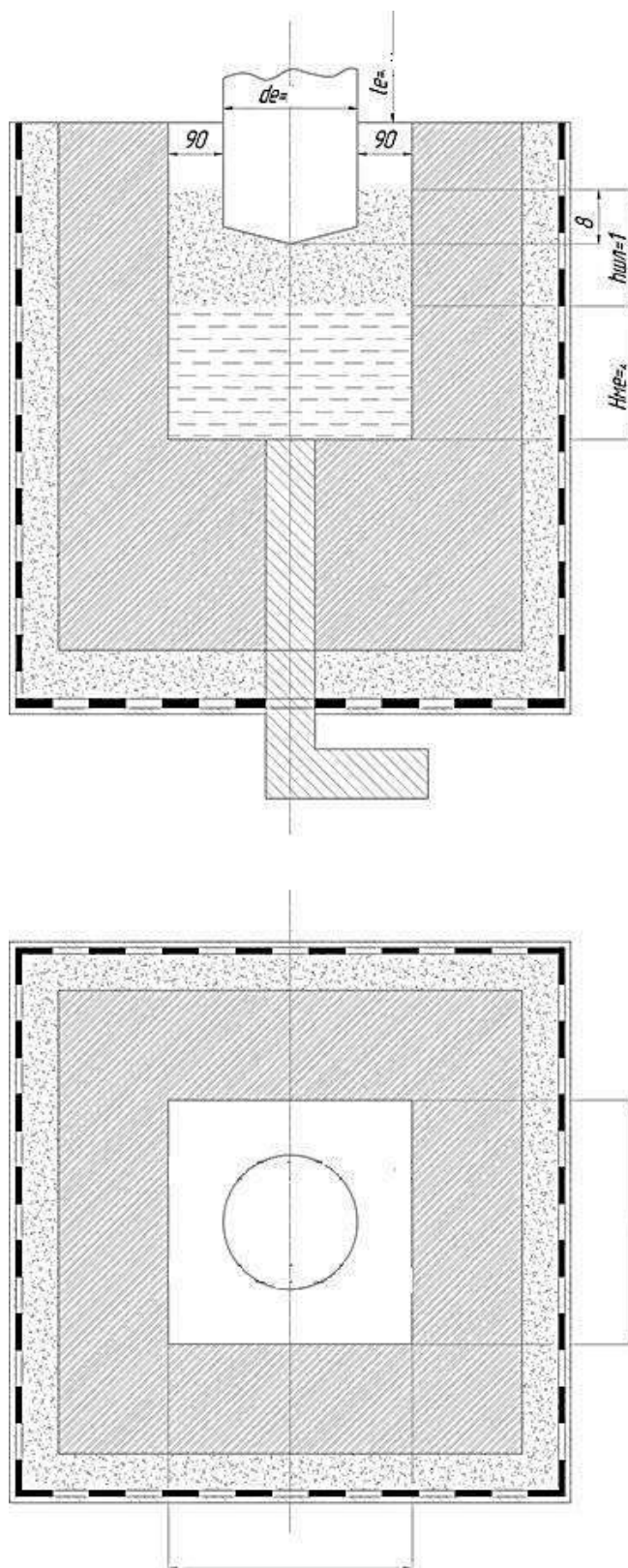


Рис 2.1 Ескіз робочого простору печі (тигля)

2.4 Визначення електричного опору шлакової ванни, робочого струму та напруги

Активний електричний опір шлакової ванни ($R_{шл}$) тигельної плавки, як нелінійного струмоприймача, визначається з урахуванням симплексів геометричних розмірів в залежності від співвідношення ($h_{шл-ел}/h_{шл}$) та коефіцієнта заповнення тигля ($k_{з.т}$):

$$k_1 = f\left(\frac{h_{шл-ел}}{h_{шл}}\right); k_2 = f(k_{з.т}) = \sqrt{\frac{d_{ел}}{D_{м.екв}}}; D_{м.екв.} = 1.129 * a_m \quad (2.23)$$

$$k_1 = f\left(\frac{0.08}{0.16}\right) = 0.5; k_2 = \sqrt{\frac{0.71}{0.41}} = 1.32; D_{м.екв.} = 1.129 * 0.36 = 0.41$$

Тоді шуканий активний електричний опір шлакової ванни дорівнює:

$$R_{шл} = k_1 * k_2 * \frac{\rho}{D_{м.екв}}, \text{ МОм} \quad (2.24)$$

де ρ - питомий електроопір шлаку, мОм.

$$R_{шл} = 0.5 * 1.32 * \frac{8.8}{0.41} = 14.2 \text{ МОм}$$

Робочий струм складає:

$$I_{шл} = \sqrt{\frac{P_{шл}}{R_{шл}}}, \text{ кА} \quad (2.25)$$

$$I_{\text{шл}} = \sqrt{\frac{130}{14.2}} = 3.02 \text{ kA}$$

Для даних умов плавлення, згідно рекомендацій $P_{\text{шл}}$ можна прийняти в межах 125-135 кВт. Приймаємо $P_{\text{шл}} = 130$ кВт

Напруга на шлаковій ванні складає:

$$U_{\text{шл}} = I_{\text{шл}} \cdot R_{\text{шл}}, \text{ B} \quad (2.26)$$

$$U_{\text{шл}} = 3.02 \cdot 14.2 = 42.8 \text{ B}$$

2.5 Вибір електрошлакової установки та модуля відцентрового лиття

Для реалізації електрошлакового процесу обираємо електрошлакову установку, що складається з колони (ЕШП-0,25), джерела живлення (ТШС - 3000-1) і модуля відцентрові лиття які включають:

Колона типу ЕШП-0,25 дозволяє переплавляти витратні електроди довжиною до 2500 мм і масою до 250 кг. Швидкість подачі дроту регулюється в межах 0 - м/год за допомогою зміни частоти живильної мережі для двигуна подаючого механізму. Частота струму змінюється за допомогою частотного перетворювача.

Виходячи з розрахованих електричних параметрів плавки (струм, напруга, електрична потужність) в якості джерела живлення застосовуємо трансформатор ТШС - 3000-1.

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики ТШС – 3000-1:

Параметр	Значення
Номінальний зварювальний струм, А	3000
Вторинна напруга, В	18 – 46
Період ввімкнення (ПВ), %	100
Номінальна потужність, кВт	140
Кількість фаз	1
Система охолодження	Водяне
Габаритні розміри, мм	950x706x780
Вага, кг	950

Модуль відцентрового лиття включає наступні позиції. Тигель, ємністю 150 кг для розплавлення і накопичення в необхідній кількості розплавленого металу. Тигель встановлюється в маніпуляторі, який забезпечує його переверт для подальшої заливки розплавленого металу в відцентрову машину типу 552-2 приведені в табл. 2.4

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики машини відцентрового типу 552-2

Параметр	Значення
Розмір відливок, мм діаметр довжина	80 – 250 до 800
Продуктивність, шт/год	до 14
Зусилля виштовхування, кН	25
Частота обертання виливниці, об/хв	50-1250
Витрата води на охолодження, м ³ /цикл	0,53

Продовження таблиці 2.4

Параметр	Значення
Потужність електродвигуна, кВт	28

Модуль відцентрового лиття встановлений на цільній плиті, що дозволяє швидко замінити водоохолоджуванний кристаллизатор на даний модуль.

2.6 Електрошлакова технологія отримання заготовки кільця

Отримання розплаву. Час плавлення витрачаємого електрода в плавильної ємності – 1620 с.

Маса переплавляємого електрода 80 кг, Витримка рідкого металу в плавильної ємності для вирівнювання температури по закінченні переплавки – 55 с.

Поворот плавильної ємності і заливка рідкого металу разом з флюсом в ливарну форму проведені за 8,5 с.

Плавильна ємність футерована для підвищення теплового ККД вогнетривким хромомагнетитовою цеглою марки П–1. В ній передбачено водоохолоджуванний піддон. Температура охолоджувальної води в піддоні на вході 10...12 °С, а на виході – 50...55 °С; тиск 0.25 МПа; витрата 4.2 м³/год.

Режими переплавки: робочий струм на початку $I_{зв}$ 500...700 А; після набору рідкої металічної ванни $I_{зв} = 1200...1600$ А; при виході на робочий режим $I_{зв} = 2600...2800$ А. Напруга постійно $U_{зв} = 42$ В.

Переплав починали на "твердому старті". Маса заливаємого флюсу 6.2кг. Флюс прокалюють при температурі 1073 К протягом 7200 с.

Отримання виливки. Швидкість обертання відцентрової машини при заливці змінювали по заданому режиму лиття. При формуванні зовнішніх розмірів кільця швидкість відцентрової машини становила 420...430 хв⁻¹. Після

залівки 50% рідкого металу при формуванні приросту основного тіла кільця в ливарній формі швидкість збільшували до $660...670 \text{ хв}^{-1}$. В кінці залівки при формуванні внутрішнього діаметра кільця швидкість скидали до $310...320 \text{ хв}^{-1}$. Це зроблено для того, щоб уникнути виникнення на литві дефектів

Час обертання машини з відливанням від початку залівки і до кінця процесу кристалізації і охолодження кільця склало 720 с.

3 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ, ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ТА РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОШЛАКОВОГО ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ЕКСПАНДЕРА ВОДООХОЛОДЖУВАЛЬНОМУ КРИСТАЛІЗАТОРІ

3.1 Розрахунок параметрів процесу електрошлакової виплавки експандера у водоохолоджувальному кристалізаторі.

До загальних параметрів режиму електрошлакового плавлення відносяться: $I_{\text{сл}}$ – струм плавлення; $U_{\text{пл}}$ – напруга плавлення; $V_{\text{л}}$ – лінійна швидкість плавлення металу; марка флюсу; кількість флюсу $G_{\text{ф}}$; $h_{\text{шл}}$ – висота шлакового міжелектродного проміжку; $d_{\text{ел}}$ – діаметр використовуваного електроду.

Суть методу в тому, що при проходженні електричного струму через розплавлений флюс, в ньому виділяється тепло, яке йде на плавлення використовуваного електроду при температурі шлакової ванни 1600-1800 ° С. Застосовуваний флюс марки АНФ-6 такого хімічного складу: Al_2O_3 – 30 %, CaF_2 – 70 (ГОСТ – 30756-2001).

Робоча температура флюсу $T_{\text{ф}} = 1780$ °С – обирається виходячи з того, що вона повинна бути більше на 200 - 300 ° С температури плавлення сталі 4Х5МФС (використовуваний електрод).

Електропровідність флюсу при 1780 °С: $\gamma = 4,8 \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$.

Щільність флюсу $\rho_{\text{фл}} = 2,65 \text{ г/см}^3$.

Середнє значення теплоємності даного металу в твердому і розплавленому стані: $C_{\text{рт}} = 485,67 \text{ Дж/г } ^\circ\text{С}$, $C_{\text{рж}} = 150,72 \text{ Дж/г } ^\circ\text{С}$.

Діаметр електроду $d_{\text{ел}} = 22\text{мм}$ (нижня частина експандера).

Висота шлакової ванни $H_{\text{шл}}$ визначається зі співвідношення:

$$0,5d_{\text{ел}} < H_{\text{шл}} < 1,2d_{\text{ел}}, \quad (3.1)$$

$$0,5 \cdot 22 \cdot 2 < H_{\text{шл}} < 1,2 \cdot 22 \cdot 2 \quad (3.2)$$

$$H_{\text{шл}} = 34,1 \text{ мм} \quad (3.3)$$

Висоту шлакового міжелектродного проміжку $h_{\text{шл}}$ розраховують за формулою:

$$h_{\text{шл}} = 0,894 + 0,474 d_{\text{ел}}, \quad (3.4)$$

$$h_{\text{шл}} = 0,894 + 0,474 \cdot 22 \cdot 2 = 21,75 \text{ мм} = 2,175 \text{ см}$$

Кількість флюсу визначаємо за формулою:

$$G_{\text{фл}} = 1,1 \cdot S_{\text{кр}} \cdot H_{\text{шл}} \cdot \rho_{\text{фл}}, \quad (3.5)$$

де $S_{\text{кр}}$ – площа поперечного перерізу кристалізатора;

$$S_{\text{кр}} = \pi \cdot d_{\text{ел}}^2 / 4 = 43,2 \text{ см}^2; \quad (3.6)$$

$$G_{\text{фл}} = 1,1 \cdot 43,2 \cdot 3,74 \cdot 2,65 = 470,97 \text{ г}$$

Опір шлакової ванни:

$$R_{\text{шл}} = \frac{h_{\text{шл}}}{\gamma \cdot S_{\text{ел}}} \cdot \frac{\left(\ln \frac{1}{k_3} \right)}{\left(\frac{1}{k_3} - 1 \right)}, \quad (3.7)$$

де k_3 – коефіцієнт заповнення; $k_3 = 0,6$

$S_{\text{ел}}$ – поперечний переріз використовуваного електроду,

$$S_{\text{ел}} = 15,2 \text{ см}^2;$$

$$R_{\text{шл}} = \frac{2,175}{4,8 \cdot 15,2} \cdot \frac{\left(\ln \frac{1}{0,6} \right)}{\left(\frac{1}{0,6} - 1 \right)} = 0,036 \text{ Ом}.$$

Кількість тепла, необхідного для плавлення використовуваного електроду з масовою швидкістю $Q_{\text{пл}}$:

$$Q = \frac{G_{\text{пл}} \cdot g_T}{\eta}, \quad (3.8)$$

де $Q_{\text{пл}}$ – швидкість плавлення використовуваного електроду, за одиницю часу, Дж;

$G_{\text{пл}}$ – масова швидкість плавлення використовуваного електроду, г/с;

g_T – теоретично необхідна кількість тепла для плавлення електрода, що використовується, Дж/г;

η – тепловий коефіцієнт корисної дії електрошлакового наплавлення $\eta = 0,7$.

Масова швидкість плавлення використовуваного електроду, розраховується за формулою:

$$G_{\text{пл}} = \frac{V_{\text{л}} \cdot \rho \cdot S_{\text{ел}}}{k_3}, \quad (3.9)$$

де $V_{\text{л}}$ – лінійна швидкість наплавлення металу, $V_{\text{л}} = 0,02$ см/с;

ρ – щільність металу в розплавленому стані $\rho = 7,35$ г/см³;

$$G_{пл} = \frac{0,02 \cdot 7,35 \cdot 15,2}{0,6} = 3,724 \text{ з/с}.$$

Теоретично необхідна кількість тепла для плавлення використовуваного електроду, розраховується за формулою:

$$g_T = C_{рт} (T_c - T_0) + \gamma + C_{рж} (T_m - T_l), \quad (3.10)$$

де $C_{рт}$, $C_{рж}$ – середнє значення теплоємності металу в твердому і рідкому стані, Дж/г °С;

T_0 , T_c , T_l , T_m – значення температур: початкової, солідуса, ліквідуса та крапель розплавленого металу, $T_0 = 20$ °С, $T_c = 1500$ °С, $T_l = 1529$ °С $T_m = 1620$ °С;

γ – питома енергія плавлення, для сталі $\gamma = 84$ Дж/г.

$$g_T = 485,67 (1500 - 20) + 84 + 150,72 (1620 - 1529) = 732591,12 \text{ Дж/г}$$

$$Q = \frac{3,724 \cdot 732591,12}{0,7} = 3897384,8 \text{ Дж}$$

Таким чином необхідну теплову потужність розраховують за формулою:

$$Q = \frac{V_l \cdot \rho \cdot S_{ел} \cdot g_T}{k_z \cdot \eta}, \quad (3.11)$$

Для плавлення електроду необхідна електрична теплова потужність, яка розраховується з урахуванням електричних параметрів за формулою:

$$Q = I^2 R, \quad (3.12)$$

де I – електричний струм, А;

R – електроопір шлакової ванни, Ом.

Прирівнюючи дві останні формули отримуємо:

$$I^2 \cdot R = \frac{V_{\text{л}} \cdot \rho \cdot S_{\text{ел}} \cdot g_T}{k_3 \cdot \eta}, \quad (3.13)$$

Звідки розраховуємо силу струму плавлення:

$$I = \sqrt{\frac{V_{\text{л}} \cdot \rho \cdot S_{\text{ел}} \cdot g_T}{k_3 \cdot \eta \cdot R}}, \quad (3.14)$$

$$I = \sqrt{\frac{0,02 \cdot 7,35 \cdot 15,2 \cdot 732591,12}{0,6 \cdot 0,7 \cdot 0,008}} = 1765,27 \text{ А}$$

Напругу на шлаковій ванні розраховуємо за формулою:

$$U_{\text{пл}} = I R, \quad (3.15)$$

$$U_{\text{пл}} = 1607,27 \cdot 0,047 = 39,2 \text{ В}$$

Параметри режиму електрошлакової виплавки заготовок експандера представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Параметри режиму електрошлакової виплавки заготовок експандера

Параметри	Значення
$H_{\text{шл}}$, мм	34,1
R, Ом	0,036
U, В	39,2
I, кА	1,765

3.2 Розрахунок кристалізатора

Під час електрошлакового процесу кристалізатор електрошлакового печі відчуваємо виключно високі нерівномірні теплові навантаження, що досягають $1 \cdot 10^6$ ккал / м^2 і більше. Неправильна організація охолодження такого теплонапружного вузла може принести до його деформації, передчасного виходу з ладу.

При виборі системи охолодження і розрахунку її робочих параметрів визначальною є величина питомого теплового навантаження стінки кристалізаторів.

Найбільш широкого поширення набули два типи кристалізаторів: нерухомі, які заповнюються металу, що переплавляється, до рухливі, пересуваються щодо виплавленого плитки. Характер теплового навантаження у кристалізаторів цих двох типів різний. У нерухомих кристалізаторах зона максимальних теплових навантажень переміщається в процесі плавки знизу вгору в міру підйому рівня шлаку. Оскільки стінка кристалізатора витримує максимальну теплове навантаження в будь-якому лікуванні робочої зони, то при необхідності, можна перейти до схеми переплавки з рухомих кристалізатором, без будь-яких переробок, що істотно розширює технологічні можливості процесу ЕШП. При проведенні теплового

розрахунку кристалізатора враховувалося застосування для охолодження кристалізаторів технічної оборотної води.

Жорсткість технічної оборотної води в середньому становить 5,1-5,4 г.екв / м³.

Така якість зворотному технічної води обумовлює вибір конвективного охолодження кристалізатора. Такий режим охолодження виключає кипіння теплоносія, що особливо важливо, оскільки при кипінні води такої жорсткості зовнішньої поверхні гільзи кристалізатора утворюється шар накипу. Для видалення шару накипу необхідна часта розбирання кристалізатора. Якщо накипу не видаляти, то володіючи низькою теплопровідністю вона порушує охолодження кристалізатора, що може привести до прожогам мідної гільзи.

Матеріал і товщина робочої стінки кристалізатора вибираються з урахуванням раптового припинення подачі води. Дана ситуація є аварійною. Щоб не допустити запису стінки кристалізатора в цій ситуації застосувала втамування мідну стінку з ребром жорсткості з боку теплоносія. У разі припинення подачі води, мідна стінка товщиною: 12-15 мм забезпечить тепловідвід від розплавленого шлаку і охолодження в режимі бульбашкового кипіння, що дозволить уникнути аварії на ділянці. Ребро жорсткості виключає викривлення мідної стінки при просуванні шлакової ванни і є додатковим тепловіддаючим елементом.

Напрямок руху теплоносія вхід - вниз, а вихід - вгору забезпечить видалення пара при виникненні даної аварійної ситуації.

При проектуванні кристалізатора, особлива увага приділялася ущільнюючим прокладкам. Прокладки повинні відповідати таким умовам:- висока гідроізоляційна здатність;

- пластичність;
- теплостійкість до 200 ° С.

Для забезпечення роботи системи охолодження кристалізатора в конвективному режимі необхідно виконання умови: величина питомого

теплого навантаження канал охолодження q_v , повинна бути менше або дорівнює тепловому потоку, при якому починається, кипіння $q_v \leq q_{н.к.}$.

Величину $q_{н.к.}$ визначали за формулою:

$$q_{н.к.} = \left[\frac{\xi_s * E}{8} Y_B W_B C_B \sqrt{\frac{2\tau_B * C_B * t}{\tau_{нар} * Y_B * \lambda_B} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{8}{\xi_s E} * \frac{\Delta t_H \tau_{нар} Y^{11} \lambda_H}{3_1 Y_B W_B C_B G_B T_{кин}}} \right)} \right], \quad (3.16)$$

$$\text{де } \xi_s = \frac{1}{(1,821g \text{ Res} - 1,64)^2};$$

$$E = \frac{1}{1 + \text{Res}^{-0,125} \left\{ (\text{Pr} - 1) + \ln \left[1 + \frac{S}{6} (\text{Pr} - 1) \right] \right\}};$$

μ_B, G_B, λ_B – в'язкість, поверхневий натяг і коефіцієнт теплопровідності рідини, при температурі насичення при даній температурі;

C_B – теплоємність рідини;

$\tau_{нар}$ – теплота паротворення;

Y_B^{11} – щільність пара;

$T_{кин}$ – Температура кипіння, К;

Pr – число Прандля при середній температурі води;

$\text{Res} = Y_B W_B d_{экв} / \mu_B$ – число Рейнольдса;

де $Y_B W_B$ – масова швидкість руху води в канавці;

$d_{экв}$ – еквівалентний діаметр каналу.

Середня температура води в кристалізаторі визначається за формулою:

$$t_B^{cp} = t_B^{BX} + \frac{\Delta t_B}{2}; \quad (3.17)$$

де t_B^{BX} – температура води на вході в кристалізатор.

Умови, необхідні для визначення довідкових величин отримуємо при розрахунку гідравлічної системи кристалізатора за загальними методиками розрахунку, описаної далі.

Величина q_B визначається при заданою схемою панелі по формулі:

$$q_B = q_{cm} \frac{F_m^{kp}}{F_{эф}} \quad (3.18)$$

де F_m^{kp} – площа поверхні сприймає тепло від шлакової ванни;

$F_{эф}$ – ефективна поверхня охолодження;

q_{cm} – теплове навантаження на стінки кристалізатора.

При прийнятій схемою перепаковки визначаємо за формулою:

$$q_{cm} = \frac{\theta_{gm} * g_m}{P_m^{kp}}, \quad (3.19)$$

де $g = 0,7$ – відносна величина втрат від рідкого шлаку до стінки кристалізатора;

θ_{gm} – кількість теплоти, що виділяється при перепаку.

$$\theta_{gm} = I_p U_p, \quad (3.20)$$

де I_p – робочий струм;

U_p – робоча напруга.

Гідравлічні розрахунок системи охолодження проводився за звичайною до конвективних теплообмінників методикою.

Гідравлічний розрахунок системи охолодження кристалізатора зводився до визначення втрат тиску по суті проходження води від входу з роздає колектора цехової магістралі до виходу в зливний пристрій. Загальне падіння тиску по тракту складається з втрат в окремих ділянках системи охолодження, які проводять і відвідних шлаках, вхідних і вихідних патрубках, вхідному і вихідному колекторах, каналів охолодження і опору

вільного зливу.

Так як в системі охолодження кристалізатора вільний злив, то тиск на сюжеті ділянці кристалізатора визначалося, як сума втрат напору у всіх елементах системи охолодження від розглянутих ділянок до вільного зливу і тиску атмосфери, т. Е.

$$P_{кр} = \sum_{i=1}^n \Delta P_i + P_{атм} \quad (3.21)$$

Сумарне гідравлічний опір будь-якого ділянки системи охолодження визначається за формулою:

$$\Delta P_{кр} = \xi_{сум} \frac{Y_B * V_B^2}{2_q}, \quad (3.22)$$

де $\xi_{сум} = \xi_{тр} + \sum_{i=1}^n \xi_{м.с},$

де $\xi_{тр}$ – лінійний опір трубопроводу;

$\xi_{м.с.}$ – місцевий опір.

При розрахунку опорі використовувалася загальна методика розрахунку. За даною методикою було виконано розрахунок системи охолодження кристалізатора для отримання заготовок експандера.

Мінімальний тиск води у прямому системи, що забезпечує охолодження кристалізатора повинно складати 25 МПа.

Проведення плавок при більш низькому тиску охолоджуючої рідини призведе до порушення охолодження кристалізатора в конвективному режимі і виникнення аварійної ситуації.

Результати теплового розрахунку кристалізатора наведені в таблиці ,3.2

Таблиця 3.2 - Параметри теплового розрахунку кристалізатора

Величина	Позначення	Одиниця виміру	Числове значення
Швидкість води в охолоджувальних каналах	V_B	м/с	2,57
Витрата води через систему охолодження	G_B	м³/с	0,0596
Температура води на вході в охолоджувальний каналі			30
Підігрів води в охолоджувальному каналі	Δt_B	°C	11,6
Середня температура води в охолоджувальному каналі		°C	35,8
Еквівалентний діаметр охолоджуючого каналу	$d_{\text{екв}}$	м	0,008
Коефіцієнт кінематичної в'язкості води в охолоджувальному каналі	ν_B	м²/см	$0,72 \cdot 10^6$
Число Рейнольдса при русі води в охолоджувальному каналі	Re	-	$2,85 \cdot 10^4$
Число Прандтля в охолоджувальному каналі	Pr	-	4,7
Число Нуссельта в охолоджувальному каналі	Nu	-	167
Коефіцієнт теплопровідності води в охолоджувальному каналі	λ_B	ккал/м·чх°C	0,54
Коефіцієнт тепловіддачі при русі води в охолоджувальному каналі	α_B	ккал/м·чх°C	$1,13 \cdot 10^4$
Середня температура поверхні охолоджуючого каналу		°C	67

З використанням даних розрахунку (табл. 3.2) були спроектовані кристалізатор (рис 3.1) та піддон (рис 3.2) для отримання заготовки експандера

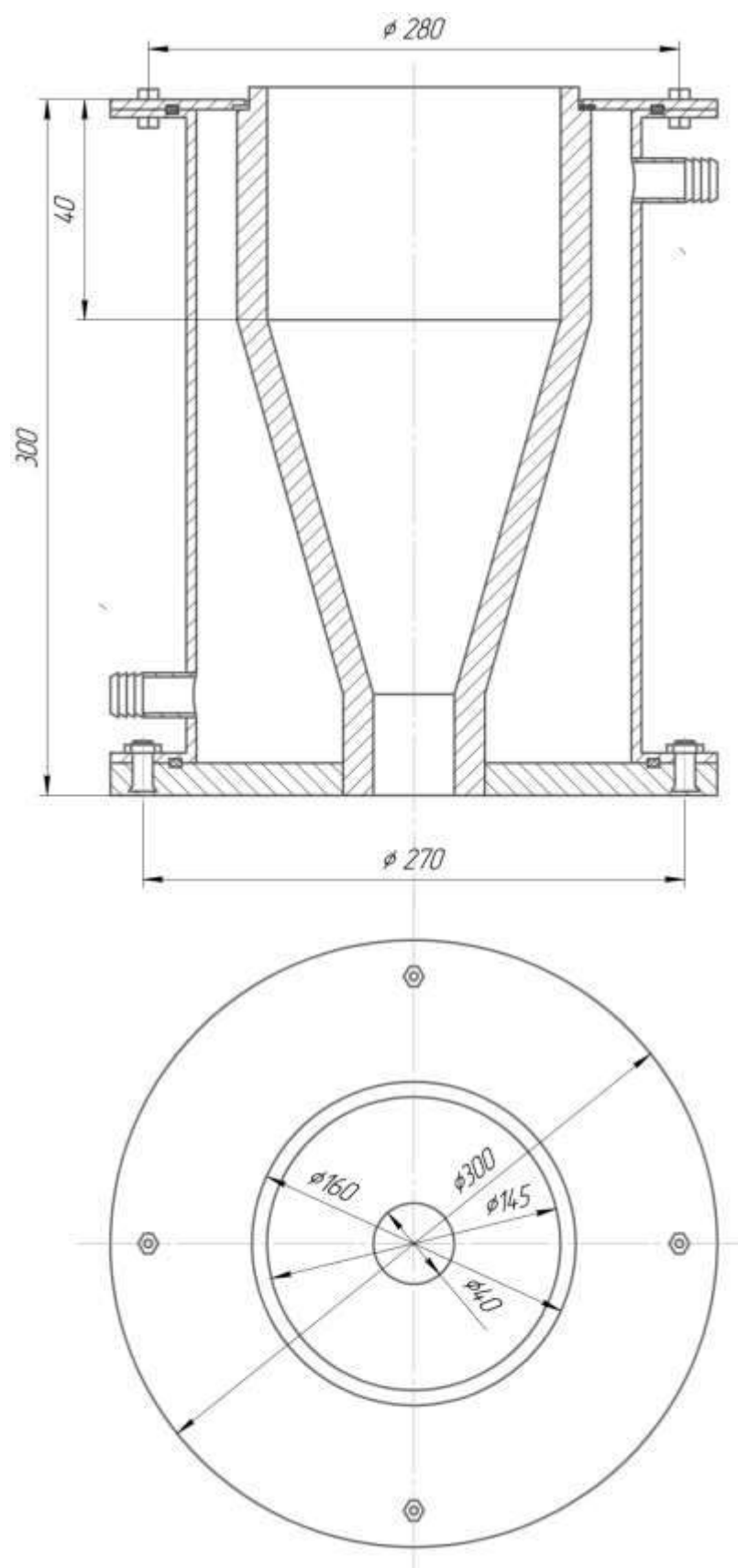


Рис. 3.1 – Кристалізатор

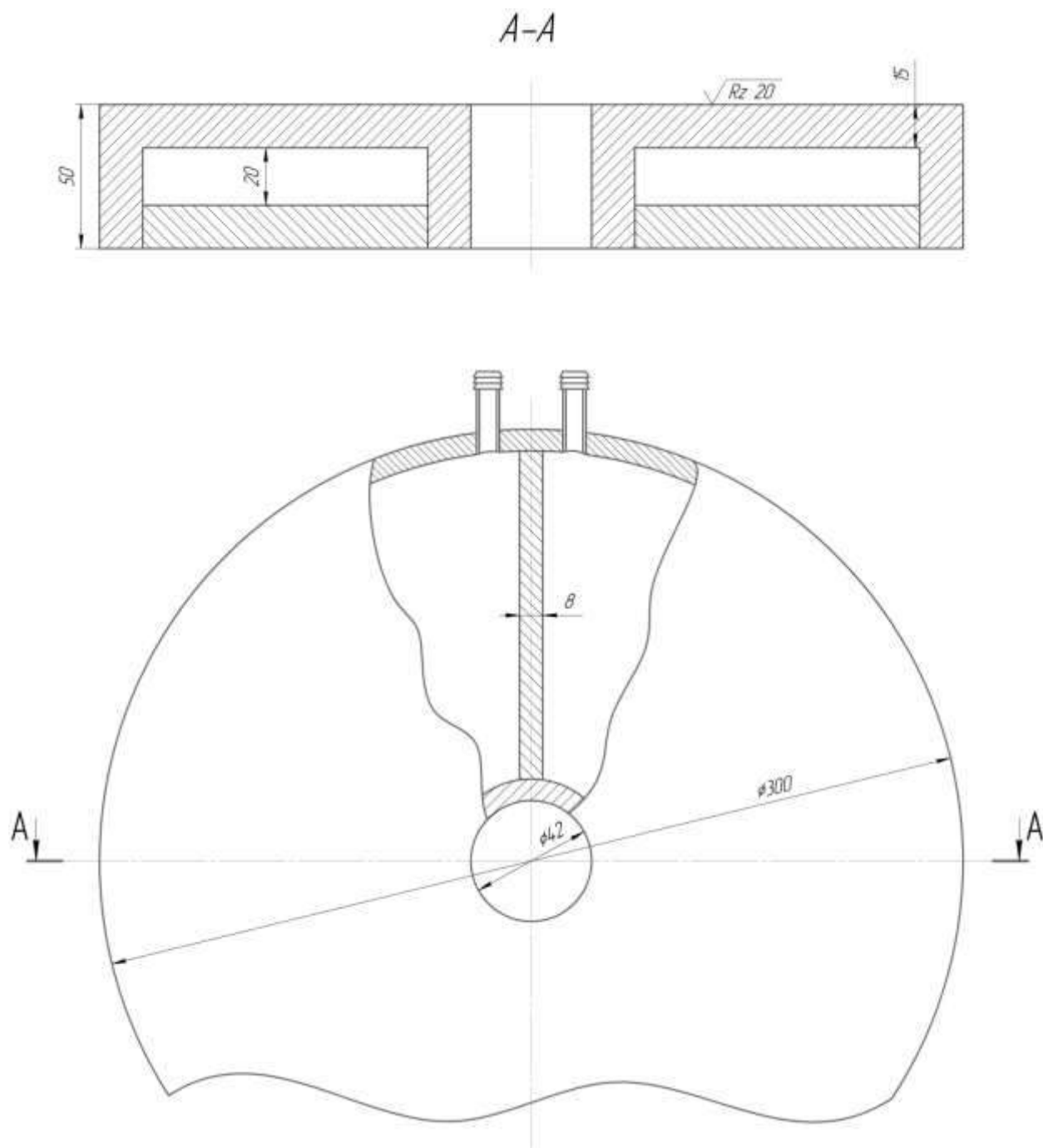


Рис. 3.2 – Піддон

3.3 Вибір обладнання

Для отримання заготовок експандера використовуємо ту ж саму електрошлакову установку, тільки замість модуля відцентрового лиття встановлюємо водоохолоджуванний мідний кристалізатор. Зовнішній вигляд промислового варіанту кристалізаторів наведено на рис 3.3.

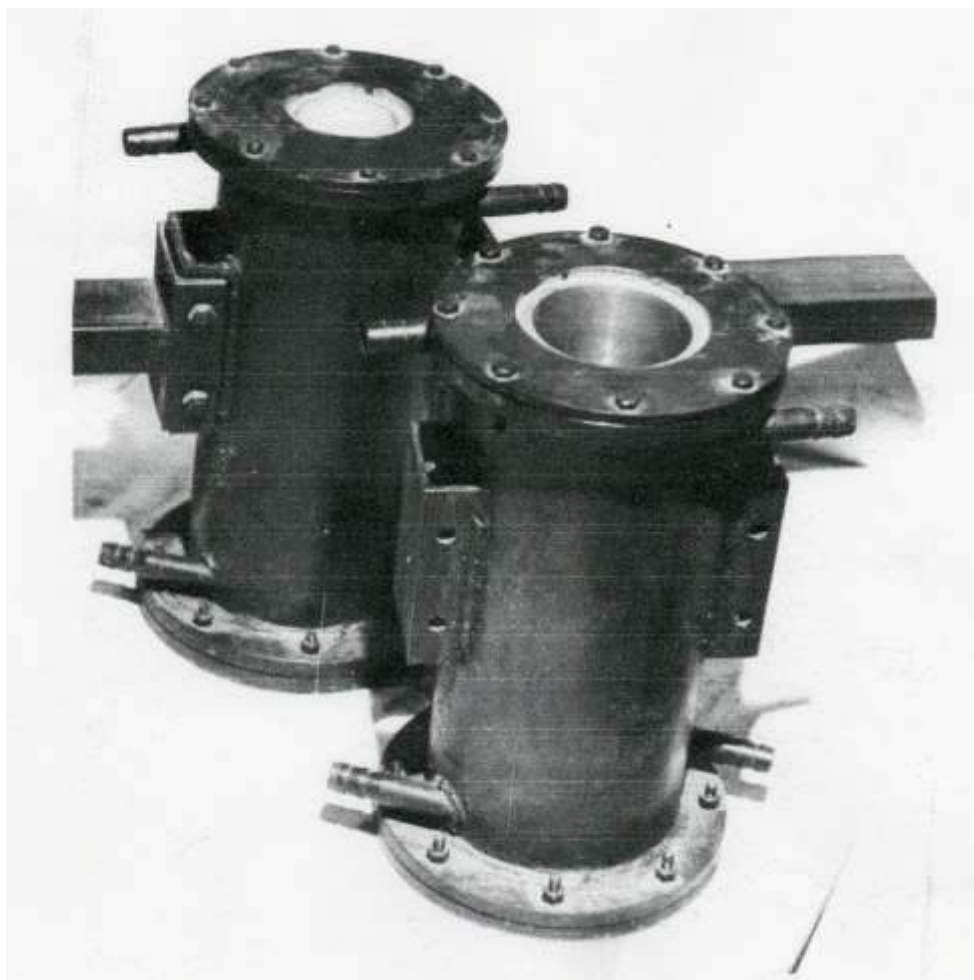


Рис. 3.3 – Водоохолоджуваний кристалізатор

Особливістю електрошлакового процесу виплавки експандера є різниця діаметрів експандера. Тому, для забезпечення стабільності процесу необхідно підсипати флюс. Для цього передбачено однокамерний шнековий дозатор типу ДШ–1,5 з максимальною витратою флюсу 1,5 кг.

3.4 Електрошлакове технологія

Після підготовки кристалізатора і шнекового дозатора для флюсу, в електродотримач встановлюємо електрод. Торець електроду повинен

упиратися в спіраль для розведення. Потім засипаємо флюс, вмикаємо воду для охолодження кристалізатора. Плавку починаємо твердим стартом. Після розплавлення флюсу встановлюємо робочі параметри плавки струму і напруги. По мірі наплавлення конічної частини експандера збільшуємо швидкість подачі електрода і додаємо флюс. При наплавленні циліндричної частини експандера параметри плавки зменшуються, а дозатор вимикають. Після закінчення плавки виробляють операцію виведення усадки.

4. ЯКІСТЬ МЕТАЛУ ЗАГОТОВОК КІЛЬЦЯ ТА ЕКСПАНДЕРА.

До основних характеристик якості металу відносяться наступні: Хімічний склад, вміст неметалевих включень і механічні властивості.

Хімічний склад заготовки кільця і заготовки експандера визначали за допомогою приладу Delta premium.

Отримані результати наведені в таблиці 4.1

Таблиця 4.1 – Хімічний склад заготівлі кільця та експандера отриманих з використанням електрошлакової технології

	Масова частка елементів, %								
	C	Si	Mn	Cr	W	Mo	V	S	P
Сталь 4Х5МФС ГОСТ 5950-2000	0.32	0.80	0.15	4.50	-	1.20	0.30	нб	нб
	0.40	1.20	0.40	5.50		1.59	0.50	0.030	0.030
Використовуємий електрод	0.38	1.1	0.35	5.3	-	1.5	0.48	0.029	0.027
Експандер*	0.35	0.95	0.30	4.9	-	1.5	0.45	0.015	0.017
Сталь 5Х3В3МФС ГОСТ 5950-2000	0.45	0.50	0.30	2.50	3.0	0.80	1.50	нб	нб
	0.52	0.80	0.60	3.20	3.60	1.10	1.80	0.030	0.030
Використовуємий електрод	0.50	0.75	0.60	3.1	3.5	1.0	1.65	0.025	0.029
Кільце **	0.48	0.60	0.50	3.0	3.5	0.95	1.50	0.025	0.028

* Спосіб отримання – ЕШП; флюс АНФ – 6;

** Спосіб отримання – ЕШЦКЛ; флюс АН – 29.

Як бачимо, вміст хімічних елементів у заготівлі кільця (сталь 5Х3В3МФС) і заготівлі експандера (сталь 4Х5МФС) повністю відповідає вимогам ГОСТ 5950-2000. Вигорання елементів (порівняння з матеріалами, що витрачаються електродами) характерний для електрошлакового процесу. Ступінь рафінування по сірі і фосфору становить для сталі 4Х5МФС близько 2-х раз, а для сталі 5Х3В3МФС порядку 1 разу. Це обумовлено більш

високим ступенем рафінування флюсу АНФ-6 в порівнянні з флюсом АН-29. Однак, вміст як сіри так і фосфору нижче, ніж вміст даних елементів згідно вимог ГОСТ.

Неметалеві включення істотно впливають на механічні властивості литого металу. Вміст неметалічних включень Дослідження забрудненості виливків неметалічними включеннями проводили по ГОСТ 1778-70. Методом "П" визначали вміст включень в об'ємних відсотках, кількість і розподіл включень по розмірним групам. На шліфах заміряли окулярмікрометром поперечний розмір включення і отриманий результат відносили до відповідної розмірну групу. Підраховували окремо оксидні, нітридні і сульфідні включення. Оцінку проводили при збільшенні 630 на трьохстах полях зору. Визначали площу зайняту включеннями, а потім вміст включень в об'ємних відсотках (V) за формулою (2.4)

$$V = \frac{f}{F} \cdot 100 \quad (4.1)$$

Результати дослідження представлені в таблиці 4.2

Таблиця 4.2 – Вміст неметалевих включень в заготовлях кільця та експандера отриманих з використанням електрошлакової технології

Об'єкт	Об'ємна частка, $\% \times 10^{-3}$			
	Оксиди	Сульфіди	Нітриди	Сума
Використовувемий електрод	2.50	3.7	1.0	7.20
Кільце	1.15	1.8	0.9	3.85
Використовувемий електрод	2.3	3.0	1.1	6.4
Експандер	1.10	1.14	0.9	3.4

Отримані дані, порівнювали з аналогічними параметрами представленими в роботах [] Вміст неметалевих включень в заготівлі експандера і заготівлі кільця знаходиться на рівні металу електрошлакової переплавки.

Механічні властивості литого металу заготовок експандера і кільця визначали згідно ГОСТ 1497-78 представлені в таблиці 4.3

Таблиця 4.3 – Механічні властивості заготовок кільця та експандера отриманих з використанням електрошлакової технології

Об'єкт	Механічні властивості					
	σ_B МПа	σ_T МПа	ψ , %	δ , %	$\frac{KCU}{\text{кДж/м}^2}$	HRC
Сталь 5Х3В3МФС ГОСТ 5950-2000	1650	1472	38	8	не менш 245	не менш 50
Кільце *	1640	1500	37	7	263	63
Сталь 4Х5МФС ГОСТ 5950-2000	1710	1570	54	12	не менш 480	не менш 50
Експандер **	1850	1660	55	14	510	55

* Загартування 1130 °С мастило Відпал 580 °С

** Загартування 1020 °С мастило Відпал 560 °С

З наведених даних випливає, що комплекс механічних властивостей, зокрема σ_T ; σ_B ; ψ ; δ ; KCU відповідає вимогам ГОСТ 1497-78.

Таким чином, застосування електрошлакової технології, забезпечує отримання високоякісних заготовок кільця і експандера (стали 5Х3В3МФС і 4Х5МФС) при економії матеріалів порядку 20-25%.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ЗВАРЮВАЛЬНОЇ ДІЛЬНИЦІ

5.1 Організація ділянки із отримання заготовок формоутворюючого трубного інструменту.

Одним із найважливіших завдань організації виробництва є забезпечення найменшої тривалості виробничого процесу, тобто циклу виготовлення продукції.

При нормуванні заготівельних робіт, робіт зі зварювання потрібно брати до уваги серійний характер виробництва, який впливає на структуру норми часу.

Норми часу на процес виготовлення зразків для випробувань зварювальних матеріалів представлені в табл. 5.1

Таблиця 5.1.1 – Технічне нормування операцій за новою технологією

Найменування операцій	Норма штучного часу, н/год
Термічна	1
Підготовка к плавленню	0,33
Підготовча	0,08
Виплавлення експандера	0,75
Витримка	0,25
Контроль	0,08
Норма часу на одиницю виробу	2,5

Таблиця 5.1.2 – Технічне нормування операцій за старою технологією

Найменування операцій	Норма штучного часу, н/год
Термічна	1,15
Підготовка к плавленню	0,4
Підготовча	0,09
Виплавлення експандера	0,86
Витримка	0,29
Контроль	0,09
Норма часу на одиницю виробу	2,88

5.2 Виробнича програма і її матеріальне забезпечення

Основою для розрахунку ділянки з виготовлення зразків для випробувань зварювальних матеріалів є виробнича програма в штуках.

У данному дипломному проекті приймаємо виробничу програму з виготовлення зразків для випробувань зварювальних матеріалів рівною 2000 зразків. (див. табл. 5.2.1.)

Таблиця 5.2.1 – Виробнича програма зразків за рік

Найменування виробу	Норма часу на виріб , н/год	Виробнича програма	
		штук	н/год
Експандер	2,5	2000	5000

Таблиця 5.2.2 - Розрахунок потреби в матеріалах, і їх вартість

Найменування матеріалу	Норма витрати		Ціна за 1 кг матеріалу, грн	Вартість на програму, грн
	На виріб, кг	На програму, кг		
Електрод	0,5	1250	38	47500
Флюс АНФ-6	60	1500 00	0,03	4500
Всього	60,5	151250	38,03	52000

Транспортні витрати складають 10% від вартості виробів –5200грн.

Балансова вартість матеріалів з урахуванням транспортних витрат:

$$52000 + 5200 = 57200 \text{ грн}$$

5.3 Розрахунок кількості обладнання та площі ділянки

На даній виробничій ділянці однозмінний режим роботи при п'ятиденному робочому тижні – 40 годин. Тривалість робочої зміни 8 годин.

Номінальний фонд часу роботи обладнання для однозмінного режиму роботи прийнятий 2000 годин.

Ефективний (дійсний) фонд часу роботи обладнання за рік визначається за формулою:

$$F_{\text{еф}}^{\text{об}} = F_{\text{ном}} \cdot (1 - K_{\text{в}}) = 2000 \cdot (1 - 0,07) = 1860 \text{ год} \quad (5.1)$$

де $F_{\text{ном}}$ – номінальний фонд часу роботи устаткування;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт витрат часу на ремонт та обслуговування обладнання,

$$K_B = 0,07.$$

До складу основних фондів ділянки входять устаткування, будівлі, цінний інструмент і пристосування.

Розрахунок кількості одиниць устаткування певного типу робиться по формулі:

$$C_{pi} = \frac{\sum_{i=1}^m t_i N_i}{F_{\text{эф.}}^{\text{об}}} \quad (5.2)$$

де m – кількість видів робіт;

t_i – норма часу i -ої операції, год;

N_i – річна програма i -го виробу, шт;

$F_{\text{эф.}}^{\text{об}}$ - ефективний фонд роботи устаткування за рік, год.

- розрахунок кількості обладнання для відрізної, операції:

$$C_P = \frac{0.39 \cdot 750}{1860} = 0.36 \text{ од};$$

Коефіцієнт завантаження устаткування $K_{\text{зав.}} = 0,36/1=0,36$

для шліфувальної операції:

$$C_P = \frac{0.45 \cdot 750}{1860} = 0,28 \text{ од};$$

Коефіцієнт завантаження устаткування $K_{\text{зав.}} = 0,28/1=0,28$

для складальної операції:

$$C_P = \frac{0.26 \cdot 750}{1860} = 0,1 \text{ од};$$

Коефіцієнт завантаження устаткування $K_{зав.} = 0,1/1=0,1$

Таблиця 5.3.1 – Розрахунок кількості устаткування, його вартості і потужності

Устаткування	Кількість устаткування, шт		Коефіцієнт завантаження K_z	Ціна устаткування за преysкурantom грн		Потужність двигунів кВт/год
1	2	3	4	5	6	7
Набір устаткування для контролю твердості		1	0,36	2000	2000	-
Газовий різак		1	0,36	4700	4700	3
ЭШП-0.25		3	0,91	25000	25000	18
Электропич СНОЛ-2.5		1	0,26	7000	7000	3
Кран -балка	1	1	1	20000	20000	10
Всього		5		58700	58700	

для зварювальної операції:

$$C_p = \frac{0,08 \cdot 2500}{1860} = 0,11 \text{ год};$$

Коефіцієнт завантаження устаткування $K_{зав.} = 0,11/1=0,11$

для вимірювання твердості приймаємо 1 обладнання.

Транспортні витрати складають 10% від вартості устаткування –
16590 грн

Балансова вартість устаткування з урахуванням транспортних витрат:

$$Q_{\text{обор}} = 58700 + 5870 = 64570 \text{ грн}$$

Балансова вартість цінного інструменту складає 3 % балансовій вартості устаткування:

$$Q_{\text{инстр}} = 64570 \cdot 0.03 = 1937.1 \text{ грн}$$

Балансова вартість виробничого інвентаря приймаємо 2 % від вартості устаткування, а господарського 110 грн на одного робітника і 165 грн на одного ІТР.

$$Q_{\text{инв}} = 64570 \cdot 0.02 + 2200 = 3491.4 \text{ грн}$$

де 2200 - вартість господарського інвентаря, грн

Площа ділянки $18 \times 12 = 216 \text{ м}^2$ вартість будівлі 216000 грн.

Таблиця 5.3.2 – Основні фонди ділянки їх структура і амортизаційні відрахування

Групи основних фондів	Балансова вартість, грн	Структура, %	Термін експлуатації (роки)	Річні амортизаційні відрахування, грн
Будівлі	216000	65,16	45	4800
Споруди	5400	1,76	30	180
Устаткування	64570	19,40	15	4304,6
Інструмент	1937	8,78	5	387,4
Інвентар	3491,4	10,90	3	1163,8
Загалом	291398,4	100		29139,8

5.4 Розрахунок кількості персоналу ділянки

Чисельність основних працівників на нормованих роботах ділянки по кожній професії визначається по формулі:

$$Ro = \frac{\sum_{i=1}^m t_i N_i}{F_{\phi}^p K_{BH}}, \quad (5.3)$$

де m – кількість видів робіт;

t_i – норма часу i -ой операції, год;

N_i – річна програма i -го виробу шт;

$K_{BH} = 1,05$ – коефіцієнт виконання норм вироблення;

F_{ϕ}^p - ефективний фонд роботи робітника в рік визначається по формулі

$$F_{\phi}^p = F_{ном} (1 - h) \text{ ч,}$$

$$F_{\phi}^p = 1860 \text{ год}$$

Розрахунок кількості працівників:

- кількість робітників навідрізню операцію :

$$Ro = \frac{\sum_{i=1}^m t_i N_i}{F_{\phi}^p K_{BH}} = \frac{1,86 \cdot 2500}{1860 \cdot 1,05} = 2,4 \text{ чол}$$

- кількість робітників на складальну операцію:

$$Ro = \frac{\sum_{i=1}^m t_i N_i}{F_o^p K_{BH}} = \frac{0,9 \cdot 2500}{1860 \cdot 1,05} = 1,2 \text{ чол}$$

- кількість робітників на зачисну та операцію:

$$Ro = \frac{\sum_{i=1}^m t_i N_i}{F_o^p K_{BH}} = \frac{0,15 \cdot 2500}{1860 \cdot 1,05} = 0,2 \text{ чол}$$

- кількість робітників на зварювальну операцію :

$$Ro = \frac{\sum_{i=1}^m t_i N_i}{F_o^p K_{BH}} = \frac{0,08 \cdot 2500}{1860 \cdot 1,05} = 0,1 \text{ чол}$$

- кількість робітників на контрольну операцію по замірюванню твердості:

$$Ro = \frac{\sum_{i=1}^m t_i N_i}{F_o^p K_{BH}} = \frac{0,1 \cdot 2500}{1860 \cdot 1,05} = 0,13 \text{ чол}$$

На підставі розрахунків можна зазначити, що робітники за вище зазначеними операціями є не завантаженими в повному обсязі. Це відповідає сучасній ситуації багатьох підприємств. Тому було б доцільно використовувати сумісництво операцій.

Чисельність допоміжних робітників визначається по нормах обслуговування і по робочих місцях. Для ділянки необхідно: 2 наладчики, 2 електрик-ремонтники Але в нашому випадку приймаємо 1 зварника, 2 слюсара. та 1 та контролера.

Визначення потреби в ІТР робиться на підставі структури управління : 1 інженер-технолог, 2 майстри.

Для забезпечення належного протікання технологічного процесу

зварювання потрібно робітників відповідних кваліфікацій.

Загальна чисельність персоналу приведена в таблиці 5.4.1

Таблиця 5.4.1 - Загальна чисельність персоналу

Професія	Форма оплати праці	Кількість працівників, чол	по розрядах		по змінах	
			4	5		
Основні: Зварник Слюсар Контролер	Відрядно- преміальна	1 2 1	1 1	 1 1	1 6 3	
Разом		4	2	2		
Допоміжні: Наладчик Електрик	Почасово- преміальна	1				
Разом		5	2			
ІТР: Технолог Майстер	Штатно- окладна	1 1				
Всього		7				

5.5 Фонд оплати праці

Сума заробітної плати, яка виплачується працівникам підприємства, утворює фонд заробітної плати. Фонд заробітної плати розраховується згідно з прийнятими формами і системами оплати праці. Цей показник

розраховується окремо по кожній групі працівникам, і в цілому по ділянці.

Річний фонд зарплати складається з тарифного фонду доплат, і премій.

Тарифний фонд заробітної плати основних працівників - відрядників розраховується по формулі:

$$Z_{\text{відрядників}} = N_i \sum_{i=1}^n P_i, \quad (5.4)$$

де N_i - річна виробнича програма, шт;

n – кількість операцій технологічного процесу;

P_i – розцінка на операцію розраховується по формулі:

$$P_i = c_i \cdot t_i, \quad (5.5)$$

де c_i – годинна тарифна ставка відповідного розряду, грн;

t_i – норма часу на операцію, год;

Розрахунок розцінок зведений в таблиці 5.5.1

Таблиця 5.5.1 – Розрахунок розцінок за операціями

Операція	Норма часу, год	Розряд	Годинна тарифна ставка, грн.	Розцінка, грн.
Слюсар	1,86	5	45	46,5
Шліфувальник	0,9	5	45	23,4
Зварник	0,08	4	55	2,24
Слюсар	0,15	5	40	3.75
контролер	0,10	3	35	0,3
Всього	4,04			72,45

Тарифний фонд заробітної плати основних працівників складає:

$$З_{\text{сд.}} = 72,45 \cdot 2500 = 181125 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна основних робітників, премії з фонду зарплати 60 %

$$З_{\text{доп}} = 181125 \cdot 0,6 = 108675 \text{ грн.}$$

Премії з прибутку 15% від фонду зарплати

$$З_{\text{прем}} = 289800 \cdot 0,15 = 43470 \text{ грн.}$$

Річний фонд заробітної плати основних робітників.

$$З_{\text{год}} = 108675 + 181125 + 43470 = 333270 \text{ грн.}$$

Тарифний фонд заробітної плати допоміжних працівників –
погодинників визначається по формулі:

$$З_{\text{всп}} = C_1 \cdot K_{\text{тар.ср.}} \cdot F_{\text{эф.}}^p \cdot R_{\text{вспом}} \quad (5.6)$$

де C_1 – годинна тарифна ставка першого розряду, грн;

$R_{\text{вспом}}$ – чисельність допоміжних працівників, чол;

$K_{\text{тар.ср.}}$ – середній тарифний коефіцієнт.

$$K_{\text{тар.ср.}} = \frac{\sum_{i=1}^m k_i R_i}{R_{\text{вспом}}}, \quad (5.7)$$

де m – количество разрядов вспомогательных работников, чол;

k_i – тарифный коэффициент i -ого разряд;

R_i – кількість допоміжних працівників i -ого розряду;

$R_{\text{вспом}}$ – кількість допоміжних робітників i -ого розряду.

$$K_{\text{тар.ср.}} = \frac{1,7 \cdot 2 + 1,5 \cdot 2 + 2 \cdot 1,7}{6} = 1,63$$

$$З_{\text{всп}} = 10,5 \cdot 1,63 \cdot 1860 \cdot = 31833,9 \text{ грн.}$$

Заплановані доплати і премії – 50 % від тарифного фонду:

$$31833,9 \cdot 0,5 = 15916,95 \text{ грн}$$

Премії з прибутку: $47750,85 \cdot 0,15 = 7162,6275 \text{ грн.}$

Річний фонд заробітної плати допоміжних працівників складає:

$$31833,9 + 15916,95 + 7162,6275 = 54913,4775 \text{ грн.}$$

Розрахунок фондів заробітної плати керівників і фахівців приведена в

таблиці 5.5.2, а також звітна відомість фонду заробітної плати усіх категорій працюючих, чисельність працівників і їх середня зарплата.

Таблиця 5.5.2 - Розрахунок фондів заробітної плати ІТР

Посада	Чисельність, чол	Місячний оклад, грн	Сума місячних окладів, грн	Річний фонд, грн
Майстер	1	7600	7600	91200
Технолог	1	5600	5600	67200
Всього	3	-	8200	158400

Таблиця 5.5.3. – Звітна відомість оплати праці

Категорія персоналу	Чисельність, чол	Фонд зарплати, грн.			Серед. міс. зарплата грн.	Відрахуванн я на соц. страхування, грн
		Основні тарифікації	Додаткові	Річний фонд		
Основ. вироб. робітн и-ки		181125	108675	289800	6037,5	63756
Допомі -жні		10100,4	60602,4	70702,4	5891,8	15554,528
Керівн ик ІТР		-----	-----	158400	6600	34848
Всього				518902,4		113404,8

5.6. Розрахунок собівартості робіт

Собівартість продукції річного випуску визначається усіма витратами ділянки протягом року по наступних статтях прямих і непрямих витрат.

А. Прямі витрати:

Стаття 1

Основні і допоміжні матеріали - 52000 грн;

Стаття 2

Тарифна заробітна плата основних працівників –144900грн;

Стаття 3

Доплати, допоміжна зарплата, премії –28,98грн;

Стаття 4

Нарахування на соціальне страхування –22,31грн;

Стаття 5

Паливо і енергія на технологічні цілі

$$З_{\text{ен.}} = C \cdot W \cdot t_{\text{шт.}} \cdot N = 2,17 \cdot 2,5 = 5,42 \text{ грн.}$$

Б. Непрямі витрати:

- витрати на зміст і експлуатацію устаткування - 289,80 грн

- загальновиробничі витрати - 362,25 грн

Таблиця 5.6 – Калькуляція собівартості електрошлакової виплавки

	Найменування статей витрат	Витрати, грн		
		на програм у	на одини-цю, за новою технол огією	на одини-цю, за старою технологією
	Допоміжні і основні матеріали	52000	26	60,8
	Тарифна заробітна плата основних працівників	144900	72,45	102,5
	Доплати, додаткова заробітна плата, премії основних працівників	57960	28,98	61,2
	Нарахування на заробітну плату	44620	22,31	36,014
	Витрати на утримання і експлуатацію устаткування	579600	289,8	408
	Загальновиробничі витрати	724500	362,25	510
	Електроенергія на технологічні цілі	21080	10,54	10,54
	Всього загальновиробнича собівартість	1624660	812,33	1189,05

Відносні показники рахуємо по таких формулах:

Фондовіддача:

$$\Phi_{\text{отд}} = \frac{C_{\text{п}} - C_{\text{м.п.}}}{\Phi_{\text{осн.}}} \quad (5.8)$$

де $C_{\text{п}}$ - повна собівартість продукції за рік;

См.п.- вартість напівфабрикатів і матеріалів

Фосн.- вартість основних фондів.

$$\Phi_{\text{отд}} = \frac{1054605 - 52000}{415214,5} = 2,41$$

Продуктивність роботи одного працівника:

$$\Theta = \frac{C_n - C_{м.п.}}{\sum K} \quad (5.9)$$

де $\sum K$ - кількість робітників.

$$\Theta = 1002605 / 5 = 143229,2857142857 \text{ грн/чол.}$$

Фондомісткість:

$$\Phi_{\text{ем}} = \frac{\Phi_{\text{осн.}}}{C_n - C_{м.п.}} \quad (5.10)$$

$$\Phi_{\text{ем}} = \frac{415214,5}{1002605} = 4,14 \text{ грн.}$$

Визначення економічного ефекту від впровадження нової технології зварювання стінки бака трансформатора ТММ 2500

Критерієм економічної ефективності рішень, що приймаються, є приведені витрати. Економічно-ефективним виступає той варіант, по якому приведені витрати будуть найменшими.

Для зниження собівартості продукції потрібно:

- Підвищувати технічний рівень виробництва: застосовуючи нову техніку і технології, механізацію і автоматизацію виробничих процесів,

удосконалювати техніку і технології, які використовуються на виробництві.

- Покращувати організацію виробництва і праці: розвиваючи спеціалізацію виробництва, покращувати матеріально-технічне постачання і використання матеріальних ресурсів, скорочувати транспортні затрати.

- Змінювати об'єм і структуру продукції: відносно зменшення умовно-постійних затрат і амортизаційних відрахувань в результаті росту об'єму виробництва, зміна структури продукції, підвищення її якості.

Для зниження собівартості зварювальних робіт потрібно:

- Підвищувати технічний рівень виробництва: застосовуючи нову техніку і технології, механізацію і автоматизацію виробничих процесів, удосконалювати техніку і технології, які використовуються на виробництві.

- Покращувати організацію виробництва і праці: розвиваючи спеціалізацію виробництва, покращувати матеріально-технічне постачання і використання матеріальних ресурсів, скорочувати транспортні затрати.

- Змінювати об'єм і структуру продукції: відносно зменшення умовно-постійних затрат і амортизаційних відрахувань в результаті росту об'єму виробництва, зміна структури продукції, підвищення її якості.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі надані основні заходи з охорони праці, при технології електрошлаковій виплавці злитків.

6.1 Аналіз потенційних небезпек

а) Можливість поразки електричним струмом. Основними причинами поразок можуть бути не виконання правил електробезпеки, не використання індивідуальних засобів захисту, відсутність захисного заземлення, частково оголені дроти, неізольовані скрутки, пробій ізоляції.

б) Незадовільна організація робочого місця може бути пов'язано з недостатнім урахуванням вимог ергономіки, включаючи нераціональним розміщенням технологічного обладнання і заграмаженностью робочої зони. Можливість отримати механічних травм в разі порушень правил з охорони праці, не використання індивідуальних засобів захисту.

в) Незадовільна професійна підготовка працівників, причиною якої можуть бути незадовільна підготовка фахівців та відсутність перевірки знань, які можуть призвести до випадків травматизму чи професійних захворювань.

г) Можливість отримати термічні опіки при розігріву флюсу в муфельній печі в результаті випадкового дотику нагрітих поверхонь обладнання, деталей або заготовок.

г) Небезпеки, які пов'язані з налаштування дослідницького обладнання, зокрема, отримання механічних травм при установці разходуемого електроду.

д) Небезпеки які показані, з попереднім нагрівом електроду та безпосередньо процесу електрошлаковій виплавці, зокрема потужне

ультрофіолетове випромінювання, інтенсивне виділення тепла.

е) Небезпеки, які пов'язані з отриманням механічних травм та хімічних опіків при травленні макроструктури, підготовці поверхні зливка.

є) Незадовільні параметри мікроклімату внаслідок неефективної роботи систем опалення та повітрообміну.

ж) Можливість загорянь причинами яких є порушення правил пожежної безпеки, витік горючих робочих газів, коротке замикання.

з) Неправильні дії персоналу в умовах надзвичайних ситуацій різного характеру, причинами яких є непідготовленість персоналу до дій в умовах НС, низька ефективність управління в цих умовах, що може призвести до тяжких травм або летального результату.

6.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки

а) Для виключення випадків ураження електричним струмом передбачені:

Електрообладнання зварювальних ділянок, ділянок нанесення наплавлень, ділянок електрошлакової переплавки і т.д., повинні відповідати вимогам НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів», ДСНіП 3.3.6.096-2002 «Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів »і ін. чинним нормативним актам.

Експлуатацію та ремонт електроустановок повинні проводити спеціально навчений персонал (вимоги до персоналу повинні відповідати НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів »).

Для кожної електроустановки повинні бути зроблені експлуатаційні схеми нормального та аварійного роботи. В електричних схемах повинні

бути передбачені захисні електроприймачі від перевантажень і коротких замикань.

Електричне обладнання повинні бути заземлені відповідно до ПУЕ-2009.

Всі неізольовані струмопровідні елементи електрообладнання повинно бути надійно огорожено суцільними огорожами, зняття або відкриття яких можливо тільки за допомогою спеціальних пристроїв. Друге рішення - розташування на недоступній висоті (більш ніж на 3 м). Умови роботи на ділянках зварювальних і наплавочних робіт характеризується підвищеною запиленістю через генерації аерозолів при роботі зварювального устаткування або наплавочного. У цих умовах електрообладнання повинно використовуватися в пилозахисні виконанні.

При виконанні робіт, що стосуються можливості ураження електричним струмом, необхідно використовувати індивідуальні засоби захисту відповідно до НПАОП 24,9-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів», НПАОП 40.1-1.01.97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок». Наприклад: діелектричні килимки та ін.

Проводка для трансформаторів може бути тимчасовою і постійною, але на всій її протяжності вона повинні бути піднята на висоту, яка забезпечує недосяжність (> 3 м). Спуск проводів виконується по колонах для виключення механічних пошкоджень, застосовують шланговий провід.

Зварювальні дроти повинні бути гнучкими, з легкої і міцної ізоляцією.

Включення джерел живлення зварювального поста здійснюється тільки через рубильник.

б) Організація робочих місць та робочих зон в приміщеннях дослідницьких лабораторій зварювального виробництва.

На робочому місці Електрошлакового наплавлення в залежності від розмірів заготовок і деталей, характер виробництва можуть бути організовані в спеціальних кабінах або безпосередньо у автоматів по (ЕШН).

На робочому місці наплавщика обладнують з урахуванням таких вимог.

Виконання зносостійких або ущільнювачів наплавлень виконуються на окремих ділянках, де знаходиться обладнання для виконання технологічного процесу. Специфікою цих ділянок є особливою небезпека практично всіх компонентів комплексу технологічного обладнання.

Виходячи з того факту, що для отримання зносостійкого шару на поверхні деталей, спеціальні вимоги пред'являються до розміщення обладнання, можливість постійно контролювати стан обладнання і комунікацій, забезпечення захисту працівників на ділянках і працюють на сумісних виробничих ділянках від шкідливого впливу санітарно-гігієнічного характеру (в основному це дуже високий рівень шуму).

Структуру ділянки наплавлень, в загальному вигляді, можна представити в наступному вигляді: обладнання, майданчики для зберігання і підготовки газів, комунікацій для постачання газу, води і повітря, камери для металізації, обладнання для контролю якості.

Розташування технологічного обладнання повинно забезпечувати його безпечну експлуатацію, зручне обслуговування і ремонт. Повинні бути передбачені зони обслуговування (для постійних робочих місць довжина зони $\geq 1,5$ м, ширина ≥ 1 м. Для ремонтних робочих місць довжина зони $\geq 1,5$ м, ширина $\geq 0,8$ м) висота зони обслуговування (від настилу до конструктивних елементів ≥ 2 м).

Робочі місця зварників і наплавщиків повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.061 -81 «ССБТ. Оборудование производственное. Загальні вимоги безпеки до робочих місць », ГОСТ 12.2.033 - 78« ССБТ. Робоче місце при виконанні робіт сидячи. Громад ергономічні вимоги », ГОСТ 12.2.032-84« ССБТ. Робоче місце при виконанні робіт стоячи. Загальні ергономічні вимоги ».

Головною ідеєю стандартів є положення про, «Конструктивні та ергономічні особливості робочого місця повинні забезпечувати безперешкодне і зручне виконання всіх робочих операцій». Кольорове рішення технологічного обладнання повинно відповідати вимогам ГОСТ

12.4.026-76 «Кольори сигнальні і знаки безпеки».

в) Для виключення негативних наслідків, які пов'язані з незадовільною професійною підготовкою фахівців, в проекті передбачені наступні заходи: допуск до роботи людей не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, навчання за фахом, окреме навчання з електробезпеки, атестацію на відповідну групу з електробезпеки, відповідно НПАОП 0.00.-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці»

г) Для виключення термічних опіків передбачено використання індивідуальних засобів захисту, зокрема, рукавиці брезентові ГОСТ 12.4.010-75 ССБТ «Засоби індивідуального захисту. Рукавиці спеціальні. Технічні умови », костюми захисні від підвищених температур по ГОСТ 12.4.045-78, спеціальної шкіряним взуттям по ГОСТ 12.4.032-77« Взуття спеціальне шкіряне для захисту від підвищених температур. Технічні умови".

г) Заходи безпеки при налаштуванні інсталяції ЕШП в більшій частині стосується безпеки при використанні тельферу. Електротельфер необхідно використовувати у короткочасному крановому режимі. Частота включення не повинна перевищувати 120 разів за годину, відносна продовженість включення не більше 25 %. При горизонтальному переміщенні вантажу електротельфером необхідно пам'ятати, що таль не має гальм і може мати пробіг до 0,5м. Місце роботи електроталі повинно бути добре освітлене і звільнене від сторонніх предметів. Згідно Правил Держнаглядохоронпраці не дозволяється переміщувати вантаж над працівниками, знаходитись під піднятим вантажем або на близькій відстані від нього, бо можливе травмування працівників. Забороняється підіймати вантаж, вага якого перевищує вантажопідйомність механізму. До початку підйому вантажу необхідно переконатися, що він нічим не утримується і на ньому немає ніяких сторонніх предметів. Знімати стропи з гаку лише після переконання у надійності його встановлення або укладки.

Не дозволяється: передавати управління вантажопідйомними

механізмами особами, які не пройшли відповідної підготовки; підіймати вантаж, вага якого невідома; використовувати неінвентарні вантажозахватні пристосування.

Вимоги безпеки після закінчення використання підйомних засобів

Відключити подачу електроструму на пульт управління. Закрити електрощит, електротельфер. кран-балку перемістити, щоб вона не заважала виконувати інші роботи.

д) Для захисту від негативного впливу інтенсивного теплового випромінювання при переплаві, передбачено використання індивідуального захисту, зокрема спец одяг ДСТУ ISO 17493:2018 «Одяг і засоби захисту від високих температур».

е) Правила з охорони праці при роботі з відрізними станками визначаються НПАОП 28.52-1.22-64 «Правила и нормы безопасной работы с абразивным инструментом». Особливу увагу слід приділяти якості і цілісності відрізних кругів. Одним з найважливіших засобів захисту є використання індивідуальних захисних засобів згідно з ГОСТ 12.4.103-83 «Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация»:

-Брезентові захисні костюми – ССБТ Одежда специальная для защиты от повышенных температур теплового излучения, конвективной теплоты. Общие технические требования;

- щитки захисні – ГОСТ 12.4.023-84 «Щитки защитные лицевые»
- рукавиці брезентові – ГОСТ 12.4.010-75 «ССБТ Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия».

Для запобігання хімічним опікам використовуються індивідуальні засоби захисту:

- окуляри захисні згідно ГОСТ 12.4.001-80 «ССБТ. Очки защитные.»;
- фартухи захисні гумові згідно з ГОСТ 12.4.029-76 «Фартуки специальные. Технические условия»;

Для уникнення хімічних опіків передбачено:

- зберігання кислот у місцях, де можливе їх стикання з деревиною та іншими речовинами органічного походження;
- під час зберігання азотної та сірчаної кислот треба вжити заходів до недопущення стикання їх з деревиною та іншими речовинами органічного походження. Концентровану азотну кислоту не дозволяється розливати у скляні сулії.
- Мати поблизу нейтралізуючі речовини, аптечку, джерело проточної води.

6.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.

є) Для нормалізації параметрів повітряного середовища в проекті передбачено: пристрій технічних систем, які повинні забезпечувати параметри повітряного середовища відповідно до норм, які вказані в таблиці 8.1, згідно СНиП 23-01-99 «Будівельна кліматологія»

Таблиця 6.1 – Оптимальні фізичні параметри навколишнього середовища цеху.

Період року	Температура, °C	Відносна вологість %	Швидкість, м/с
Холодний	18-22	40-60	0,1 – 0,3
Теплий	20-23	40-60	0,1-0,4

У теплий період року для зниження температури повітря в робочому просторі необхідно використовувати природну вентиляцію, або загальнообмінну припливну витяжну вентиляцію відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартів безпеки праці. Загальні санітарно-

гігієнічні вимоги до повітря робочої зони ». У холодний період року використовуються системи водяного опалення відповідно до СНиП 2.04.05-91 "Отопление, вентиляция и кондиционирование».

Розрахунок продуктивності природної вентиляції (приплив або витяжка повітря):

$$L = k \cdot V_n, \text{ м}^3/\text{год} \quad (6.1)$$

де k – кратність повітрообміну (відповідно до галузевих норм кратність повітрообміну в цеху становить $k=2$);

V_n – об'єм приміщення, м^3 .

$$V_n = 216 \cdot 8 = 1728 \text{ м}^3$$

$$L = 2 \cdot 1728 = 3456 \text{ м}^3/\text{год}$$

6.4 Заходи з пожежної безпеки.

ж) заходи з пожежної безпеки розробляється відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги», передбачити шляхи евакуації працівників на випадок пожежі (переходи, евакуаційні виходи). Указати максимальне видалення від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу згідно п. 2.29 (табл. 2) СНиП 2.09.02-85* «Производственные здания».

Показати відповідність обладнання, силових і освітлювальних мереж об'єкту (дослідницької лабораторії, конструкторського бюро, офісу, дільниці, підстанції, цеху, тощо), вимогам пожежної безпеки, згідно вимог НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок.

Електрообладнання спеціальних установок».

Показати наявність засобів виявлення загорянь і пожеж згідно вимог ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту»:

- автоматичних сигналізаторів про пожежу;
- системи пожежної сигналізації;

З огляду на пожежну небезпеку виробництва, передбачити систему пожежного водопостачання або автоматичного пожежогасіння та первинні засоби пожежогасіння (вогнегасники різних видів) відповідно до вимог «Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників»

6.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Безпека у надзвичайних ситуаціях – це стан захищеності населення, об'єктів економіки та довкілля від небезпеки у надзвичайних ситуаціях.

Надзвичайна ситуація техногенного та природного характеру – порушення нормальних умов життя та діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті, спричинене аварією, катастрофою, стихійним лихом чи іншою небезпечною подією, зокрема епідемією, епізоотією, епіфітотією, пожежею, яке призвело (може призвести) до неможливості проживання населення на території чи об'єкті, ведення там господарської діяльності, загибелі людей та значних матеріальних втрат.

Захист населення і територій від НС техногенного та природного характеру – система організаційних, технічних, медико-біологічних, фінансово-економічних та інших заходів щодо запобігання та реагування на НС техногенного та природного характеру і ліквідації їх наслідків, що реалізуються центральними і місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, відповідними силами та засобами підприємств, установ та організацій, незалежно від форм власності й

господарювання, добровільними формуваннями і спрямовані на захист населення і територій, а також матеріальних і культурних цінностей та довкілля.

з) Неправильні дії персоналу в умовах надзвичайних ситуацій різного характеру, причинами яких є непідготовленість персоналу до дій в умовах НС, низька ефективність управління в цих умовах, що може привести до травмування або смерті.

Забезпечення безпеки персоналу досягається підвищенням стійкості промислового об'єкта в умовах НС; організацією рятувальних і відновлювальних робіт на промисловому об'єкті, наявністю технічних ресурсів до більш швидкої евакуації персоналу із зони ураження.

Таким чином, для створення ефективної системи охорони праці та створення безпечних умов для персоналу необхідно:

- Обов'язкове проведення медичних оглядів, проведення інструктажів, допуск до роботи осіб старше 18 років, які пройшли навчання за фахом, відповідно НВАО 0.00.-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці»;

- Використання індивідуальних захисних засобів відповідно до ГОСТ 12.4.103-83 «Одяг спеціальний захисний, засоби індивідуального захисту ніг і рук», щитки захисні ГОСТ 12.4.035 78 «ССБТ Щитки захисні лицьові для електрозварників»;

- Робоче місце повинно бути організовано в спеціальних кабінах, має бути зручним, з хорошою вентиляцією згідно ГОСТ 12.4.021-75 «Система стандартів безпеки праці. Системи вентиляційні»;

- Регулярно проводиться перевірка захисного заземлення, відсутність оголених проводів, відкритих скруток пробоїв ізоляції ПУЕ-2011 «Правила улаштування електроустановок»;

- Перевірка наявності та справності засобів індивідуального захисту органів дихання згідно ГОСТ 12.4.034-2001 «Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту органів дихання»;

- Робоча зміна не повинна перевищувати встановленої для даної категорії працівників щоденної тривалості робочого часу, в перебігу кожної години відпочинок на 5 хвилин;
- Проведення перевірки освітленості робочої зони і справності освітлювальних ламп відповідно ДБН В.2.5-28-3006 «Природне і штучне освітлення. Норми проектування »;
- Перевірка системи водяного опалення та кондиціонування ділянки відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартів безпеки праці. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони »;
- Проведення оглядів усіх засобів пожежогасіння (вогнегасники, пожежні щити) знаходяться на ділянці відповідно до СНиП 2.01.02-85 «Протипожежні норми проектування будівель і споруд».
- Контроль за рівнем освітленості - по ГОСТ 24940-81;
- Контроль пожежної небезпеки - по ГОСТ 12.1.004-85;
- Контроль вентиляції робочих місць - по ГОСТ 12.3.0

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Б.И. Медовир, Г.С. Маринский, Ю.В. Орловский. Центробежное и кокильное электрошлаковое литье. Литейное производство №1 1983г. с. 20-21
2. С.Н. Жеребцов, В.В. Грязнов Опыт эксплуатации матриц для горячей обрезки облоя, полученных с применением центробежного электрошлакового литья стали 5ХНМ. Кузнечно штамповочное производство №3 2006г. с. 33-36
3. Г.С. Маринский, Д.И. Сырокваш, Б.И. Медовар Центробежное электрошлаковое литье заготовок высоконапряженных зубчатых колес большегрузных карьерных самосвалов. Проблемы спец. электрометаллургии. 1990 №1 с. 38-44
4. Б.И. Медовар, Г.С. Маринский, А.П. Зинкович. Центробежное электрошлаковое литье заготовок из быстрорежущей стали Р6М5. Проблемы спец. электрометаллургии 1986г. №4 с. 34-38.
5. Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением: Учебник для студентов вузов. / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. – М.: «Машиностроение», 1977. – 432с.
6. «Типовой технологический процесс изготовления расширителей ёмкостей для трансформаторов IV-VI габаритов». Технологическая инструкция / ПАО «ЗТР». Запорожье-2007.
7. Биковський О. Г., Пінковський І. В., Довідник зварника. — К.: Техніка, 2002. – 336 с.
8. Виноградов В.С. Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной сварки / В.С. Виноградов. – М.: Высшая школа, 1997. – 391 с.

[illegible]

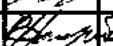
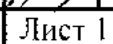
ГКИО 187918.004.СК

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Яровий О.О.	<i>[Signature]</i>	
Проб.		Білоник І.М.	<i>[Signature]</i>	19.12.16
Т.контр.				
Н.контр.		Петренко В.В.	<i>[Signature]</i>	
Утв.		Обчинников О.В.	<i>[Signature]</i>	

Електрошлакова
установка ЕШП-0,25

Авт.	Авст.	Австоб.
	1	1
ЗНТУ		
1Ф-313м		

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Розроб.	Яровий О.О.		
Перевір.	Білоник І.М.		
Н. контр.	Нетребко В.В.		
Листів 5		Лист 1	

		ГКІЮ	
		ДП	

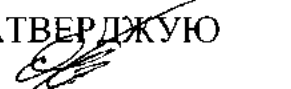
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

УЗГОДЖЕНО

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ

Розробка електрошлакової технології покращення
формоутворюючого трубного інструменту з
проектуванням ділянки

ЗАТВЕРДЖУЮ


Овчинников О.В.

Нормоконтроль: В.В. Нетребко

Дата

Впровадження у виробництво

Акт № _____ Дата _____

Зав. кафедрою ОТЗВ: Овчинников О.В.

Дата 20.12.2018

Комплект документів

відповідає

ТД

Дубл.															
Взам.															
Подл.															
											Листів 5	Лист 2			
Розроб.			Яровий О.О.								ГКІЮ 187918				
Перевір.			Білоник І.М.												
Н. контр.			Нетребко В.В.												
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.		Код найменування операції					Позначення документу				
Б	Код найменування обладнання					СМ	Проф.	Р	УТ	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
К/М	Найменування деталі, збир. одиниці або матеріалу					Позначення, код					ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх
01	Термічна														
02	Електропіч СНОЛ-2,5														
03	Т=800°C														
04	Прогартування флюсу АНФ-6 ГОСТ 30756-2001					Термист		3р							
05															
06	Підготовча					Підсобний робітник 2р					20				
07	Електрошлакова установка														
08	ЕШП-0,25, кристалізатор														
09	Піддон, використовуваний електрод, дозатор,														
10	Підготовка к плавлінню														
11															
12	Підготовча					Підсобний робітник 2р					5				
13	Вода, флюс, ввімкнути кристалізатор, піддон.														
14	Засипати флюс														
15															
16	Виплавлення експандера					Зварювальник 5р					45				
17	Ввімкнути трансформатор, провести														
18	Розводку твердим стартом. Встановити перший														
19	Режим виплавки $U_d = 40-41В$; $I = 700-800А$;														
20	Наплавити 1/3 висоти зливку														
21															

Дубл.														
Взам.														
Подл.														
											Листів 5	Лист 3		
Розроб.			Яровий О.О.								ГКІЮ 187918			
Перевір.			Білоник І.М.											
Н. контр.			Нетребко В.В.											
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код найменування операції					Позначення документу				
Б	Код найменування обладнання				СМ	Проф.	Р	УТ	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
К/М	Найменування деталі, збир. одиниці або матеріалу				Позначення, код					ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх
01	Встановити другий режим виплавки $U_d = 40-41В$;													
02	I=800-1200А; виплавити наступну частину 7/3													
03	виливка;													
04														
05	Встановити третій режим виплавки													
06	$U_d = 40-41В$; I=1200-1300А; наплавити													
07	іншу частину вилівка до повного сплавлення													
08	Витратного електрода. Вимкнути силовий													
09	трансформатор													
10														
11	Витримка													15
12	Заготівка, експандера, кристалізатор.													
13	Витримати заготівку в кристалізаторі до повного													
14	Затвердіння. Вилучити вилівок з кристалізатора													
15														
16	Контроль				Контролер Зр					5				
17	Провести контроль поверхні													
18	Зовнішнім оглядом													
19														
20														
21														

Білоник І.М.

Перевір.		Білоник І.М.
----------	--	--------------

Н. контр.			Нетребко В.И.
-----------	--	--	---------------

ГКЮ 187918

A	Цех	Уч.	РМ	Опер.
---	-----	-----	----	-------

Код найменування операції

Позначення документу

Б	Код найменування обладнання
---	-----------------------------

СМ	Проф.	Р	УТ	КОИД
----	-------	---	----	------

ЕН	ОП	КШТ	ТПЗ	ТШТ
----	----	-----	-----	-----

К/М	Найменування деталі, збір. одиниці або матеріалу
-----	--

Позначення, код

ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх
----	----	----	----	---------

01	Витримати відливки до повного затвердіння
----	---

02	Вимкнути відцентрову машину
----	-----------------------------

03	Витримати в відцентровій машині розплав
----	---

04	До повного затвердіння
----	------------------------

05

06	Витягти заготовки кільця з відцентрової машини	Підсобний робітник 2р
----	--	-----------------------

07

08	Провести контроль зовнішнім оглядом
----	-------------------------------------

Контролер 4р

09

10

11

11
12

12
13

13
14

14
15

15
16

17

18

18
19

19
20

20
21

21