

РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 76 с., 6 табл., 24 рис., 7 дод., 27 джерел.

КИСНЕВИЙ КОНВЕРТЕР, ФУРМА, СТРУМЕНЕВЕ СОПЛО

Об'єкт дослідження – машина для подачі кисню в конвертер.

Мета дослідження – розробка технічних заходів поліпшення експлуатаційних характеристик машини для подачі кисню в конвертер.

Методи дослідження – теоретико-емпіричні дослідження техніко-економічних показників роботи обладнання конвертеру.

Проект складається з 5 основних розділів.

Приведений склад обладнання конверторного цеху та схема вантажопотоків, будова і устаткування кисневого конвертера. Описана загальна характеристика машини для подачі кисню в конвертер, порядок та недоліки її роботи. Проведено аналітичний огляд та зроблені пропозиції щодо заходів проекту. Виконані енерго-силові, кінематичні розрахунки приводу машини. Розроблено питання збирання, експлуатації та особливостей технічного обслуговування машини. Розглянуті питання ремонту наконечника фурми. Приведені вимоги до її змащення. Представлено стислий опис та основні техніко-економічні показники ремонтного господарства, а також планування організації ремонтів обладнання. Наведено аналіз потенційно небезпечних факторів, що негативно впливають на персонал. Представлено заходи щодо техніки безпеки та стану навколишнього середовища.

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	7
1.1 Будова і вантажопотоки конвертерних цехів	7
1.2 Будова і устаткування кисневого конвертера	9
РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	12
2.1 Загальна характеристика машини для подачі кисню	12
2.2 Конструктивне виконання машини	14
2.2.1 Киснева фурма	14
2.2.2 Струминне сопло.	14
2.2.3 Шланги для кисню і води, що охолоджує	16
2.2.4 Візки направляючої фурми 1 і 2	16
2.2.5 Рухливі фурмоутримувачі 1 і 2	17
2.2.6 Механізм підйому і опускання фурми	18
2.2.7 Аварійний підйомний привод	18
2.3 Недоліки та переваги конвертерного способу виплавки сталі	21
2.4 Аналітичний огляд	21
2.5 Машина подачі кисню в конвертер	21
2.6 Будова пересувної машини для подачі кисню	24
2.7 Опорне кільце кисневого конвертера	27
2.8 Пропозиції щодо заходів проекту	30
2.9 Розрахунки механізмів кисневого конвертера	32
2.9.1 Розрахунок потужності приводу	32
2.9.2 Розрахунок п`ятисоплової фурми для конвертера ємністю 300 т, який працює з інтенсивністю продувки 5 м ³ /(т·хв)	33
РОЗДІЛ 3 МОНТАЖ, РЕМОНТ І ЗМАЩУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ	40
3.1 Ремонт, монтаж і змащення машини для подачі кисню в конвертор	40

3.2	Порядок монтажу кисневої фурми і її демонтажу у разі ремонту	44
3.3	Порядок ремонту фурм	47
3.4	Ремонт пошкодженого наконечника фурми	48
3.5	Заміна шлангів	49
3.6	Зміна канатів	51
3.7	Демонтаж ходового колеса.	54
3.8	Вказівки щодо змащення устаткування	57
РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І		
РЕМОНТІВ		63
4.1	Стислий опис ремонтної бази металургійного підприємства	63
4.2	Основні техніко-економічні показники та склад обладнання спеціалізованих ремонтних цехів підприємства	63
4.3	Планування організації ремонтів обладнання	64
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО		
СЕРЕДОВИЩА		67
5.1	Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників	67
5.2	Заходи щодо техніки безпеки і безпеки праці	68
5.3	Аналіз стану навколишнього середовища в цеху при виконанні наплавлення та заходи щодо поліпшення умов	70
ВИСНОВКИ		74
Перелік джерел посилання		75
ДОДАТОК А КРЕСЛЕННЯ ТА СПЕЦИФІКАЦІЇ		77

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

$\sum P$ – сумарна сила притиснення верхніх роликів, створювана дією гідроциліндрів,

$\sum G_B$ – сумарна вага верхніх роликів, ;

f – коефіцієнт тертя кочення по роликах;

μ – коефіцієнт тертя в опорах роликів;

d – діаметр цапфи ролика,

G_C – вага частини зливка в межах прямолінійної ділянки роликової проводки,

$\sum G_H$ – сумарна вага нижніх роликів.

G – місткість конвертера, т;

i – інтенсивність продувки, $\text{м}^3/(\text{т}\cdot\text{хв})$;

ρ_0 – щільність технічного кисню, $\text{кг}/\text{м}^3$;

O_2 та N_2 – кількість кисню та азоту у технічно чистому кисню, %.

k – показник адіабати.

T_0 і P_0 – температура та тиск кисню у нормальних

$W_{\text{шл}}$ – швидкість кисню у шлангу

$\xi_{\text{тр}}$ – коефіцієнт тертя

R – універсальна газова постійна.

n – кількість сопел.

ВСТУП

Киснево-конвертерному виробництву належить виключно важлива роль в забезпеченні великотоннажного виробництва сталі. Сучасний конвертерний цех має високу насиченість допоміжними машинами, агрегатами і обладнанням. Виробництво високоякісної сталі спеціального призначення неможливе без електросталеплавильних цехів, які поступово займають провідне місце в металургії. В останні десятиліття розробляються і впроваджуються технології розливки високоякісної і спеціальної сталі на машинах безперервного лиття заготовок, удосконалюється конструктивне оформлення безперервної розливки сталі. У відповідності зі специфікою сталеплавильних цехів в конспекті розглянуть комплекс споруд і обладнання для обслуговування сталеплавильних агрегатів – вантажні потоки з підготовки, доставки і завантаження шихтових матеріалів, видавання і переробки сталі.

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Будова і вантажопотоки конвертерних цехів

До складу конвертерного цеху (рис. 1.1) крім головного (конвертерного корпусу (I) входять ряд відділень, до яких відносяться переливання чавуну (II а,б), металошихтове (III), шихтове сипучих матеріалів (IV), рафінування сталі (V), розливання сталі (VI а,б), шлакове (VII) і димососне (VIII). Крім того, конвертерний цех при наявності розливального прольоту у виплавці обслуговують допоміжні відділення – роздягання зливків, охолодження, чищення і змащування виливниць, підготовки потягів. Головний конвертерний корпус має кілька прольотів: завантажувальний, конвертерний, сипучих матеріалів, підготовки ковшів і шлаковий.[1] В конвертерному прольоті може бути технологічна ділянка підготовки феросплавів. В завантажувальний прольот по чавуновозній траншеї поступають самохідні чавуновози із переливального відділення. Подання заливочних ковшів і зливання чавуну в конвертер здійснюють заливочними кранами. Скрап в совках на самохідних скраповозах переміщується по рейкових коліях, прокладених по скраповозній естакаді і по робочому майданчику конвертерного прольоту. Зняття навантажених совків зі скраповоза, їх встановлення на стелаж, переміщення і завантаження металобрухту в конвертер виконують завантажувальними машинами. В прольоті сипучих матеріалів розміщені витратні бункери і система дозування і завантаження, котра забезпечує подавання зважених порцій різних шлакоутворюючих матеріалів в конвертер по ходу плавки. В конвертерному прольоті розміщені машини для подавання кисневої фурми і взяття проб металу та виміру його температури. Ремонтні роботи обслуговує мостовий кран. Плавки із конвертерів видаються в сталерозливочні ковші, встановлені на сталевозах, котрі по коліям в сталевозних траншеях, переміщуються в рафінувальне, а потім в розливальне відділення. Шлак із конвертера зливається в ковші самохідних шлаковозів і передається в шлаковий прольот, де ковші зі шлаком переставляються на прибиральні несамохідні шла-

ковози. Основне обладнання шлакового прольоту – крани ливарного типу і стенди для встановлення шлакових ковшів. В прольоті підготовки ковшів ремонтують футерівку сталерозливальних ковшів. Основне обладнання прольоту механізовані стенди для ламання футерівки, стенди для встановлення ковшів різного призначення, стенди для сушіння і розігріву стальковшів, крани ливарного типу. Будова відділення переливання чавуну залежить від способу транспортування рідкого чавуну. Якщо транспортування відбувається у відкритих ковшах місткістю 100 або 140т, то в ковшах чавуновозів чавун подається в міксерне відділення (Па) і за допомогою мостового крану зливається в стаціонарний міксер. При необхідності чавун видають із міксера в ківш самохідних чавуновозів, які транспортують його в завантажувальний прольот до конвертерів.

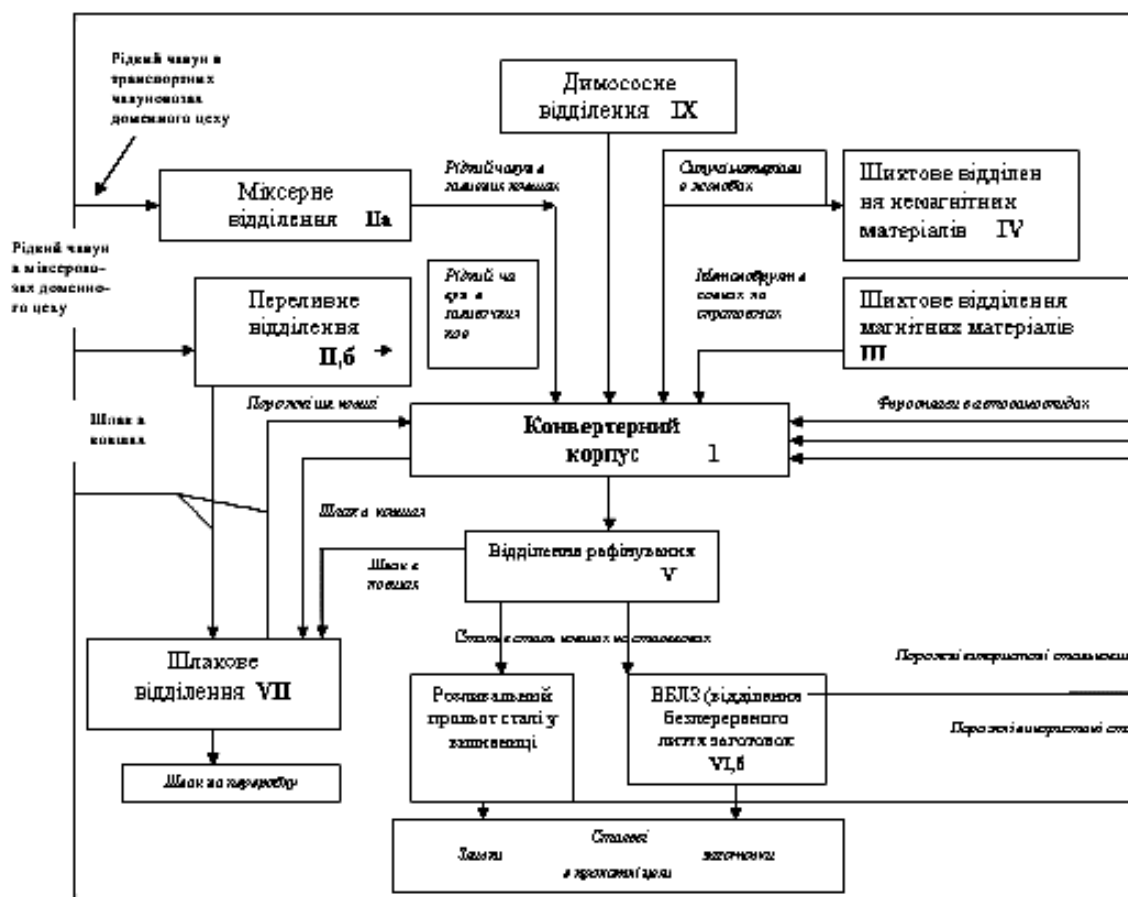


Рисунок 1.1 – Схема вантажопотоків конвертерного цеху

Якщо чавун від домен подають пересувними міксерами у відділення переливу (Пб), то заповнення заливочних ковшів відбувається безпосередньо із

транспортного міксера. Шихтове відділення магнітних матеріалів (Ш) призначене для приймання і зберігання шестидобового запасу металобрухту, заповнення, зважування і встановлення совків з брухтом на скраповіз. Брухт доставляють залізничним транспортом і вивантажують в ямні бункери за допомогою магнітогрейферного крана. Зважують завантажені металобрухтом совки на двох платформених вагах. Переміщення совків здійснюють кранами з поворотним візком. Шихтове відділення зв'язане з конвертерним корпусом скраповізною естакадою закритого типу, по якій скраповіз доставляє завантажені совки на робочий майданчик конвертерів. Якщо металобрухт прибуває у шихтове відділення в автосамоскидах, то брухт вивантажується безпосередньо в совки. Відділення сипучих матеріалів являє собою приймальнозавантажувальну станцію конвеєрного тракту подавання шлакоутворюючих матеріалів в головний корпус. Матеріали доставляють у відділення залізничним або автомобільним транспортом і розвантажують у приймальні бункери. Для транспортування сипучих у витратні бункери головного корпусу використовуються двониточні похилі конвеєри, розміщені в закритій галереї.

1.2 Будова і устаткування кисневого конвертера

Кисневий конвертер є симетричною циліндрично-конічною посудиною. Кисневий конвертер має металевий кожух. Кожух виготовляють зварним з гнутих штампованих сталевих листів завтовшки 50 – 120 мм з ребрами жорсткості. Кожух закріплений в кільці, у які встановлені дві цапфи. Кожух через цапфи спирається на підшипники, встановлені в опорних станинах, які дозволяють конвертеру обертатися відносно поперечній осі на кут 360° у будь-яку сторону. Нахили конвертера потрібні для завалки лому, заливки чавуну і випуску продуктів плавки.

Усередині конвертер має вогнетривке основне футерування, що складається зазвичай з двох шарів: арматурного і робочого. Арматурний шар(шар тривалої роботи) примикає до кожуха, він має товщину 110 – 250 мм. Він приз-

начений для зниження тепловтрат і захисту кожуха у разі прогару робочого шару. Внутрішній або робочий шар зношується під час роботи і його замінюють при ремонтах футерування, його товщина складає залежно від місткості конвертера 500 - 800 мм. Найкращу стійкість має вогнетривка кладка з периклазовуглецевої цегли (цегла готується з плавленого периклазу з добавкою 10-20% вуглецю). Для підвищення стійкості на футеровку після випуску металу періодично наносять шлаковий гарнісаж шляхом роздування шлаку, заздалегідь загущеного доломітом до змісту MgO в шлаку 10 – 12%, азотом, що подається через кисневу фурму. Стійкість такого футерування досягає 4500 - 5000 плавов (120 - 160 діб роботи конвертера).

Конвертери можуть бути суцільнозварними, або з відокремленою шлемною частиною, або з відокремленим днищем. Відокремлені частини кожуха кріплять до основної циліндрової частини клиновими з'єднаннями для швидкості і надійності роз'єму. В шлемній частині конвертера знаходиться лютка для випуску сталі. Лютка має металеве облицювання, футерована і закривається густою вогнетривкою глиною.

Комплекс пристроїв для подання кисню, що включає фурму, а також резервну фурму і механізми для підйому і переміщення, є складною спорудою. Так, маса фурми (з охолоджувальною водою і рукавами) сучасного великовантажного конвертера складає ~1,5 т. Устаткування для підйому і переміщення фурми розміщують на спеціальних майданчиках над конвертерами. Кисневі фурми повинні забезпечити подання кисню з необхідною інтенсивністю, необхідну форму і організацію струменя і мати досить високу стійкість при простоті конструкції. Фурми можуть бути односопловими (для конвертерів малої місткості) і багатосопловими. Для конвертерів великої місткості використовуються фурми з 5 – 7 соплами. Осі сопел розташовують під кутами 16 – 20° до осі фурми. Кутність сопла 8 – 10°. В процесі роботи фурма безперервно охолоджується водою. У найбільш важких умовах працює наконечник (голівка) фурми. Його зазвичай виготовляють з міді (мідь - найбільш доступний конструкційний матеріал з високою теплопровідністю, теплопровідність міді майже в 8 разів

вище, ніж у сталі) і роблять змінним. Голівки фурм роблять зварними (найчастіше), кованими і литими. Фурма складається з трьох концентричних (співісних) труб: по центральній подають кисень, по двох інших підводять і відводять воду для охолодження фурми. Застосовують сталеві суцільнотягнуті (безшовні) труби.

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Загальна характеристика машини для подачі кисню

Машина для подачі кисню призначена для введення кисню в конвертер через водоохолоджувану фурму та для вертикального і горизонтального переміщень фурм, пов'язаних з подачею їх всередину конвертера і заміною фурми, що вийшла з ладу, резервною[2].

Машини для подачі кисню в конвертер діляться на два основні типи - верхнього розташування і нижнього. Машини верхнього розташування можуть бути стаціонарними, пересувними і поворотними. Машини нижнього розташування виконують стаціонарними, консольно-поворотними або такими, що коливаються.

У сучасних потужних конвертерних цехах застосовують машини верхнього розташування (рис. 2.1), які розміщують на спеціальних майданчиках над конвертерами. Машини нижнього розташування встановлюють на робочому майданчику, біля конвертерів, в цехах малої продуктивності (як правило, при заміні безсемерівських конвертерів або мартенівських печей кисневими конвертерами з використанням існуючих будівель малої висоти).

У киснево – конвертерному цеху застосовуються машини верхнього розташування, які у свою чергу діляться на: стаціонарні, пересувні і поворотні (у нашому випадку - пересувні).

Залежно від типу тягового органу фурменої каретки розрізняють машини канатного і ланцюгового типів. При виборі робочого органу перевагу віддають канатному, оскільки контролювати стан ланок ланцюгів дуже важко.

Для процесу кисневого продування передбачено дві верхніх фурми, одна з яких знаходиться в експлуатації (вище за конвертер), інша – у позиції очікування. Для пересування машин використовують в основному механізми трьох типів – рейкові, гвинтові і гідравлічні. У вітчизняних машинах найширше застосовують рейкові механізми з електроприводом як найбільш надійні в роботі.

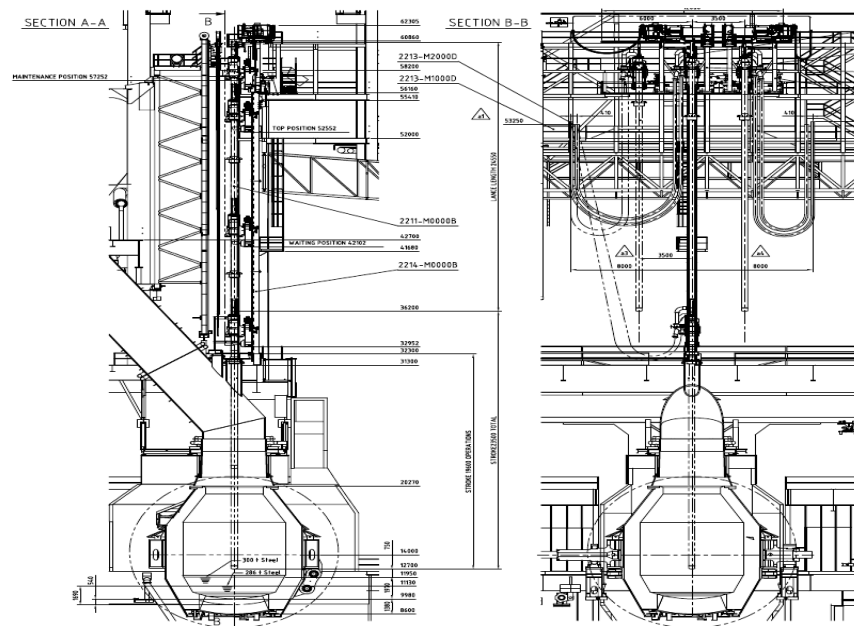


Рисунок. 2.1 – Механізм управління фурми

Кожна фурма закріплена на фурменому візку, який переміщає фурму в горизонтальному напрямі між робочою позицією і позицією очікування. Рух в горизонтальному напрямі реалізується гідравлічною системою.

Кожна фурма закріплена на фурменому візку, який переміщає фурму у вертикальному напрямі вгору і вниз. Рух у вертикальному напрямі реалізується системою лебідки, обладнаної приводом змінного струму з регульованою частотою обертання. Для реєстрації фактичного положення фурми датчик абсолютного положення прикріплений безпосередньо до приводу лебідки. Обладнання управління системою кисневого продування і регулювання води, що охолоджує, розташовується на клапанному стенді. Подача і відведення води, що охолоджує, і кисню здійснюються по гнучких шлангах. У разі перебоїв в електроживленні підйом фурми здійснюється автоматично за допомогою системи пневматичних приводів.

Обладнання фурми повинне задовольняти наступним вимогам:

- забезпечення киснем для процесу продування;
- забезпечення азотом для роздмухування шлаком;
- швидка установка резервної фурми замість несправної кисневої фурми;
- забезпечення належної глибини проникнення струменів кисню;

- забезпечення розосередженої подачі кисню у ванну;
- забезпечення збереження аеродинамічних характеристик струменів по ходу усієї кампанії;
- можливість регулювання витрати кисню у разі технологічної необхідності.

2.2 Конструктивне виконання машини

2.2.1 Киснева фурма

Киснева фурма (рис. 2.2) виконана у вигляді однопоточної конструкції, яка містить наступні основні компоненти[4]:

- корпус фурми у вигляді трьох концентричних труб для кисню і води, що охолоджує, із сполучним патрубком, стяжним кільцем і фіксувальним кронштейном;
- голівка фурми з патрубками труб для кисню і води, що охолоджує;
- 6-струминне сопло;
- ущільнюючі елементи;
- з'єднання з системою середовищ з напівмуфтами, що охоплюють.

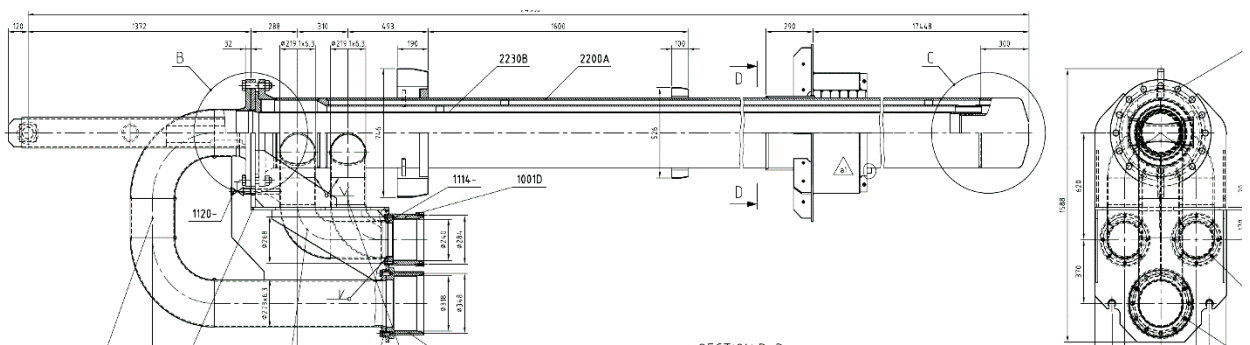


Рисунок 2.2 – Киснева фурма

2.2.2 Струминне сопло.

Струминне сопло має 6 отворів і містить наступні основні компоненти:

- лите сопло фурми (з міді);

- зовнішню і середню труби, сполучені зварюванням з соплом фурми (з неіржавіючий стали);
- внутрішню трубу, яка має канавки під кільце круглого перерізу для герметизації трубопроводу кисню проти попадання води (з неіржавіючий стали), і сполучена зварюванням з соплом фурми.

Зовнішня труба обладнана двома парами направляючих пластин. Верхня пара направляючих пластин, окрім іншого, має опорне кільце, що забезпечує центрування і кріплення фурми на верхній консолі візка фурми перед позицією з'єднання втулок ущільнювачів подаючого трубопроводу. Нижня пара направляючих пластин сполучена з нижньою консоллю на фурменому візку, внаслідок чого забезпечується співісне розташування фурми і кесона. У крайній верхній точці труби, що подає і відводить, сполучені зварюванням. Коліно лінії кисню, що підводить, сполучене болтами з верхнім кінцем зовнішньої труби. Додатково до зовнішньої труби приварено три кріпильні плити для монтажу кришки в цілях герметизації системи газу, що відходить, на кесоні фурми.

Проміжна труба.

З'єднання з підводячими та відводячими трубопроводами води, що охолоджує, розташовані на проміжній трубі на нижньому кінці; проміжна труба має гнучке з'єднання з 6-струминним соплом для компенсації теплового розширення.

Киснева труба.

Опора кисневої труби забезпечується таким чином, який дозволяє подовження в горизонтальному напрямі. Герметизація по відношенню до контура води, що охолоджує, реалізована кільцями круглого перерізу. Такий метод забезпечує безперешкодну компенсацію теплового розширення труби фурми.

Транспортні сержки приварені до коліна подаючого кисневого трубопроводу. Для транспортування фурми на крюк крану техобслуговування фурми підвішується транспортна сержка.

Консоль для забезпечення середовищами.

Консоль є опорним кронштейном для точного позиціонування втулок ущільнювачів подаючого трубопроводу середовищ системи фурми. Кронштейн зафіксований на верхній стороні між коліном подаючого трубопроводу кисню і зовнішньою трубою. До нижньої сторони втулок ущільнювачів подаючого трубопроводу середовищ за допомогою болтів приєднані гнучкі шланги.

Коліно подаючого трубопроводу кисню сполучене болтами між верхньою і нижньою частинами кронштейна. Усі частини, що контактують з киснем, виготовлені з неіржавіючої сталі, усі інші частини - з вуглецевої сталі.

2.2.3 Шланги для кисню і води, що охолоджує

Водяний шланг.

Шланги для води служать для підведення і відведення води фурми, що охолоджує, між точками передачі в конвертерному прольоті і кисневими фурмами на фурменому візку. Шланги виконані з гуми і оснащені вулканізованими фланцями. По усій довжині водяних шлангів передбачається термостійке покриття для захисту від виплесків і надмірного виділення тепла.

Шланг для кисню.

Шланг для кисню служить для подачі кисню від точки передачі в конвертерному прольоті до кисневої фурми на фурменому візку. Шланг оснащений фланцями з нержавіючої сталі.

2.2.4 Візки направляючої фурми 1 і 2

Киснева фурма закріплена на фурменому візку, що переміщається вертикально в стаціонарній направляючій фурми. Візок фурми складається із зварної рами з вісьмома направляючими роликами (рис. 2.3).

Головний канат через шків прикріплений до майданчика фурми. Запобіжний канат через шків прикріплений до канатної підвіски з пружинною опорою M4000.

У аварійному випадку, а також у разі одночасної відмови головного і аварійного приводів фурма разом з візком витягується з конвертера за допомогою крану для техобслуговування фурми.

Фурма прикріплена до фурменого візка хомутом і фіксувальними кронштейнами. Для налаштування співісної наконечника фурми і патрубків фурми підвіска фурми у фурменому візку обладнана системою налаштування.

На фурменому візку розміщені плити для активування кінцевих вимикачів крайнього верхнього і нижнього положень фурми.

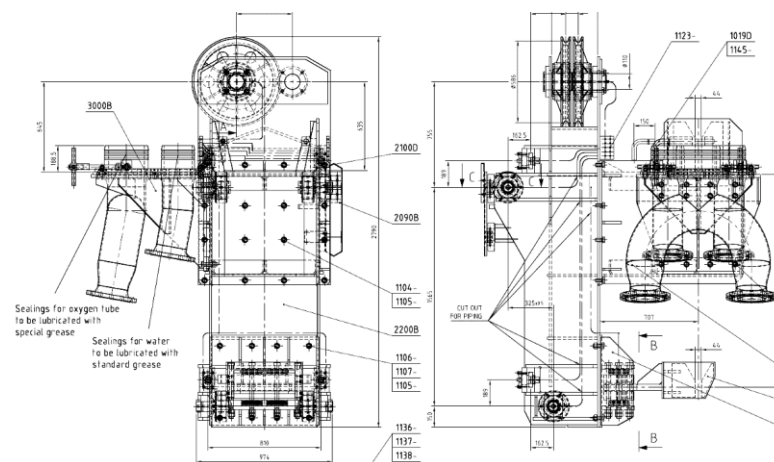


Рисунок. 2.3 – Візки направляючої фурми 1 і 2.

2.2.5 Рухливі фурмоутримувачі 1 і 2

Фурмоутримувачі є рухливими зварними сталевими візками, що забезпечують горизонтальне переміщення фурм з робочої позиції в позицію очікування і навпаки. Фурмоутримувачі приводяться в дію гідроциліндрами і блокуються лінійним приводом в робочому або гаражному положенні.

Два колеса фурмоутримувачей М2000 розташовуються вертикально і служать для прийому вертикальних навантажень. Вісім опорних роликів М1000 фурмоутримувачей розташовуються горизонтально і служать для прийому горизонтальних навантажень. Для забезпечення точності руху фурмоутримувача опорні ролики можуть регулюватися ексцентриковими осями.

Візок направляючої фурми з'єднуються з фурмоутримувачем і служать для зв'язку із стаціонарною направляючою фурмою.

2.2.6 Механізм підйому і опускання фурми

Привод механізму підйому забезпечує вертикальне переміщення обладнання кисневої фурми і розміщений на майданчику у верхній частині фурмоутримувача. Для підйому і опускання кисневої фурми передбачений канатний барабан з подвійною канатною підвіскою (головний і запобіжний канат).

Канатний барабан на одній стороні спирається на підшипниковий блок і на іншій стороні сполучений з муфтою безпосередньо на вихідному валу зубчатої передачі. Канатний запобіжний пристрій встановлений на фурмоутримуваче і переміщається з потреби або до кінцевого вимикача для провисання каната або до кінцевого вимикача для пориву каната. У обох випадках запобіжний канат приймає навантаження фурми.

У разі перевантаження привод фурми електрично відключається обмежувачем струму. Одна система фурми вимагає два підйомні механізми, що включають, відповідно:

- гальмівний двигун редуктора змінного струму;
- пневматичний двигун редуктора для аварійних випадків, з інтегрованим пневматичним гальмом;
- подвійний канатний барабан;
- шестерню лебідки для фурми;
- канатну підвіску з пружинною опорою.

В цілях техобслуговування дискової гальмо оснащено ручним важелем підйому.

2.2.7 Аварійний підйомний привод

Пневматична система потрібна для роботи аварійного пневмодвигателя у разі аварії (відключення електроенергії). Подача азоту здійснюється за допомогою закріпленого трубопроводу, який сполучає блок пневмоуправлення з пневмодвигателем, гальмом двигуна і кінцевим вимикачем з пневмоприводом.

Права і ліва направляючі фурми

Дві направляючих фурми, змонтовані на майданчику і передбачені для робочої і для резервної фурми, є подовженням стаціонарної направляючої фурми і призначені для досягнення обох фурмених візків в самій верхній позиції. Направляючі фурми оснащені кінцевими вимикачами для зупинки приводу у разі переходу самої верхньої позиції.

Шестерні лебідки для фурми 1 і 2

Шестерня є планетарним зубчастим механізмом.

Зубчасті колеса піддані поверхневому зміцненню і пришліфовані на профілях зуба. Кінець провідного валу і його підшипник сконструйовані так, щоб поперечна сила поглиналася масою барабана, візком направляючої фурми і кінцевою фурмою.

Канатний барабан сконструйований як зварний подвійний барабан. Кожух барабана оснащений правим і лівим пазами. На канатному барабані 2 канати кріпляться затисками. Канатний барабан спирається на підшипниковий блок з одного боку і за допомогою циліндричної муфти безпосередньо на шестерінчастий вал з іншого боку.

Канатна підвіска з пружинною опорою (рис 2.4)

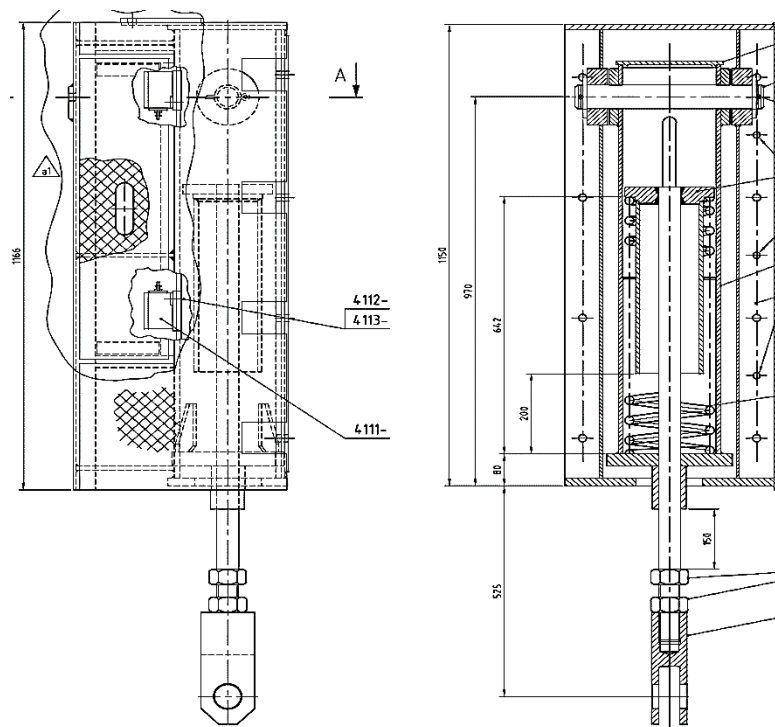


Рисунок. 2.4 – Підвіска з пружинною опорою.

Різьбовий стержень прокладений через трубу і заздалегідь натягнутий гвинтовою пружиною. Труба має подовжній паз, де маркувальний штифт активує або вимикач провисання каната, або вимикач пориву каната.

Важіль показує подовження каната, порив каната і провисання каната, якщо кінцеві вимикачі на канатних підвісах з пружинною опорою активовані.

Двигун редуктора змінного струму з інтегрованим дисковим гальмом

Двигун прифланцован безпосередньо до планетарної передачі. У задньому кінці двигун оснащений дисковим гальмом, використовуваним як стопорне гальмо. У нормальному режимі фурма зупиняється шляхом установки швидкості фурми на нуль (рис.2.5).

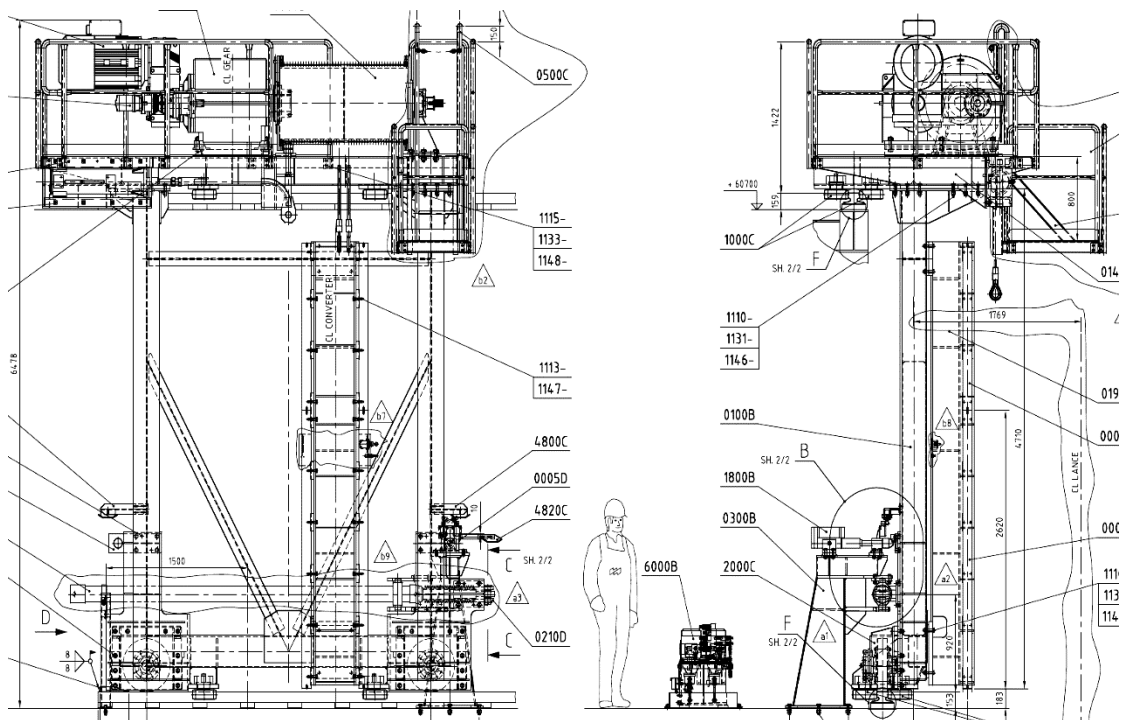


Рисунок. 2.5 – Рухливі фурмоутримувачі.

Стационарна напрямна фурми

Стационарна напрямна є подовженням направляючої фурми на рухливому фурмоутримуваче, і вона прикріплена до конструкції корпусу. Стационарна напрямна розділена на 3 секції. Кінцеві вимикачі для індикації позиції фурми (візки) і для блокування встановлені на направляючій.

На нижньому кінці направляючої фурми встановлений механічний бампер для аварійного випадку.

2.3 Недоліки та переваги конвертерного способу виплавки сталі

В Україні для виплавки сталі ще й досі широко використовуються мартенівські технології, якими користувалися ще майже сто років тому. Витрати палива при цьому є надзвичайно великими, тоді як весь світ давно перейшов на конверторний спосіб, який вимагає шестеро менших енерговитрат на тону сталі. За підрахунками фахівців, тільки впровадження конверторного способу дозволило б скоротити витрати газу в металургії на 1,4 мільярда кубометрів. Крім того, на 2,4 мільярда кубометрів можна скоротити витрати палива в цій галузі за рахунок впровадження технології виплавлення чавуну із вдуванням гарячих відновлюваних газів на холодному технологічному кисні та пиловугільній суміші [3].

Ретельний аналіз переваг і недоліків способів виплавки сталі в конвертерах з верхньою й нижньою продувкою привів до створення процесу, у якому метал продувається зверху киснем і знизу - киснем у захисній сорочці або аргоні (азотом). Використання конвертера з комбінованою продувкою в порівнянні із продувкою тільки зверху дозволяє підвищити вихід металу, збільшити частку лома, знизити витрати феросплавів, зменшити витрати кисню, підвищити якість сталі за рахунок зниження змісту газів при продувці інертним газом наприкінці операції.

2.4 Аналітичний огляд

2.5 Машина подачі кисню в конвертер

Машина подачі кисню в конвертер містить привод, барабан, каретки, напрямні та фурму та додатково обладнана тензодатчиком, встановленим між опорою й кронштейном, причому опора барабана закріплена консольно.

Машина належить до пристроїв для ваговимірювання в металургійній промисловості і використовується в машинах подачі кисню в конвертер в подальшому.

Машина подачі кисню в конвертер, що містить привод, барабан, каретки, напрямні та фурму, яка відрізняється тим, що вона додатково обладнана тензодатчиком, встановленим між опорою й кронштейном, причому опора барабана закріплена консольно.

Машина подачі кисню в конвертер складається з приводу підйому фурми 1, каретки 2, напрямної 3, фурми 4, стенда заміни металорукавів 5, в приводному барабані 6, в якому між встановленою опорою 7 і кронштейном 8 встановлено тензодатчик 9 каната 10. Тензодатчик 10 встановлюється, наприклад типу – RTN 01/10t. При роботі привод 1, переміщує каретку 2 з фурмою кисневою 4 уздовж металоконструкції по напрямній 3. Під час багаторазового підйому та опускання фурми кисневої 4 з кареткою 2 при виконанні технологічних операцій відбувається неконтрольоване збільшення маси фурми кисневої 4, що призводить до руйнування елементів приводу 1 і обриву каната 10, а це призводить до аварії та небезпечної експлуатації в цілому.

Застосування тензодатчика 9 дозволяє моніторити вагу фурми кисневої, що піднімається приводом 1, та вчасно інформувати оператора про необхідну заміну фурми кисневої 4 для запобігання руйнування елементів машини подачі кисню.

Більш детально суть машини пояснюється на кресленнях, де на рисунку 2.6 зображено схему розташування основного обладнання машини подачі кисню; на рисунку 2.7 зображено виносний елемент А. Схема установлення датчика ваги в приводний барабан; на рисунку 2.8 зображено виносний елемент Б. Тензодатчик ваговимірювання; на рисунку 2.9 зображено переріз Д-Д. Вузол кріплення датчика ваги

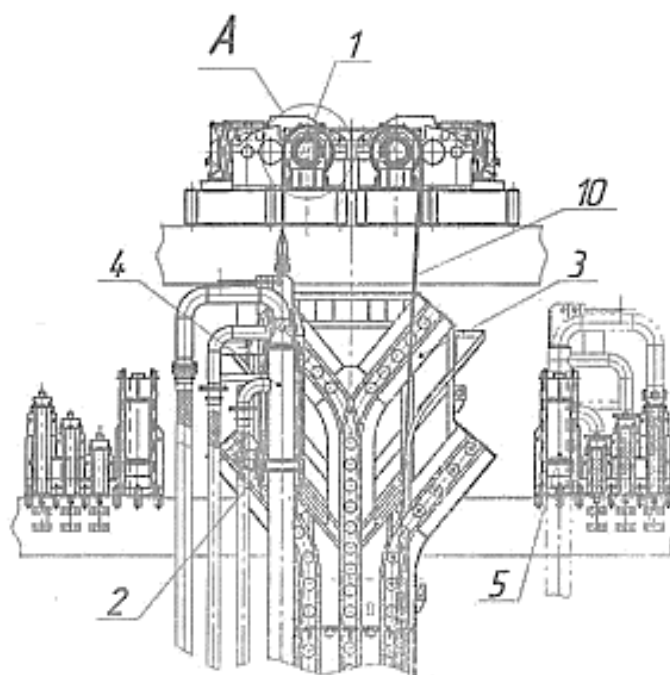


Рисунок 2.6 – Схема розташування основного обладнання машини подачі кисню

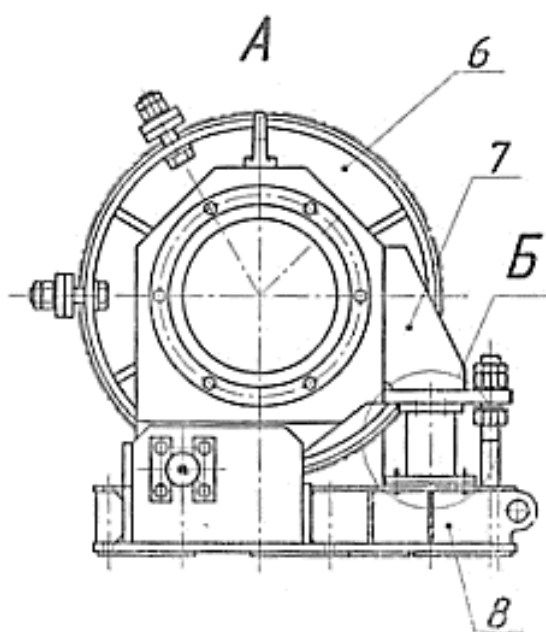


Рисунок 2.7 – Виносний елемент А

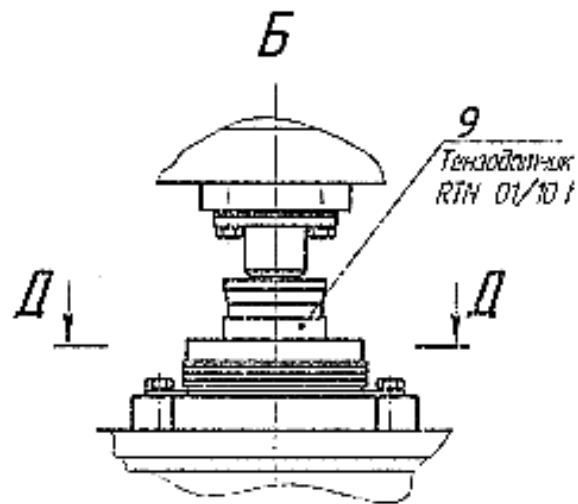


Рисунок 2.8 – виносний елемент Б

А-А

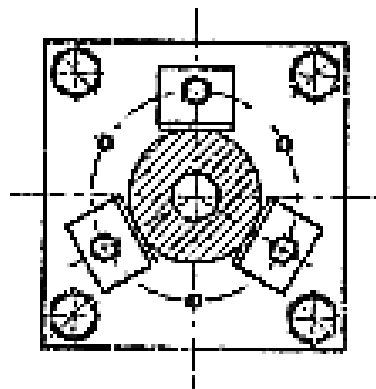


Рисунок 2.9 – переріз А-А

2.6 Будова пересувної машини для подачі кисню

Завдяки тому, що в приводі машини подачі кисню в конвертор, аварійний привод за допомогою платіків установлений на кришці диференціального редуктора, яка виконана коробчастої форми, досягається значне зниження металомісткості приводу, за рахунок зменшення габаритів як приводу, так і рами на якій він установлений [6]. Установка диференціала на проміжному валу дифе-

ренціального редуктора також дозволила зменшити габарити, як самого диференціала, так і диференціального редуктора, а також і рами на якій він установлений, що також сприяло зниженню металомісткості приводу. Крім того, в випадку знеструмлення головного електродвигуна, в роботу включається аварійний привод, який забезпечує безаварійну і безперебійну роботу конвертора, так як дозволяє вивести фурму із конвертора і здійснити злив рідкої садки із нього після закінчення плавки. Приводи даної конструкції зручні в обслуговуванні, є надійними і їх можна використовувати для конверторів будь-якої місткості, в тому числі і підвищеної.

Привод машини подачі кисню в конвертор, який містить дно барабану лебідку, електродвигун, циліндричний редуктор, гальмо і канатний барабан, призначений для підйому-опускання каретки з фурмою. При цьому машина подачі кисню в конвертор містить два однотипних привода, лівий та правий.

У приводі машини подачі кисню в конвертор, який містить диференціальний редуктор, обладнаний диференціалом і з'єднаний через муфти з головним електродвигуном, канатним барабаном і аварійним приводом, які установлені на рамі, при цьому вихідний вал диференціального редуктора з'єднаний з канатним барабаном, а приводний вал з головним електродвигуном, згідно з корисною моделлю, аварійний привод за допомогою платіки установлений на кришці диференціального редуктора, яка виконана коробчастої форми, а диференціал установлений на проміжному валу диференціального редуктора. При цьому канатний барабан виконаний з лівою і правою різью, а приводний вал диференціального редуктора виконаний в вигляді вала-шестірни.

Сутність машини пояснюється кресленнями, де:

- на рисунок 2.10 – зображений привод правий, основної фурми машини подачі кисню в конвертор, загальний вид,
- на рисунок 2.11 – вид А на рисунок 3.5,
- на рисунок 2.12. – переріз Б–Б на рисунку 3.5,
- на рисунку 2.13 – перетин В–В повернутий на рисунку 3.6, аварійний привод не показаний.

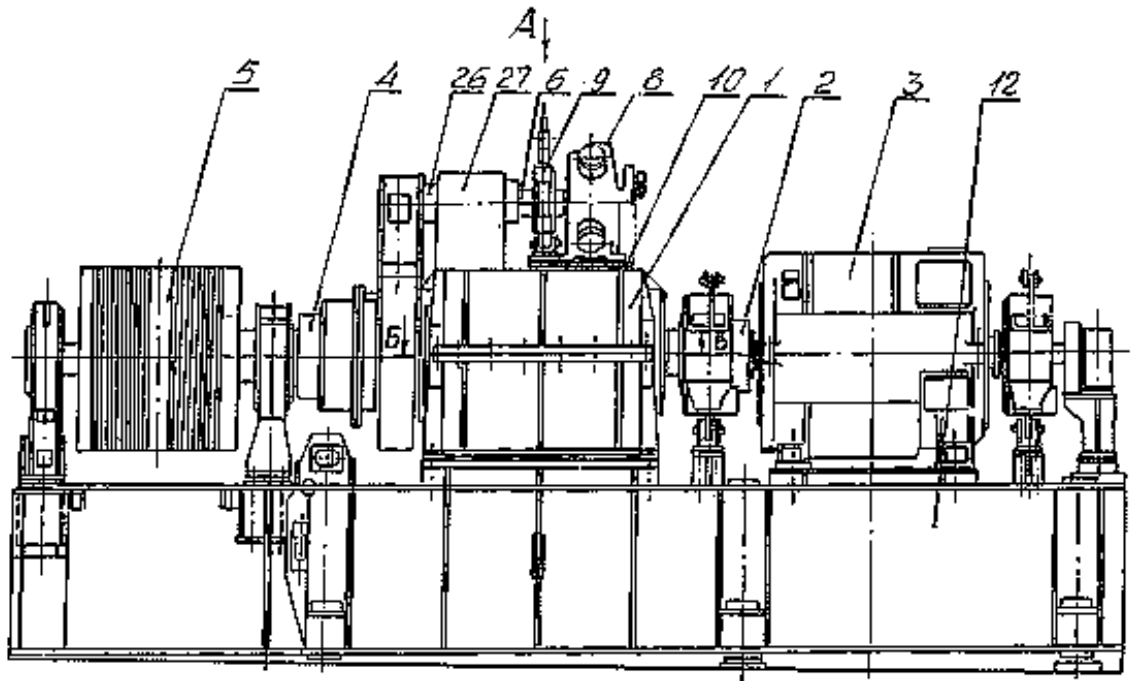


Рисунок 2.10 – Привод правий, основної фурми машини подачі кисню в конвертор, загальний вид

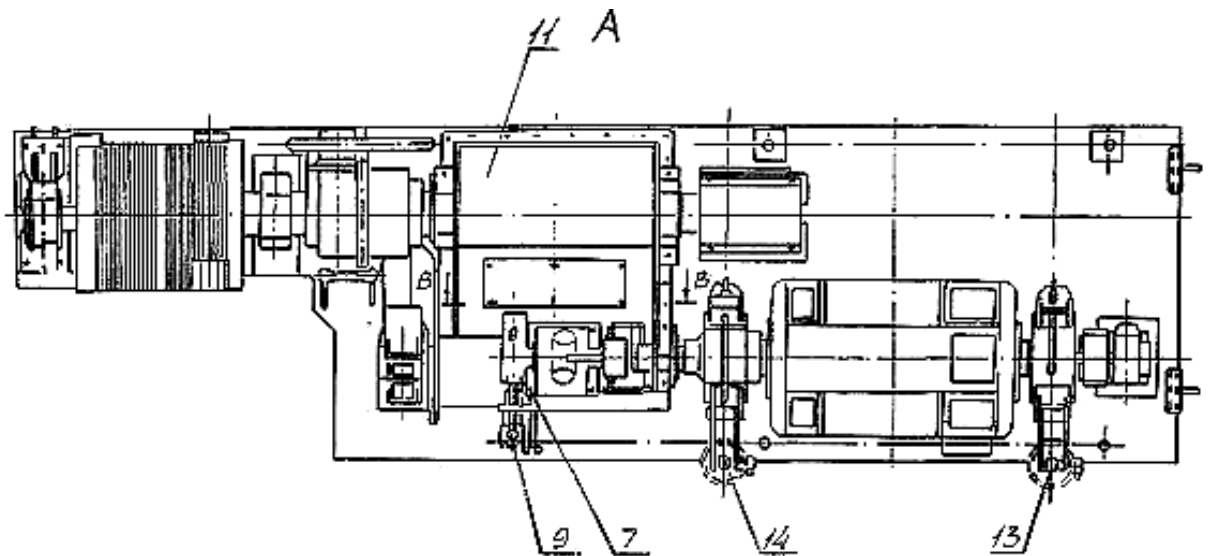


Рисунок 2.11 – Вид А на рисунок 3.5

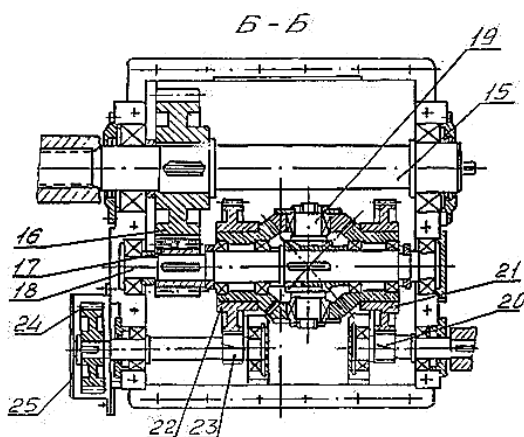


Рисунок 2.12 – Переріз Б–Б на рисунку 3.5

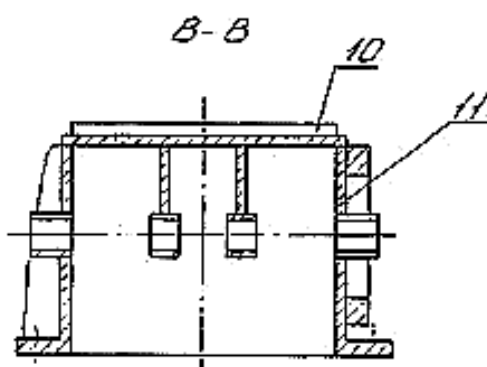


Рисунок 2.13 – Перетин В–В повернутий на рисунку 3.6, аварійний привід не показаний

2.7 Опорне кільце кисневого конвертера

До складу основних частин сталетопного конвертера входить: футерований циліндричний корпус, розташований в кільці й спирається на нього; кільце опорне, обладнане цапфами, якими вона встановлюється в підшипникові опори; підшипникові опори, привод повороту (рис 2.14).

Сталеплавильний конвертер складається з кільця опорного 1, в якому встановлено корпус 2, приводу перекидання 3, опор підшипникових 4 та вогнетривкої футерівки 5. Зовнішня поверхня 6 корпусу конвертера 2 в зоні кільця опорного 1 має циліндричну форму. Корпус забезпечений льоткою для зливу стали.

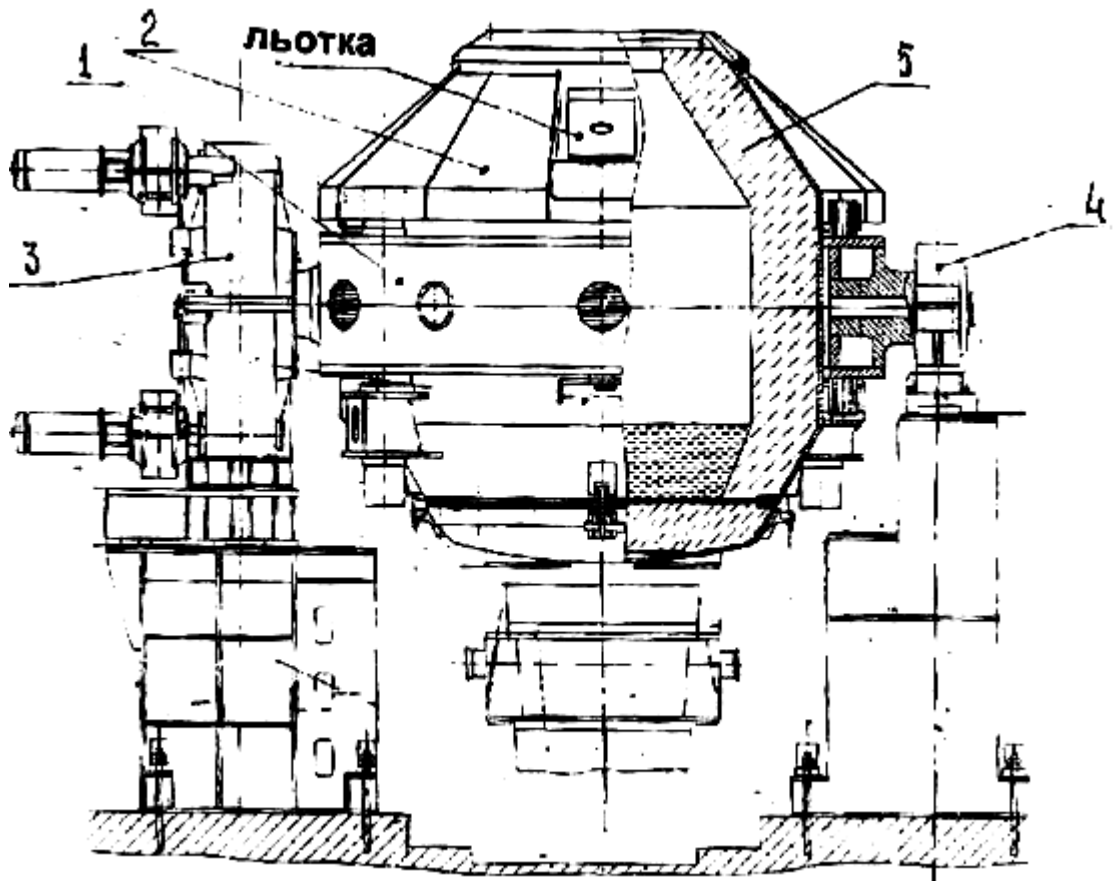


Рисунок 2.14 – Загальний вигляд конвертера

Відомі конвертери, наприклад, місткістю 300 т, 400 т, мають опорні кільця з циліндричною внутрішньою поверхнею, діаметр якої визначає рівномірний зазор по всьому периметру щодо корпусу, встановленого концентрично в кільці опорному.

Недоліком є те, що рівномірний зазор між корпусом і кільцем не перешкоджає нерівномірному нагріву кільця теплом, переданим корпусом. Корпус нагрівається по периметру нерівномірно через нерівномірні зміни товщини (розпалу) футерівки в процесі експлуатації. У зонах підвищеного нагріву зазор між корпусом і кільцем опорним бажано мати більшої величини, ніж прийнятий на більшості відомих конвертерів. Нерівномірна температура як по периметру кільця, так і по його товщині (перетину) визначає величину напружень в елементах кільця. Зі збільшенням нерівномірності нагріву збільшуються й напруги.

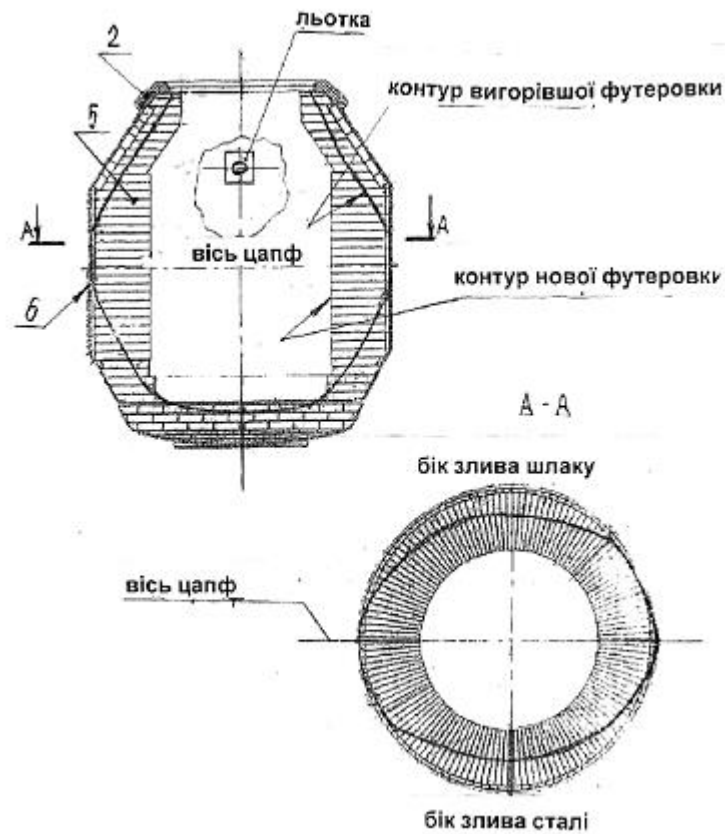


Рисунок 2.15 – Схема розпалу футеровки

Задача полягає в створенні конструкції опорного кільця конвертера, яка забезпечить зниження термічних напружень у кільці без збільшення його габаритів, пов'язаних з оточуючим обладнанням.

Для вирішення поставленого завдання в опорному кільці конвертера, що складається з цапфових вузлів і півкільць коробчастого перетину, усередині якого із зазором встановлено корпус конвертера, що має в зоні кільця опорного циліндричну форму із загальною вертикальною віссю з кільцем, що спирається на пояса кільця, внутрішня поверхня виконана овальною, переважно з основними дугами однакового радіуса, при цьому довга вісь розташована в площині осі цапф кільця й перевищує коротку, розташовану в площині осі льотки корпусу, на подвоєну величину зазору між корпусом і опорним кільцем по осі льотки, помножену на встановлений коефіцієнт збільшення зазору, що приймається в межах від 0,5 до 1,5.

Реальність такого рішення пояснюється, зокрема, тим, що зміни виконуються в межах габаритів власне конвертера та не вимагають реконструкції оточуючого конвертерного обладнання.

2.8 Пропозиції щодо заходів проекту

До складу основних частин сталетопного конвертера входить: футерований циліндричний корпус, розташований в кільці й спирається на нього; кільце опорне, обладнане цапфами, якими вона встановлюється в підшипникові опори; підшипникові опори, привод повороту. Відомі конвертери, наприклад, місткістю 300 т, 400 т, які мають опорні кільця з циліндричною внутрішньою поверхнею, діаметр якої визначає рівномірний зазор по всьому периметру щодо корпусу, встановленого концентрично в кільці опорному.

Недоліком конструкції є те, що рівномірний зазор між корпусом і кільцем не перешкоджає нерівномірному нагріву кільця теплом, переданим корпусом. Корпус нагрівається по периметру нерівномірно через нерівномірні зміни товщини (розпалу) футерівки в процесі експлуатації.

У зонах підвищеного нагріву зазор між корпусом і кільцем опорним бажано мати більшої величини, ніж прийнятий на більшості відомих конвертерів.

Нерівномірна температура як по периметру кільця, так і по його товщині (перетину) визначає величину напружень в елементах кільця. Зі збільшенням нерівномірності нагріву збільшуються й напруги.

Як правило, мінімальна товщина футерівки утворюється з боку цапф кільця, оскільки в цих зонах футерівка не відновлюється при її ремонті найбільш ефективним способом нанесенням гарнісажу наведеним шлаком погойдуванням конвертера. Цей спосіб регулярно застосовується для відновлення футерівки з боку зливу шлаку. Інші способи, що застосовуються для відновлення футерівки, забезпечують ремонт невеликих ділянок або тонкий шар по всій площі футерівки.

І якщо напруги від механічних навантажень, отримані розрахунком, близькі до величин, що перевіряються експериментально тензометруванням, то термічні напруги розраховуються на підставі орієнтовних даних, які залежать від спостереження технологічної дисципліни процесу отримання металу.

Оскільки основним критерієм довговічної й надійної експлуатації кільця опорного є рівень термічних напружень, який залежить від нерівномірної температури ділянок кільця, оскільки сучасна технологія не забезпечує рівномірний знос футерівки й, отже, рівномірний нагрів корпусу, відповідно не забезпечується рівномірний нагрів внутрішньої стінки кільця, то необхідні додаткові заходи (рішення) вирівнювання температури нагріву ділянок кільця.

Рішенням є збільшення зазору між корпусом конвертера й внутрішньою стінкою кільця опорного.

Саме по собі збільшення відстані знижує нагрів кільця, до того ж поліпшується природна вентиляція, й з'являється можливість розміщення додаткових пристроїв, що знижують нагрів кільця.

Однак рівномірне збільшення зазору між конусом конвертера й опорним кільцем призводить до збільшення зовнішнього діаметра кільця, пов'язаного з габаритами та розташуванням оточуючого обладнання, що особливо істотно, а часто й неможливо при проведенні модернізації конвертерів в діючих цехах.

Рішення полягає в створенні такої конструкції опорного кільця конвертера, яка забезпечить зниження термічних напружень у кільці без збільшення його габаритів, пов'язаних з оточуючим обладнанням (рис. 2.16).

Це вирішується тим, що враховуючи специфічну топографію розпалу футерівки й відповідно температури ділянок кільця, запропоновано збільшувати зазор в основі, в зоні цапфових вузлів. Рішення пояснюється, зокрема, тим, що зміни виконуються в межах габаритів власне конвертера та не вимагають реконструкції оточуючого конвертерного обладнання.

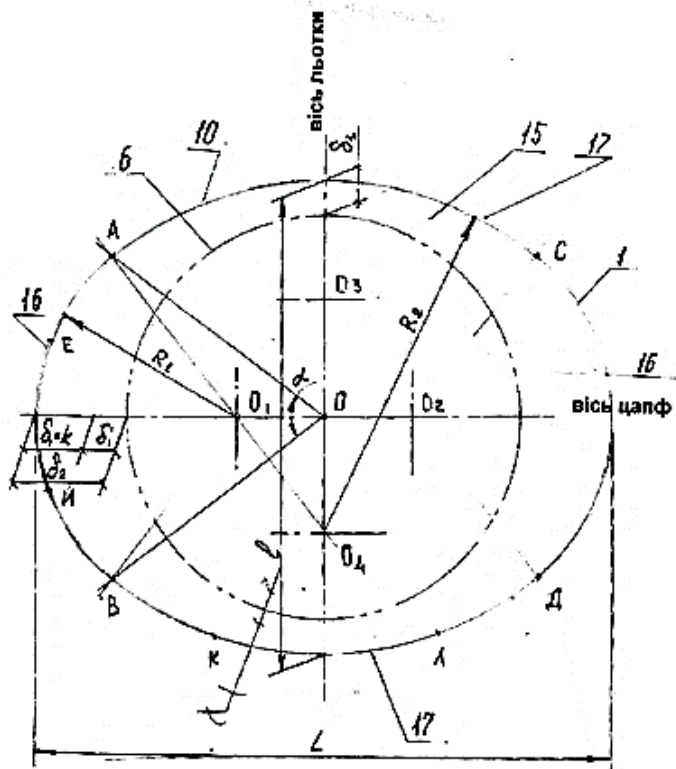


Рисунок 2.16 – Схема контуру внутрішньої поверхні кільця опорного овальної форми

2.9 Розрахунки механізмів кисневого конвертера

2.9.1 Розрахунок потужності приводу

Для розрахунку потужності приводу в кисневому конверторі використовуємо розрахунок потужності електроприводів роликів секцій прямолінійної ділянки приводної проводки [1].

Електроприводи повинні забезпечити переміщення. Сумарні моменти від сил опору обертанню верхніх і нижніх роликів можуть бути визначені по формулах

$$M_B = (\sum P + \sum G_B)(f + \mu d / 2) \quad (1)$$

$$M_H = (\sum P + \sum G_B + G_C)f + (\sum P + \sum G_B + G_C + \sum G_H)\mu d / 2 \quad (2)$$

де $\sum P$ – сумарна сила притиснення верхніх роликів, створювана дією гідроциліндрів, $\sum P = 2P = 2 \times 210 \cdot 10^3 = 420$ кН;

$\sum G_B$ – сумарна вага верхніх роликів, ;

f – коефіцієнт тертя кочення по роликах, $f = 0,003$;

μ – коефіцієнт тертя в опорах роликів, $\mu = 0,08$;

d – діаметр цапфи ролика, $d = 120$ мм ;

G_C – вага частини зливка в межах прямолінійної ділянки роликової проводки, $G_C = 4067$ Н;

$\sum G_H$ – сумарна вага нижніх роликів $\sum G_H = 3G_H = 3 \times 2068 = 6204$ Н.

$$M_B = (420000 + 4136) \cdot (0,003 + 0,08 \times 0,12 / 2) = 3308 \text{ Нм} \quad (3)$$

$$M_H = (420000 + 4136 + 4067) \times 0,003 + (420000 + 4136 + 4067 + 6204) \times 0,08 \times 0,12 / 2 = 3370 \text{ Нм} \quad (4)$$

2.9.2 Розрахунок п`ятисоплової фурми для конвертера ємністю 300 т, який працює з інтенсивністю продувки 5 м³/(т·хв)

Масові витрати кисню на фурму I_0 , кг/с

$$I_0 = \frac{G \cdot i \cdot p_0}{60} = \frac{300 \cdot 5 \cdot 1,42}{60} = 35,5 \quad (5)$$

де G – місткість конвертера, т; i – інтенсивність продувки, м³/(т·хв); p_0 – щільність технічного кисню, кг/м³;

$$p_0 = \frac{32 \cdot O_2 + 28 \cdot N_2}{22,4 \cdot 100} = \frac{32 \cdot 99,5 + 28 \cdot 0,05}{22,4 \cdot 100} = 1,42 \quad (6)$$

де O_2 та N_2 – кількість кисню та азоту у технічно чистому кисню, %.

Тиск кисню у підвідному шлангу $P_{шл}$, МПа:

$$P_{\text{шл}} = (0,85 \dots 0,90) \cdot P_{\text{м}} = 0,9 \cdot 2 = 1,8 \quad (7)$$

Температура кисню у шлангу $T_{\text{шл}}$, К:

$$T_{\text{шл}} = T_{\text{м}} \cdot \left(\frac{P_{\text{шл}}}{P_{\text{м}}}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} = 293 \cdot \left(\frac{1,8}{2,0}\right)^{\frac{1,4-1}{1,4}} = 284,21 \quad (8)$$

де κ – показник адіабати, $\kappa=1,4$.

Щільність кисню у шлангу, $\text{кг}/\text{м}^3$:

$$\rho_{\text{шл}} = \rho_0 \cdot \frac{P_{\text{шл}} \cdot T_0}{T_{\text{шл}} \cdot P_0} = 1,42 \cdot \frac{1,8293}{284,21 \cdot 0,1} = 26,35 \quad (9)$$

де T_0 і P_0 – температура та тиск кисню у нормальних умовах $P_0=0,1\text{МПа}$; $T_0=293\text{К}$.

Діаметр шлангу $d_{\text{шл}}$, що підводить кисень, м:

$$d_{\text{шл}} = \left(\frac{4 \cdot I_0}{\pi \cdot \rho_{\text{шл}} \cdot W_{\text{шл}}}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{4 \cdot 35,5}{3,14 \cdot 26,35 \cdot 50}\right)^{\frac{1}{2}} = 0,185 \quad (10)$$

де $W_{\text{шл}}$ – швидкість кисню у шлангу, $W_{\text{шл}}=40\dots 60\text{м}/\text{с}$, $W_{\text{шл}}=50\text{ м}/\text{с}$.

Витрати тиску у шлангу, що підводить кисень $P_{\text{шл}}$, МПа:

$$P_{\text{шл}} = \left(\xi_{\text{тр}} \cdot \frac{l_{\text{шл}}}{d_{\text{шл}}} + \xi_{\text{мс}}\right) \cdot \frac{W_{\text{шл}}^2}{2 \cdot g} \cdot \rho_{\text{шл}} \cdot 10^{-5} \quad (11)$$

$$P_{\text{шл}} = \left(0,06 \cdot \frac{23}{0,185} + 2,5\right) \cdot \frac{50^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 26,35 \cdot 10^{-5} = 0,33 \quad (12)$$

де $\xi_{\text{тр}}$ – коефіцієнт тертя, $\xi_{\text{тр}} = 0,05\dots 0,1$; $\xi_{\text{мс}}$ – коефіцієнт місцевого опору, $\xi_{\text{мс}} = 1,0\dots 2,5$, $l_{\text{шл}} = 23\text{ м}$.

Тиск кисню на вході у фурму $P_{\text{ф}}$, Мпа:

$$T_{\text{ф}} = T_{\text{шл}} \cdot \left(\frac{P_{\text{ф}}}{P_{\text{шл}}}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} = 284,21 \cdot \left(\frac{1,47}{1,8}\right)^{\frac{1,4-1}{1,4}} = 268,22 \quad (13)$$

Щільність кисню у фурмі, кг/м³:

$$p_{\phi} = p_0 \cdot \frac{T_0 \cdot p_{\phi}}{p_0 \cdot T_{\phi}} = 1,42 \cdot \frac{293 \cdot 1,47}{0,1 \cdot 268,22} = 22,8 \quad (14)$$

Швидкість кисню у трубці фурми W_{ϕ} , м/с:

$$W_{\phi} = \frac{4 \cdot I_0}{\pi \cdot d_{\phi}^2 \cdot p_{\phi}} = \frac{4 \cdot 35,5}{3,14 \cdot 0,203^2 \cdot 22,8} = 48,14 \quad (15)$$

де $d_{\phi} = 0,203$ м.

Витрати тиску у трубці фурми, МПа:

$$\Delta P_{\phi} = \left(\xi_{\text{тр}} \cdot \frac{l_{\phi}}{d_{\phi}} + \xi_{\text{мс}} \right) \cdot \frac{W_{\phi}^2}{2 \cdot g} \cdot p_{\phi} \cdot 10^{-5} \quad (16)$$

$$\Delta P_{\phi} = \left(0,05 \cdot \frac{23,28}{0,203} + 1 \right) \cdot \frac{48,14^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 22,8 \cdot 10^{-5} = 0,18 \quad (17)$$

де $\xi_{\text{тр}} = 0,03 \dots 0,05$, $\xi_{\text{мс}} = 0,5 \dots 1,0$, $l_{\phi} = 23,28$ м; $\xi_{\text{тр}} = 0,05$, $\xi_{\text{мс}} = 1,0$.

Тиск кисню перед соплами P_c , МПа:

$$P_c = P_{\phi} - \Delta P_{\phi} = 1,47 - 0,18 = 1,29 \quad (18)$$

Для забезпечення рівного ходу процесу тиск перед соплами повинен бути не менше 1,2 МПа.

Температура кисню перед соплами T_c , К:

$$T_c = T_{\phi} \cdot \left(\frac{p_c}{p_{\phi}} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} = 268,22 \cdot \left(\frac{1,29}{22,8} \right)^{\frac{1,4-1}{1,4}} = 258,38 \quad (19)$$

Щільність кисню перед соплами кг/м³:

$$p_c = p_0 \cdot \frac{T_0 \cdot p_c}{p_0 \cdot T_c} = 1,42 \cdot \frac{293 \cdot 1,29}{0,1 \cdot 258,38} = 20,77 \quad (20)$$

Тиск кисню у критичному перерізі сопла $P_{кр}$, МПа:

$$P_{кр} = 0,528 \cdot P_c = 0,528 \cdot 1,29 = 0,681 \quad (21)$$

Швидкість кисню у критичному перерізі сопла $W_{кр}$, м/с:

$$W_{кр} = \left(\frac{2 \cdot k}{k+1} \cdot RT_c \right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{2 \cdot 1,4}{1,4+1} \cdot 260 \cdot 258,38 \right)^{\frac{1}{2}} = 279,96 \quad (22)$$

де R – універсальна газова постійна, 260 Дж/(кг°С).

Температура кисню у критичному перерізі сопла $T_{кр}$, К:

$$T_{кр} = 0,834 \cdot T_c = 0,834 \cdot 258,38 = 215,49 \quad (23)$$

Щільність кисню у критичному перерізі сопла, кг/м³:

$$p_{кр} = p_c \cdot \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{1}{k-1}} = 20,77 \cdot \left(\frac{2}{1,4+1} \right)^{\frac{1}{1,4-1}} = 13,17 \quad (24)$$

Масова витрата кисню через одне сопло I_1 , кг/с:

$$I_1 = \frac{I_0}{n} = \frac{35,5}{5} = 7,1 \quad (25)$$

де n – кількість сопел.

Площина критичного переріза сопла $S_{кр}$, м²:

$$S_{кр} = \frac{I_1}{p_{кр} \cdot W_{кр}} = \left(\frac{7,1}{13,17 \cdot 279,96} \right) = 0,0019 \quad (26)$$

Діаметр критичного переріза сопла $d_{кр}$, мм:

$$d_{кр} = 1000 \cdot \left(\frac{4 \cdot S_{кр}}{\pi} \right)^{\frac{1}{2}} = 1000 \cdot \left(\frac{4 \cdot 0,0019}{3,14} \right)^{\frac{1}{2}} = 49,2 \quad (27)$$

Температура кисню на виході із сопла T_2 , К:

$$T_2 = T_{кр} \cdot \left(\frac{P_2}{P_{кр}}\right)^{\frac{k-1}{k}} = 215.49 \cdot \left(\frac{0.13}{0.681}\right)^{\frac{1.4-1}{1.4}} = 134.19 \quad (28)$$

Тиск на виході із сопла P_2 приймається рівним:

0,11...0,12 МПа для $G \leq 100$ т;

0,12...0,13 МПа для $G = 100 \dots 200$ т;

0,13...0,16 МПа для $G \geq 200$ т.

Щільність кисню на виході з сопла, $\text{кг}/\text{м}^3$:

$$p_2 = p_{кр} \cdot \left(\frac{T_2}{T_{кр}}\right)^{\frac{1}{k-1}} = 13.17 \cdot \left(\frac{134.19}{215.49}\right)^{\frac{1}{1.4-1}} = 4.03 \quad (29)$$

Швидкість кисню на виході із сопла W_2 , $\text{м}/\text{с}$:

$$W_2 = \left[\frac{2 \cdot k}{k-1} \cdot R \cdot (T_c - T_2)\right]^{\frac{1}{2}} = \left[\frac{2 \cdot 1.4}{1.4-1} \cdot 260 \cdot (258.38 - 134.19)\right]^{\frac{1}{2}} = 475.42 \quad (30)$$

Площина вихідного перерізу сопла S_2 , м^2 :

$$S_2 = \frac{I_1}{p_2 \cdot W_2} = \frac{7.1}{4.03 \cdot 475.42} = 0.0037 \quad (31)$$

Діаметр критичного перерізу сопла d_2 , мм :

$$d_2 = 1000 \cdot \left(\frac{4 \cdot S_2}{\pi}\right)^{\frac{1}{2}} = 1000 \cdot \left(\frac{4 \cdot 0.0037}{3.14}\right)^{\frac{1}{2}} = 68.7 \quad (32)$$

Довжина дифузора l_2 , мм :

$$l_2 = (d - d_{кр}) \cdot \frac{1}{2 \cdot \text{tg} \frac{\alpha}{2}} = (68.7 - 49.2) \cdot \frac{1}{2 \cdot 0.07} = 139.23 \quad (33)$$

де кут розкриття дифузора $\alpha = 6 \dots 12^\circ$.

Довжина конфузору (до критичної частини сопла) l_1 , мм :

$$l_1 = 0.5 \cdot d_{кр} = 0.5 \cdot 49.2 = 24.6 \quad (34)$$

Діаметр вихідного перерізу конфузора d_1 , мм:

$$d_1 = 1.1 \cdot d_{кр} = 1.1 \cdot 49.2 = 54.1 \quad (35)$$

Загальна довжина сопла l , мм:

$$l = l_1 + l_2 = 24.6 + 139.23 = 163.8 \quad (36)$$

Радіус окружності конфузора у критичному перерізі:

$$r_{окр} = d_{кр} \quad (37)$$

Для внутрішнього діаметра труби фурми, що підводить кисень, повинне дотримуватися співвідношення:

$$d_{\phi} \geq d_{кр} \sqrt{3n} = 49.2 \cdot \sqrt{3} \cdot 5 = 190.6 \text{ мм.} \quad (38)$$

де n – кількість сопел у наконечнику фурми.

Приймаємо $d_{\phi} = 203$ мм, що відповідає приведену у таблиці 2.1 внутрішньому діаметру фурми.

У тому випадку, якщо за приведеною формулою співвідношення не виконується, то обирають трубу, внутрішній діаметр якої відповідає цьому співвідношенню.

Рекомендований кут нахилу сопел приймається згідно таблиці 2.2 та складає 20° .

Таблиця 2.1 – Характеристики фурм для конвертерної плавки з верхнім кисневим дуттям

Характеристика	Номінальна місткість конвертера, т сталі						
	400	350	300	250	160	130	100
Довжина фурми, м	28	26,50	23,28	23,03	17,64	15,40	15,00
Зовнішній діаметр, мм	470	426	325	300	245	203	203
Внутрішній діаметр, мм	330	283	203	170	170	102	102
Максимальна витрата кисню, $\text{нм}^3/\text{хв}$	3200	2800	1500	900	800	–	–
Максимальна витрата води на охолодження, $\text{м}^3/\text{год}$	550	500	350	250	175	–	–
Тиск кисню перед фурмою, МПа	2,0	2,0	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5
Тиск води перед фурмою, МПа	1,5	1,5	1,5	1,2	1,2	1,2	1,2

Таблиця 2.2 – Рекомендований кут нахилу сопел до вертикалі

Кількість сопел, шт.	3	4	6	8
Кут нахилу, °	10–15	15–20	20–25	25–30

РОЗДІЛ 3 МОНТАЖ, РЕМОНТ І ЗМАЩУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ

3.1 Ремонт, монтаж і змащення машини для подачі кисню в конвертор

Гідравлічні системи машинного обладнання спроектовані і зібрані з урахуванням забезпечення безперебійної експлуатації протягом багатьох років за умови проведення належного техобслуговування[8]. У разі виникнення дефекту приведені вказівки допоможуть при виявленні і усуненні причини неполадки (таблиця 3.1). Ці вказівки відносяться виключно до устаткування, не підданим змінам по відношенню до його стану при постачанні і змонтованому на машинах відповідно до креслень.

Таблиця 3.1 – Перелік можливих неполадок та їх усунення

Неполадки	Можливі причини	Усунення неполадок
1	2	3
Устаткування кисневої фурми		
1. Втрати води в нижньому кінці фурми	- ущільнити 6-струминне сопло	- замінити сопло
2. Втрати води на патрубку	- витік - зломане кільце круглого перерізу	- усунути - замінити
3. Вихід газу	- ущільнити кисневий шланг - зломане кільце круглого перерізу - ущільнити втулку подачі середовищ	- замінити - замінити - замінити

Продовження таблиці 3.1

1	2	3
4. Гранично висока температура шестерні лебідки для фурми	- знос підшипника	- замінити зношений підшипник
5. Втрати масла на шестерні лебідки для фурми	- дефектне ущільнення	- замінити ущільнення
6. Провисання канату	- блокування під час підйому фурми - надмірне подовження каната	- відстань роликів занадто маленька - очистити рейки для візка, що направляє - фурма заблокована - освіта холонули на горловині конвертера - повторно встановити канатну підвіску
7. Фурма не переміщається до точки продування	- подвижна опора фурми не позиціонується над стаціонарною направляючою	- перевірити привод переміщення - перевірити блокувальний пристрій - перевірити кінцеві вимикачі
Гідроагрегат		
8. Насос не працює	- електричний дефект (живлення двигуна) - муфта пошкоджена	- замінити муфту
9. Насос не чинить необхідний тиск	- установка тиску запобіжного клапана неправильна (занадто низька)	- настроїти тиск на 80 бар (макс. допустимо: 90 бар)

Продовження таблиці 3.1

1	2	3
10. Насос створює ненормальний шум	в'язкість масла занадто висока	- підігріти масло або замінити маслом з низькою в'язкістю
11. Двигун не запускається	насос дефектний і має бути відремонтований рівень масла занадто низький відсічний клапан в лінії всмоктування відкритий не повністю - багатofазний асинхронний індукторний двигун не працює (дефект або немає напруги)	- замінити насос - поповнити масло та перевірити систему - відкрити клапан
12. Насос не подає масло з необхідним тиском	на запобіжному клапані встановлений занадто низький тиск - в гідросистемі є витік - муфта між двигуном і насосом дефектна	- перевірити двигун - встановити вищий тиск на запобіжному клапані - перевірити систему і замінити дефектну деталь - замінити насос - замінити муфту
13. Електромагнітний клапан не правильно працює	- соленоїд дефектний - соленоїд не забезпечується напругою - внутрішні деталі клапана несправні	- замінити соленоїд - перевірити електроживлення і електричний з'єднувач соленоїда - замінити клапан

Продовження таблиці 3.1

1	2	3
14. Циліндр не рухається	<ul style="list-style-type: none"> - двигун/насос несправний - направляючий розподільник дефектний - ущільнення циліндра дефектне/ витік 	<ul style="list-style-type: none"> - замінити насос - поповнити масло і перевірити систему - відкрити клапан - замінити муфту
15. Індикатор показує забруднення фільтру	- елемент, що фільтрує, забруднений	<ul style="list-style-type: none"> - замінити комплект ущільнень циліндра - замінити елемент фільтрує
16. Реле рівня зупиняє електродвигун	- недостатня кількість масла	<ul style="list-style-type: none"> - перевірити трубопроводи на наявність витоків - поповнити масло до верхньої межі датчика рівня рідини
17. Термостат зупиняє електродвигун	- температура масла надто висока	<p>З'ясування причини: якщо не вимагається циркуляція, насос не повинен працювати</p> <p>перевірити справність підігрівача</p> <ul style="list-style-type: none"> - термостат несправний
18. Індикатор показує забруднення фільтру	- елемент, що фільтрує, забруднений	- замінити елемент, що фільтрує, новим елементом

3.2 Порядок монтажу кисневої фурми і її демонтажу у разі ремонту

Загальні інструкції по монтажу і демонтажу

Роботи по ремонту і техобслуговуванню повинні виконуватися тільки кваліфікованим персоналом[9].

Устаткування верхньої фурми вважається цілісним пристроєм.

Приписи по кисню підлягають строгому дотриманню.

У разі проведення робіт по ремонту і техобслуговуванню устаткування фурми необхідно відключити електроживлення і лінію подачі азоту аварійного приводу

Для проведення ремонтних робіт на ділянці патрубків фурми передбачити кришку, щоб ніхто не падав в отвір патрубка.

Стежити за тим, щоб всі киснепроводи верхньої фурми, кисневі шланги і кисневий компенсатор були повністю вільні від масла і консистентного мастила.

Порядок демонтажу кисневої фурми(рис 3.1):

- Привести замінювану фурму у верхню позицію.
- Перемістити фурму в резервне положення (таким чином резервна фурма стає робочою фурмою).
- Не можна переміщати рухливу опору фурми до закінчення заміни фурми.

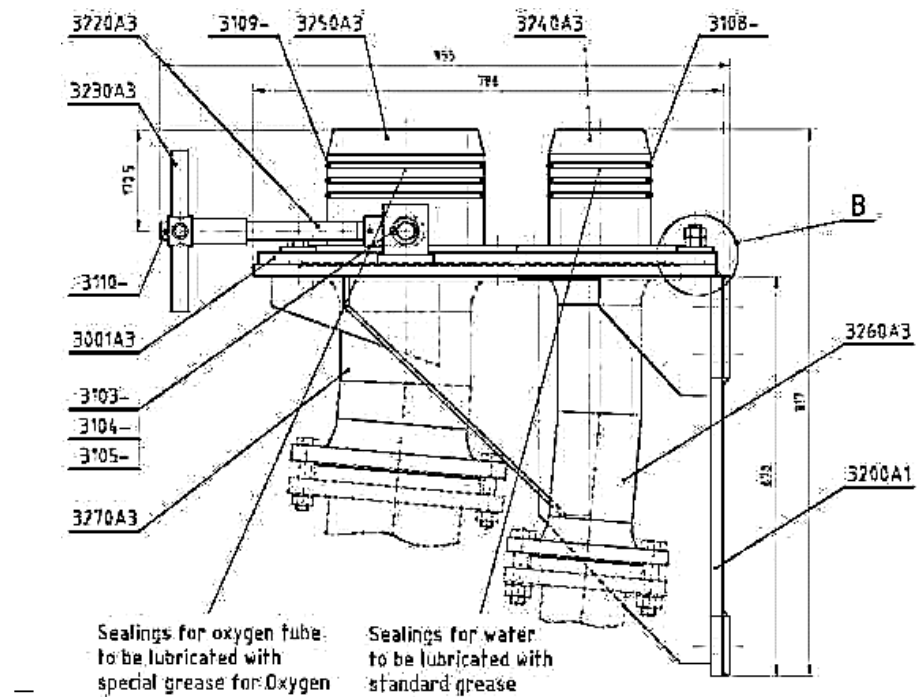


Рисунок 3.1 – Заміна кисневої фурми

- Вимкнути приводний клапан FSV в подаючій лінії води, що охолоджує, і в подаючій лінії кисню на відповідному клапанному стенді з головного поста управління (перевірка за допомогою оптичного позиційного сигналу зворотного зв'язку на головному пульті управління).
- Закрити ручний відсічною клапан такою, що подає і відводить ліній води.
- Замінити шланги.
- Звільнити і вийняти обидва важелі, використовуючи крутні.
- Зняти фіксувальний болт з центруючого кронштейна фурменого візка.
- Прикріпити крюк крану для техобслуговування фурми.
- Підняти фурму приблизно 400 мм, висунути її з фурменого візка і перевезти її до стійки для зберігання фурм.
- Порядок монтажу кисневої фурми
- Контролювати кільця круглого перерізу на втулках водопроводу і, при необхідності, замінити їх.
- Замінити кільця круглого перерізу на втулці кислородопровода.

- Змонтовані нові кільця круглого перерізу змастити консистентним мастилом для монтажу кілець круглого перерізу для кисневого фітингу.
- Перевірити консистентне мастило незамінених кілець круглого перерізу і, при необхідності, поповнити новим консистентним мастилом (рис. 3.2).
- Взяти нову фурму із стійки для зберігання фурм.
- Змонтувати фурму в зворотній послідовності демонтажу.
- Після монтажу фурму перевірити на наявність витоків.
- Перевірити співісну фурми і патрубків витяжного зонта. Налаштування підпружиненого центруючого пристрою виробляється за допомогою гідравлічного центруючого пристрою.

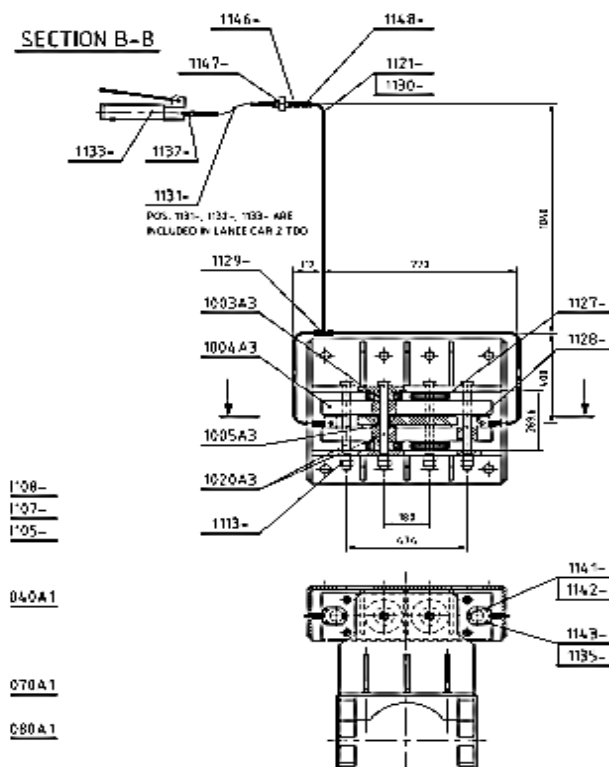


Рисунок. 3.2 – Система подачі консистентного мастила

3.3 Порядок ремонту фурм

Загальноприйнятий метод ремонту фурм

Роботи виконуються на майданчику, розташованому на відмітці +31,3 м, з фурою у вертикальному положенні[10]. Щоб уникнути вигинання, фура підпирається за допомогою шаблону.

Для установки лежачих фурм у вертикальне положення підвішена на крюку крану фура затискається пристосуванням для захисту наконечника. Це пристосування може адаптуватися до різних діаметрів наконечників верхніх фурм і фурмозондів.

Під час опускання фури краном захисне пристосування наконечника фури виконує бічне переміщення, встановлюючи фури в горизонтальне положення. На майданчику +31,1 м передбачена ділянка шириною приблизно 34 м для ремонту або зміни зовнішніх і внутрішніх труб фури (рис. 3.3).

Необхідно стежити за тим, щоб усе киснепроводи верхньої фури, кисневі шланги і кисневий компенсатор були повністю вільні від масла і консистентного мастила. Не можна використовувати електричні прилади.

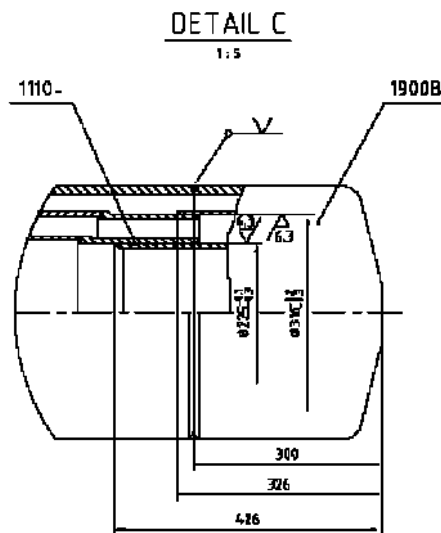


Рисунок. 3.3 – Майданчик для ремонту фурм

3.4 Ремонт пошкодженого наконечника фурми

Зміна наконечників верхніх фурм і фурм-зондів виробляється у вертикальному положенні [11]. Для проведення цієї операції фурми зі зношеними наконечниками краном встановлюються на стійці, розташованій на відмітці +56,92 м. Зміна наконечника виконується з майданчика на відмітці +31,3 м.

Устаткування для ремонту фурм встановлене на роliках, що забезпечує його переміщення в різні робочі зони майданчика, розташованого на відмітці +31,3 м.

Після установки фурм краном на опори, необхідно просвердлити діру в мідному наконечнику, щоб видалити воду, і зрізати зношений наконечник фурми відрізною машиною з пневмоприводом на відстані 300 мм від кінця труби верхньої фурми.

Для виконання цієї операції ремонтне устаткування переміщається під корпус фурми і під приймач телескопічної конструкції, після чого поворотний стіл настраюється по висоті за допомогою шпинделя доти, як круг відрізної машини знаходиться на відмітці зварного шва між наконечником фурми і корпусом фурми. Скинута вода спочатку збиратиметься в регульованому водяному баку, а потім, через колектор по гнучкому шлангу відводиться вниз в головний колектор.

Для забезпечення різання по усьому колу поворотний стіл обертається від руки. Відрізаний наконечник фурми забирається вручну після того, як корпус фурми звільнений з центруючого пристрою. Платформа і приймач телескопічної конструкції опускаються і наконечник фурми стягується від руки.

Для пресування нового наконечника на тіло фурми, підйомний гвинт встановлюється на тому ж візку. Кріплення нового наконечника ослабляється за допомогою шпинделя. Це необхідно через те, що вага нового наконечника фурми перевищує можливості техобслуговуючого персоналу. Крім того, встановлюються ущільнення на внутрішні кільця, що створює додатковий опір при пресуванні нового наконечника на посадочне місце.

Услід за позиціонуванням нового наконечника необхідно зварити наконечник з фурмою за допомогою передбаченого для цього зварювального апарату.

Потім виконується випробування наконечника на герметичність за допомогою водногліколевої рідини, стійкої до температур до -37°C . Для цього фурму необхідно оснастити адаптерами. Те ж саме відноситься до устаткування фурми – зонду.

Для випробування на герметичність використовується вода під тиском 25 бар. Цей тиск підтримується упродовж приблизно 30 хвилин, причому протягом цього періоду не повинно бути ніякого витoku.

Тиск в 10 бар повинен підтримуватися упродовж 15 хвилин без втрат тиску. Головна мета випробування - виключення втрат тиску як на зварному шві наконечника, так і на кільцях ущільнювачів круглого перерізу усередині сопла. Випробування тиском проводиться, коли фурма підвішена на ремонтному стенді у вертикальному положенні.

3.5 Заміна шлангів

Демонтаж

- Привести кисневу фурму у верхню позицію і перемістити фурмотримач в позицію очікування[15].
- Неможна переміщати устаткування фурми з пульта управління до закінчення робіт.
- Вимкнути приводний клапан в подаючій лінії води, що охолоджує, і в подаючій лінії кисню на клапанних стендах.
- Закрити ручні відсічні клапани, передбачені для ліній води, що охолоджує.
- Прикріпити шланги до крану фурми.
- Від'єднати водяні шланги і кисневий шланг на майданчику ТП.
- Прикріпити шланги до крану фурми.

- Від'єднати водяні шланги і кисневий шланг на майданчику фурмодержателя.
- Опустити шланги для води та шланг для кисню на майданчик техобслуговування за допомогою крану.

Монтаж

- Приєднати водяні шланги і кисневий шланг в зворотній послідовності інструкцій по демонтажу.
- Встановити ущільнення водяних і кисневих шлангів і затягнути болти.
- Зміна роликів фурменого візка 1 (2) (рис.3.4)
- Демонтувати кисневу фурму.
- Змонтувати ліси на майданчику техобслуговування.
- Перемістити візок направляючої фурми в нижню кінцеву позицію.
- Підняти фурмений візок краном і покласти розпірку між механічним бампером і нижнім кінцем фурменого візка.
- Маркірувати ексцентрикове положення осі замінюваного направляючого ролика.
- Злегка підняти фурмений візок гідравлічним пресом.
- Вставити клин між фурменим візком і рамою направляючої фурми для зняття навантаження з ролика.
- Демонтувати пошкоджений ролик і встановити новий направляючий ролик.
- Видалити клин між фурменим візком і рамою направляючої фурми.
- Прибрати гідравлічний прес.
- Перемістити візок направляючої фурми у верхню позицію.
- Видалити ліси.
- Змонтувати кисневу фурму.

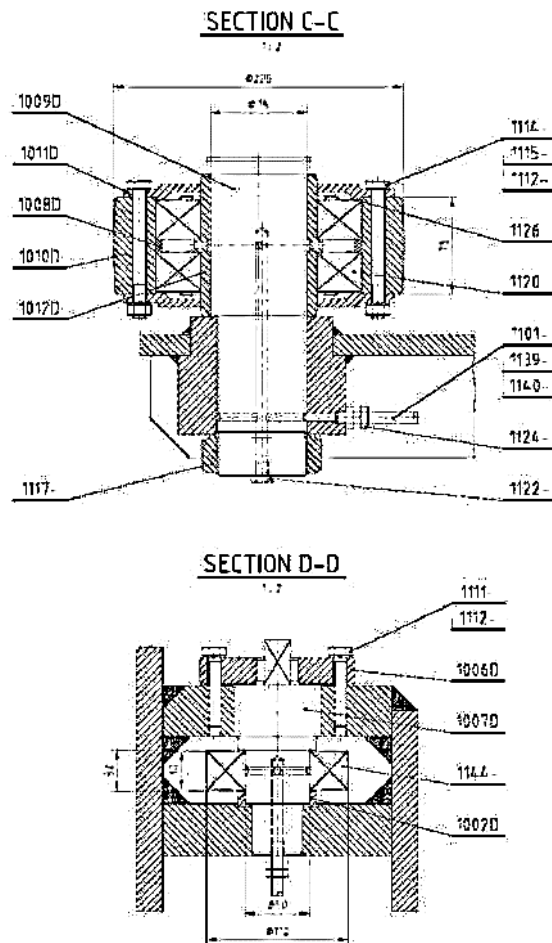


Рисунок. 3.4 – Пояснення до заміни роликів фурменого візка

3.6 Зміна канатів

Демонтаж

Демонтувати кисневу фурму з візка направляючої фурми відповідно до інструкцій.

Перемістити візок направляючої фурми в нижню кінцеву позицію.

Зафіксувати фурменний візок краном і покласти розпірку між механічним бампером і нижнім кінцем фурменого візка (рис. 3.5).

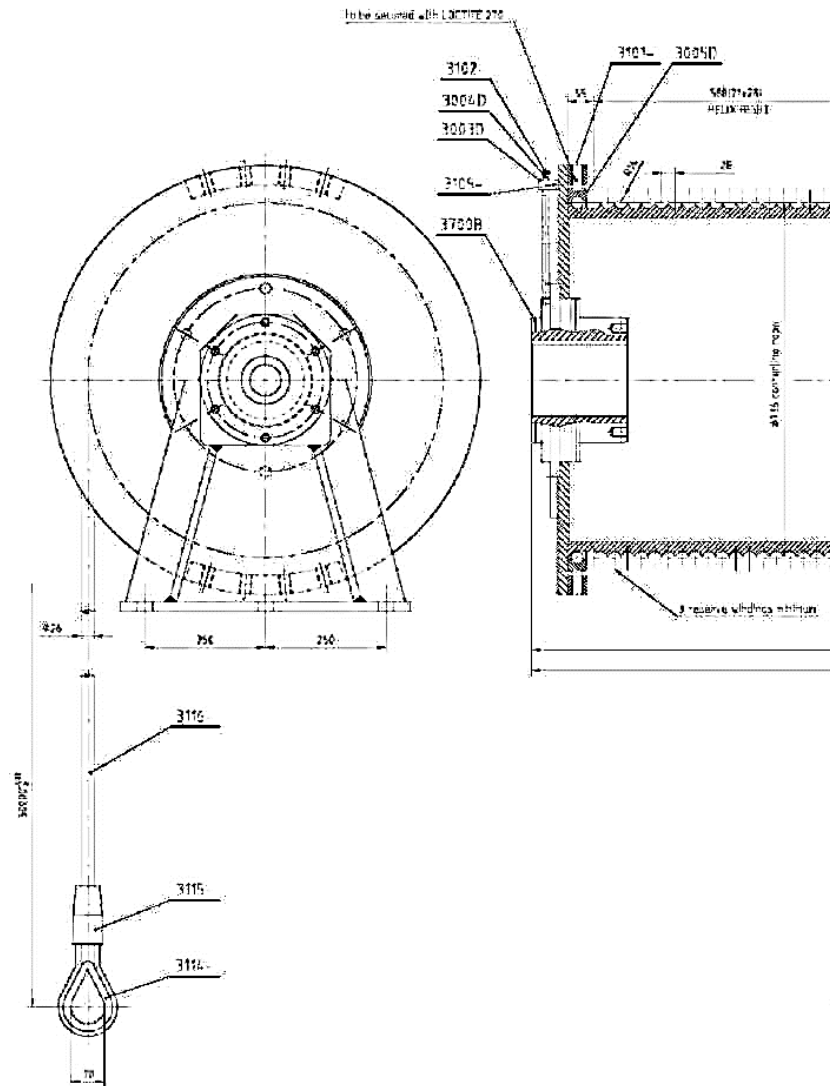


Рисунок. 3.5 – Заміна канатів

- Помістити канат близько до кінця канатного барабана за допомогою крану.
- Відкрити затискні сегменти і зняти канат з канатного барабана.
- За допомогою крану опустити дротяний канат на майданчик для техобслуговування і зафіксувати другий кінець дротяного каната близько до фурмотримачу.
- Відкрити шплінт і зняти штифт з голівкою і отвором під шплінт.
- За допомогою крану витягнути канат з фурменого візка.

Монтаж

- Покласти новий головний канат на канатний барабан.

- Зафіксувати канат затискними сегментами і шпильками з гвинтовою нарізкою.
- Укласти 3 витки на барабан.
- Завести головний канат через блок, встановлений на фурменому візку і з'єднати головний канат.
- З'єднати утримувач дротяного каната штифтом з голівкою і отвором під шплінт і шплінтом.
- Покласти аварійний канат на канатний барабан.
- Зафіксувати канат затискними сегментами і шпильками з гвинтовою нарізкою.
- Укласти 3 витки на барабан.
- Направити аварійний канат через блок, встановлений на фурменому візку до блоку поряд з кисневою фурмою і з'єднати аварійний канат з канатною підвіскою з пружинною опорою.
- З'єднати дротяний канат штифтом з голівкою, отвором під шплінт і шплінтом.
- Відрегулювати довжину аварійного каната згідно з довжиною головного каната, відрегулювавши кріплення каната на канатному барабані.
- Перемістити візок направляючої фурми у верхню позицію.
- Змонтувати кисневу фурму відповідно до інструкцій.
- Зміна муфти циліндра канатного барабана
- За допомогою крану підняти фурмений візок для зняття навантаження з дротяного каната і зафіксувати її в цьому положенні.
- Відгвинтити болти опорного підшипника канатного барабана.
- Від'єднати мастильний трубопровід з муфти циліндра.
- Відгвинтити болти між муфтою циліндра і канатним барабаном.
- За допомогою крану підняти канатний барабан для зняття навантаження з канатного барабана.

- Зняти канатний барабан з муфти циліндра убік, використовуючи силові гвинти.
- За допомогою крану перемістити канатний барабан убік в цілях звільнення робочої зони для муфти циліндра, і зберігати його на дерев'яних прокладеннях.
- Демонтувати муфту циліндра з редуктора.
- Підігріти нову муфту до макс. 80°C та надіти його за допомогою крану.

Змонтувати канатний барабан в зворотній послідовності наведеного вище опису.

Інструкції, що стосуються деталей рухливих фурмоутримувачів

3.7 Демонтаж ходового колеса.

Демонтувати кисневу фурму відповідно до інструкцій.

Встановити ліси на балці підвізкового шляху для захисту шасі від пересування.

До початку ремонтних робіт відпустити механізм лінійного переміщення з блокуванням.

Підняти рухливі фурмоутримувачі за допомогою гідравлічного пресу так, щоб ходове колесо піднялося з рейки.

Змінити колесо в зборі.

Направити блок коліс в майстерню і відремонтувати його.

Монтаж нового або відремонтованого блоку ходових коліс виробляється в зворотній послідовності.

Налаштування рухливої направляючої фурми по відношенню до стаціонарної направляючої фурми здійснюється ексцентриковим роликком.

Регулювання подовження каната

При подовженні допоміжного каната необхідно виконати наступні операції:

Демонтувати кисневу фурму з візка направляючої фурми відповідно до інструкцій.

Перемістити візок направляючої фурми в нижню кінцеву позицію.

Зафіксувати запобіжний канат близько до кінця канатного барабана за допомогою крану.

Відкрити затискні сегменти і завести запобіжний канат на канатний барабан (додатково на 150 мм).

Зафіксувати затискні сегменти.

Перемістити візок такою, що направляє у верхню позицію.

Змонтувати кисневу фурму відповідно до інструкцій.

Холодні випробування (таблиця 3.2).

Кожна окрема деталь установки підлягає перевірці на правильне функціонування.

Таблиця 3.2 – Програма холодних випробувань

Устаткування	Заходи
Киснева фурма	- Перевірити з'єднання водяних і кисневих шлангів, вертулки, швидкодіючі і інші з'єднання
Направляючий візок	Перевірити кінцеві вимикачі Перевірити співвісність положення кисневої фурми по відношенню до патрубку парасольки для охолодження газів системи подовження каната - Перевірити систему контролю подовження і провисання каната - Перевірити ролики шляхом підйому і опускання
Шланги	Провести випробування на герметичність (тривалість випробування при робочому тиску - 30 хв.) - Перевірити належне підвішування водяних і кисневих шлангів в найнижчих і найвищих точках, без порушення габариту наближення суміжних будов
Система водяного охолодження	- Провести перевірку на герметичність

Продовження таблиці 3.2

Напрямна / утримувач фурми	<p>Перевірити вивіряння направляючих в положеннях продування і очікування</p> <p>Перевірити проміжки направляючих</p> <p>Перевірити вивіряння циліндра переміщення відносно його паралельності з рейкою</p> <p>Перевірити стопорні механізми</p> <p>Перевірити систему контролю подовження і провисання каната.</p> <p>Перевірити співвісну положення фурми у відношенні до патрубку витяжної парасольки.</p>
Підйомне устаткування	<p>Включити електродвигун і перевірити правильність напрямку обертання</p> <p>Перевірити рівень масла в редукторі.</p> <p>Перевірити правильність навивки каната на канатний барабан.</p> <p>Перевірити акуратність регулювання гальм приводів.</p> <p>Перевірити ущільнення і належне регулювання усіх муфт після короткої пробної експлуатації (10 хв.).</p> <p>Перевірити відсутність піни в маслі редуктора.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Перевірити можливість нахилу конвертера, у тому числі при знаходженні фурми нижче за точку V1 (= точка блокування). - Швидкозапірні кисневі клапани повинні відкриватися після проходження точки V2 (V2 = точка перемикачів). - Перевірити швидкість переміщення фурми в штатному режимі роботи. - Перевірити швидкість переміщення фурми в аварійному режимі роботи. - Перевірити стан фірми в заздалегідь запрограмованій точці продування. - Перевірити включення гальм при включенні вимикача аварійного стану. - Перевірити пневматичний пристрій аварійного підйому. <ul style="list-style-type: none"> - Імітувати зникнення електроживлення. - Перевірити повернення кисневої фурми пневматичним пристроєм аварійного підйому. - Перевірити зупинку фурми за рахунок кінцевого вимикача для аварійного підйому.

3.8 Вказівки щодо змащення устаткування

Термін служби усього устаткування і його безперебійна експлуатація в основному залежать від ретельного та правильного мастила маслом і/або консистентним мастилом[18]. У разі заміни мастильних матеріалів і/або повторного мастила, завжди перевіряти стан мастильних ніпелів.

Підшипники на початку монтажу заповнюються густим мастилом, а потім необхідна кількість мастильного матеріалу вдавлюється через мастильні ніппели (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 – Перелік вузів змащення

Змащення		Призначення	Тип мастила	Використовуваний мастильний матеріал	Первинне заповнення	Кількість мастильного матеріалу	Періоди повторного мастила	Періодичність мастила	Примітки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
з 1 до 8	8	Провідні ролики візка кисневої фурми 1 + 2, поз.1120, 1144	9	КР 2К	-	-	-	-	Змащення протягом усього періоду експлуатації
9	1	2 канатні шківни візка кисневої фурми, поз. 1119	1	КР 2К	200	50	6М	-	

Продовження таблиці 3.3

10	2	Канатний барабан, поз. 3000	1	КР 2К	200	50	6М	-	
11	2	Зчіпна стійка, поз. 3000	4	КР 2К	650	50	12М	-	
12	2	Механізм лебідки кисневої фурами	2	CLP 220	-	-	-	-	
13	2	Пневматичний двигун, поз. 8002,8005	2	CLP 220	2	До відміченого рівня	При необхідності	12 М	
14	4	Дотяний мотузок і барабан, поз.3000	-	КР 2К					не змащувати
15	2	Двигун гальмівного механізму, поз. 8001	2	CLP 220	4	До відміченого рівня	При необхідності	24 М	See Enclosures SEW
16	2	підтримувач механізму зупинки каната, поз.4000	1	КР 2N	-	-	-	12 М	Змастити перед установкою на поверхню

Продовження таблиці 3.3

17	4	Колесо, поз. 2009	2	КР 2N	400	120	6М	-	
18	4	Лінійний привод, поз. 1800, 0007	7	MOLYCOTE	-	-	3М	-	Зовнішній конічний ведучий d 90
19	1	Гідроприс- трій для руху цилін- дра, поз. 6000	5	водний гли- коль	100	До відмі- ченого рі- вня	При не- обхіднос- ті	24 М	
20	1	Гніздо для кисневого шланга, поз. 3250	7	Klüberalfa YV 93-302	-	-	При кож- ній зміні фурми	-	Легка змащення
21	2	Гніздо для водяного шланга, поз. 3240	7	КР 2К	-	-	При кож- ній зміні фурми		Легка змащення

Розташування точок змащування вказані на кресленнях, а усі необхідні дані (частина машини, тип мастила, мастильний матеріал, кількість мастила для повторного мастила, частота мастила і так далі) вказані в переліках мастила в наступному порядку:

1. Серійний номер точки змащування в схемі мастила.
2. Кількість точок змащування на машину.
3. Призначення
4. Тип мастила, дані по наступних типах смазки:

- ніпель для консистентного мастила
- змащення уприскуванням
- заповнення консистентним мастилом
- центральна система заповнення мастилом
- змащення по замкнутому контуру
- змащення таким, що розпиляло
- застосування мастила щіткою, аерозоль і тому подібне
- передача мастила примусово
- постійне змащення (довічно)

5. Використовуваний мастильний матеріал

6. Первинне заповнення по точках змащування (масло в літрах, консистентне мастило в см³.)

7. Кількість мастильного матеріалу для повторного мастила (поповнення) по точках змащування (масло в літрах, консистентне мастило в см³.)

8. Періоди повторного змащення (частота заповнення) приведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Часовий інтервал для періодичного змащення заснований на добовому режимі роботи

Інтервали часу	Позначення
щодня	1 D
кожні два дні	2 D
кожні 3 дня	3 D
щотижня	1 W
раз в дві неділі	2 W
щомісячно	1 M
раз в 2 місяці	2 M
раз в 3 місяці	3 M
раз на півроку	6 M
раз на рік	12 M
раз в два роки	24 M

Протягом цього періоду відповідна точка змащування змащується кількістю мастила, вказаною в графі 6.

9: Період заміни мастила.

Цей період заснований на добовому режимі роботи. Протягом цього періоду необхідно замінити мастильний матеріал у відповідній точці змащування(рис.3.6; 3.7)

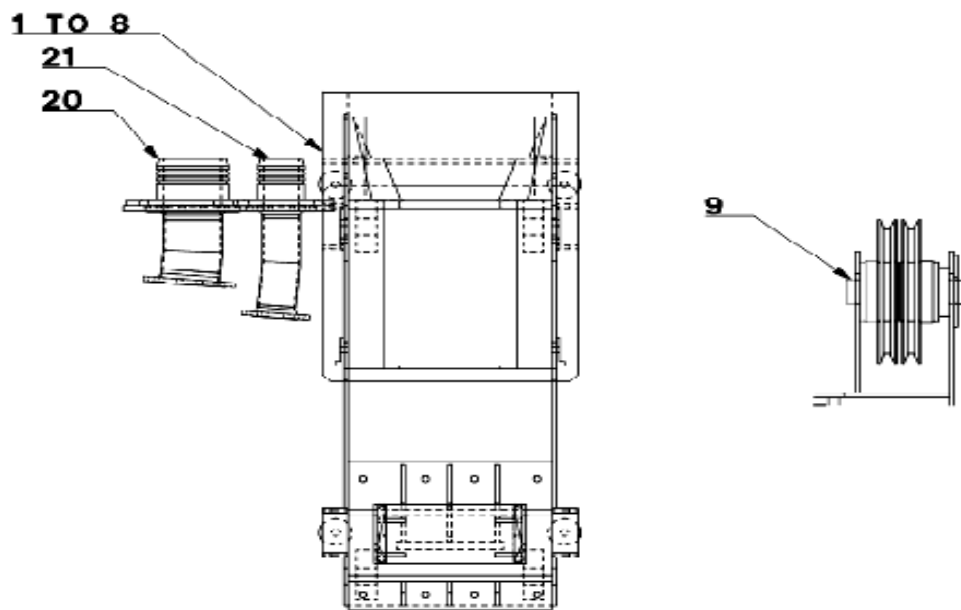


Рисунок. 3.6 – Положення вузлів змащення 1-8,9,20,21.

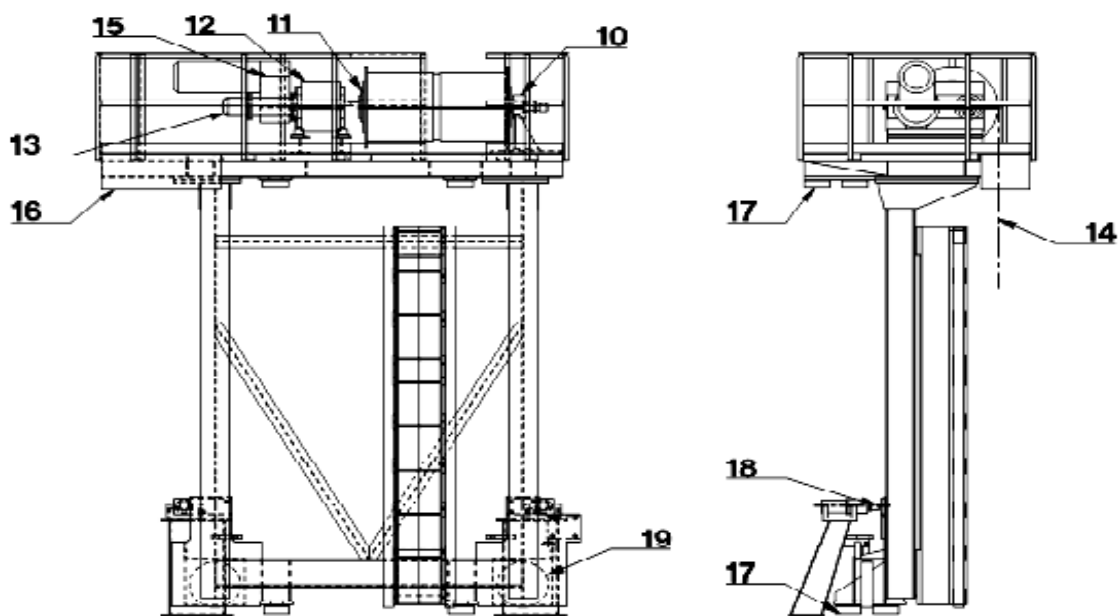


Рисунок. 3.7 – Положення вузлів змащення 10-19.

РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТІВ

4.1 Стислий опис ремонтної бази металургійного підприємства

До складу ремонтного господарства входять[20]:

Спеціалізовані ремонтні цехи, а саме: механічний; металоконструкцій; фасоноливарний; ремонту прокатного обладнання; ремонту металургійного обладнання; ремонту металургійних печей і обладнання; цех ремонту металургійних печей; цех ремонту кранового обладнання.

Цехові ремонтні ділянки обов'язкові в наступних цехах: агломераційний, доменний, конвертерний, сортопрокатний, водопостачання, енергосиловий, газовий, кисневий.

4.2 Основні техніко-економічні показники та склад обладнання спеціалізованих ремонтних цехів підприємства

Механічний цех обладнаний[21]:

Металорізальні верстати	123
Підйомно–транспортні машини	13
Преси	3
Молоти	3

Проектна потужність киснево – конвертерного цеху 310300 верстато–годин.

Цех металоконструкцій обладнаний:

Підйомно–транспортні машини	13
Транспортні машини	5
Металорізальні верстати	3
Ножиці	4
Преси	5

Згинальні машини	3
------------------	---

Машини і агрегати газоплазменої обробки	7
---	---

Проектна потужність цеху металоконструкцій складає 10000 т конструкцій в рік.

4.3 Планування організації ремонтів обладнання

Планування організації ремонтів обладнання включає в себе наступні елементи [22,23]:

1. План організації ремонтів (ПОР) і оперативний (лінійний або мережевий) графік складають з метою раціональної організації і виконання ремонту в цілому і доцільної послідовності проведення робіт на окремих ділянках.

2. ПОР на ремонт основних технологічних агрегатів складає виконавець ремонту разом із замовником у терміни:

- капітальних ремонтів відповідно до «Положення про капітальний ремонт основних промислово-виробничих фондів підприємств системи чорної металургії України»;
- поточних ремонтів за 5-7 днів до початку ремонту.

3. ПОР на поточний ремонт об'єкта повинний бути погоджений з відділом техніки безпеки підприємства і затверджений:

- по механічному устаткуванню – головним механіком підприємства (його заступником по відповідному виду виробництва);
- по металургійних агрегатах – відповідним головним фахівцем або головним інженером підприємства.

Допускається внесення в них, при необхідності, змін або доповнень, що повинні бути погоджені з тими ж особами й у ті ж терміни.

4. При складанні оперативного графіка і ПОР:

- установлюється послідовність виконання ремонтних робіт, передбачених ремонтною відомістю;

- визначаються ремонтні роботи й операції, які виконуються паралельно (одночасно);
- встановлюється тривалість кожної роботи й операції;
- визначається необхідне число робітників (по спеціальностях) для виконання кожного з передбачених видів робіт;
- встановлюється організація робіт підготовчого, розбірного і відбудовного періодів;
- визначаються засоби механізації, необхідні для виконання робіт;
- передбачається розміщення переносних і стаціонарних механізмів, необхідних для проведення ремонтних робіт;
- встановлюється розташування складських приміщень для ремонтних виробів;
- розробляється графік вантажопотоків;
- передбачаються необхідні запобіжні заходи по техніці безпеки (установка лісів, підмостків, перекриттів, закріплення окремих вузлів і елементів устаткування);
- передбачаються зони відпочинку, при проведенні робіт в умовах підвищених температур, термозахисні засоби, аерація повітря й ін.

5. Загальна тривалість ремонту за графіком не повинна перевищувати планової зупинки устаткування на ремонт, передбаченого місячним графіком ПР.

6. При заповненні оперативного графіка:

- у графах відзначається тривалість виконання окремих робіт у годинах, змінах або добах в залежності від загальної тривалості ремонту;
- оперативний графік складається шляхом проведення кольорових горизонтальних ліній, тривалість яких відповідає часу між початком кожної роботи і її закінченням.

7. Оцінка про фактичне виконання робіт здійснюється нанесенням на графік умовних позначок іншого кольору.

8. При ремонтах основних металургійних агрегатів необхідно складати мережевий оперативний графік організації і проведення ремонтних робіт.

При кожному ремонті виконуються ті з зазначених у переліку робіт, необхідність у які викликана станом устаткування, що ремонтується. Відповідно до цього конкретний обсяг робіт при поточному ремонті будь-якого виду може бути як більше, так і менше обсягу типового ремонту.

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників

Конкретні заходи техніки безпеки і пристосування для забезпечення безпечних умов праці повинні розроблятися на основі аналізу конкретних небезпечних і шкідливих виробничих чинників в умовах цеху [25] де розташовано об'єкт проектування або пов'язані з розробленими рішеннями проекту.

При знаходженні в цеху установки наплавлення основними причинами ураження електричним струмом є дія електричного струму через дугу; зіткнення з відкритими частинами і дротами; дотик до струмопровідних частин, ізоляція яких пошкоджена; торкання струмопровідних частин через предмети з низьким опором ізоляції; дотик до металевих частин обладнання, що випадково виявилися під напругою; зіткнення з деталями будівельних конструкцій, що випадково виявилися під напругою. Небезпеку електричного ураження створює різноманітне обладнання: електричний привод, електрообладнання підйомно-транспортних пристроїв, зварювальні та апарати наплавлення, електричний ручний інструмент.

Для характеристик умов праці важливе значення має виробничий мікроклімат – комплекс значень фізичних характеристик метеорологічних чинників в обмеженому просторі виробничого приміщення. До метеорологічних чинників відносяться температура повітря, вологість, швидкість руху, атмосферний тиск.

Вентиляція є ефективним засобом забезпечення необхідних гігієнічних якостей повітря, які відповідають вимогам санітарних норм проектування промислових підприємств.

Вентиляція здійснюється переміщенням повітря: забрудненого – з приміщення і свіжого – в приміщення. За способами переміщення повітря розрізняють природну і примусову вентиляцію. При змішаній вентиляції поєднується природна і примусова вентиляція в різних варіантах. Природна вентиляція здійснюється завдяки різниці температур повітря в приміщенні і зовні нього і дії ві-

тру. Примусова вентиляція здійснює обмін повітря за допомогою спеціальних механізмів і пристосувань.

Самою високу проникаючу здатність має червоне проміння видимого спектру і коротке інфрачервоне проміння (з довжиною хвилі до 1,5 мкм), яке глибоко проникає в тканини шкіри. Проміння з довжиною хвилі біля 3 мкм викликає нагрівання поверхні шкіри. Внаслідок цього, необхідно забезпечити захист не тільки від високотемпературних, але і від низькотемпературних випромінювачів. У виробничих умовах опромінювання відкритих ділянок шкіри переноситься більш легко унаслідок короткочасності дії опромінювання і деякого звикання до нього. Проте нерідко інтенсивність опромінювання в гарячих цехах набагато перевищує граничну величину, що витримує організм.

5.2 Заходи щодо техніки безпеки і безпеки праці

Для уникнення травматизму даним проектом передбачається обгороджування всіх місць цеху, які є небезпечними відносно травматизму. Обладнання має кожухи, які закривають всі його зовнішні деталі або вузли, які рухаються, надійне пускове управління (кнопки, педалі), що не допускають можливості випадкового вмикання або перемикання його під час роботи [25].

Механізація полегшує умови праці, що вже саме по собі є умовою, яка сприяє запобіганню травматизму, оскільки утомленість знижує увагу робітника. До обладнання та інших робочих місць передбачені зручні проходи і під'їзди.

Шкідлива дія шуму на організм людини загальновідома. Але в цеху, який проектується, шум пов'язаний з виробничим процесом і тому неминучий. Для зниження шуму проектом передбачені, спеціальні помости з амортизацією.

Через нестачу природного освітлення проектом передбачено штучне загальне освітлення. У всьому цеху забезпечений рівномірний розподіл світлового потоку, незалежно від розміщення обладнання. Передбачене робоче, аварійне і охоронне освітлення.

Робоче освітлення призначене для нормальної роботи в звичайних умовах а аварійне – у разі раптового відключення робочого освітлення, спеціально застосовується охоронне освітлення. Аварійне освітлення забезпечує освітленість робочих поверхонь не менше 5% нормативної величини робочого освітлення. Для освітлення цеху передбачені люмінесцентні лампи. Для запобігання фізичних перевантажень і монотонності праці передбачені перерви в роботі, а також робота виробничого персоналу позмінно.

До роботи на установці допускаються особи, що ознайомилися з конструкцією і складом обладнання, призначенням і розташуванням всіх органів управління, які пройшли відповідне навчання і підготовку, а також інструктаж по техніці безпеки.

З метою попередження нещасних випадків і аварій категорично забороняється:

- починати роботу без подачі добре чутого застережливого звукового сигналу;
- починати і вести роботу за наявності будь-яких несправностей в механізмах, системах змащування, гідравліки, охолодження, електроживлення і управління, а також за відсутності або пошкодженні захисних штор, що прикривають небезпечні місця та місця підведення трубопроводів гідравліки і змащування;
- підійматися на працююче обладнання, проводити роботи в небезпечній близькості від працюючого обладнання;
- торкатися до працюючого обладнання;
- проводити очищення, прибирання або ремонт вузлів під час роботи;
- захарашувати проходи;
- допускати сторонніх осіб до працюючого обладнання.

Обладнання має бути надійно заземлено.

При тривалих перервах в роботі електроустаткування знеструмлюють.

Ремонт обладнання повинен проводитися тільки спеціалізованими службами. При ремонтах, зачалування обладнання проводити тільки в місцях, вка-

заних в кресленнях з урахуванням розташування центру мас. Частина обладнання, які виступають необхідно оберігати від пошкоджень. Користуватися дозволяється тільки придатними і надійними чалочними засобами відповідної вантажопідйомності.

5.3 Аналіз стану навколишнього середовища в цеху при виконанні наплавлення та заходи щодо поліпшення умов

Підвищена температура зварювальної дуги сприяє інтенсивному окисленню і випаровуванню металу, флюсу, захисного газу, легуючих елементів [26]. Окислюючись киснем повітря, дані пари утворюють дрібнодисперсний пил, а утворені при наплавленні конвекційні потоки відносять гази і пил в верхні шари приміщення, приводячи до великої запиленості та загазованості робочих місць працівників цеху де встановлено обладнання.

Головними складовими пилу при наплавленні є оксиди заліза, марганцю і кремнію (в межах 41, 18 і 6% відповідно).

Найбільш шкідливі пиловиділення:

- оксиди заліза, механічне подразнення легеневої тканини, хронічне отруєння, дерматоз, ураження ЦНС;
- оксиди марганцю, що викликають захворювання нервової системи, легень, печінки і крові;
- з'єднання кремнію, надають руйнівну дію на легені, що призводить до постійної задишки, болю в грудях, сухому кашлю;
- сполуки хрому, здатні накопичуватися в організмі людини, викликаючи головний біль, запалення шлунково-кишкового тракту, загальну слабкість;
- з'єднання алюмінію, механічне подразнення легеневої тканини, зниження гемоглобіну;

- сполуки вольфраму, ванадію, цинку, міді, нікелю та інших елементів здатні при попаданні в організм працівника через дихальні шляхи і травний тракт викликають ураження всього організму.

Найбільш небезпечні гази, що виділяються при наплавленні:

- оксиди азоту (особливо двоокис азоту), потрапляючи в організм призводить до ураження легень і органів кровообігу;
- оксид вуглецю (задушливий газ) – безбарвний газ, має здатність накопичуватися в приміщенні витісняючи при цьому кисень, при концентрації понад 1% призводить до подразнення дихальних шляхів, викликає втрату свідомості, задишку, судоми і ураження нервової системи;
- озон, в великих концентраціях його запах нагадує запах хлору, утворюється при наплавленні в інертних газах, викликає подразнення очей, сухість у роті і болю в грудях;
- фтористий водень – безбарвний газ з різким запахом, діє на дихальні шляхи і навіть в невеликих концентраціях викликає подразнення слизових оболонок.

Робітникам, що працюють на ділянці наплавлення рекомендується використовувати засоби індивідуального захисту, зокрема респіратори [27] і турбо-блоки «Муссон» [28], котрі очищають повітря від пилу, зварювальних димів, аерозолів і подають його до лицьової частини.

Відмінною рисою респіратора 3м 9925 є те, що він має всередині шар активованого вугілля для більш ефективного захисту при зварювальних роботах. Зручна система респіратора гарантує підвищений комфорт і невисокий опір диханню при високих захисних показниках. Зовнішня оболонка завдяки особливому просоченню добре стійка до займання. Має тривалий термін служби. Використання респіратора 3м знижує ризик виникнення профзахворювань на 90-95%. Роботу в даному респіраторі можливо проводити при температурі від -30 і до 70°C. Друга ступінь захисту (FFP2), дозволяє використовувати респіратор до 12 ГДК речовини в повітрі робочої зони.

«Муссон» здатний забезпечувати комплексний захист очей, особи і органів дихання, через конструкцію лицьової частини, яка обладнана воздуховодом і лицьовим ущільненням.

Повітря під маскою в 50 разів чистіше, ніж повітря робочої зони.

Турбоблок виконаний з міцного, стійкого до зовнішніх впливів корпусу, акумулятор витримує більше 1000 перезаряджень, все це повинно забезпечити довгий термін служби. Турбоблок кріпиться ззаду або збоку на поясі і не заважає роботі. Легка вага і компактна форма блоку забезпечують його застосування навіть в умовах обмеженого простору. Дві швидкості роботи мікро-вентилятора дозволяють вибрати найбільш оптимальний режим подачі повітря від 140 до 200 л/хв.

Для фільтрації повітря використовується змінний аерозольний фільтр підвищеної ємності. Заміна фільтра здійснюється не частіше 1-го разу на місяць.

Для видалення шкідливих речовин з робочого місця наплавщика доцільно застосовувати системи вентиляції.

Зокрема слід установити місцеву та загальнообмінну витяжну вентиляції. Місцеві відсмоктувачі повинні встановлюватися до кожного обладнання та робочого місця, де є виділення шкідливих речовин. Так само необхідно обладнати витяжну систему вентиляції фільтрами для очищення повітря від зварювальних аерозолів. Викид повітря проводиться або в цех або в атмосферу, подачу ж припливного повітря здійснювати наступним чином: розосереджено – при наплавленні в середовищі захисних газів; зосереджено – в верхню зону приміщення у всіх інших випадках. Повітря з цеху де встановлена установка наплавлення дозволяється викидати в атмосферу за умови, що концентрація забруднень в атмосфері населених пунктів не перевищить гранично допустимих концентрацій, що регламентуються СНиП 2.04-05.91 [29].

Причин професійних захворювань при наплавленні багато. Знання гігієнічних особливостей робіт по наплавленню посприяє успішному створенню сприятливих умов праці, необхідної частоти повітря на робочому місці наплавника шляхом ефективної розробки систем місцевої та загальнообмінної венти-

ляції і застосування засобів індивідуального захисту. Правильно підібрані засоби індивідуального захисту органів дихання і система вентиляції дозволять не тільки зберегти здоров'я працівників, створити для них більш комфортні умови, але і збільшити продуктивність праці.

ВИСНОВКИ

В даному проекті розроблені заходи щодо підвищення експлуатаційних характеристик машин киснево – конвертерного цеху. На базі виконаних аналітичних досліджень, вивчення досвіду експлуатації кисневих конверторів та проектно конструкторських розробок відзначається наступне:

1. Машина додатково обладнана тензодатчиком, встановленим між опорою й кронштейном дає можливість відстежувати температуру у фурмі;
2. За допомогою платіків установлених на кришці диференціального редуктора, яка виконана коробчастої форми, досягається значне зниження металомісткості приводу, за рахунок зменшення габаритів як приводу, так і рами на якій він установлений;
3. За допомогою зміни опорного кільця конвертера на овальну форму, яка забезпечить зниження термічних напружень у кільці без збільшення його габаритів, пов'язаних з оточуючим обладнанням.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. URL: <http://www.amk.lg.ua> (дата звернення 08.12.2019)
2. URL: <http://karanik.jimdo.com> (дата звернення 08.12.2019)
3. URL: <http://www.arcelormittal.com.ua> (дата звернення 08.12.2019)
4. URL: <http://www.ru-patent.info> (дата звернення 08.12.2019)
5. URL: <http://www.ru.corusservices.com> (дата звернення 08.12.2019)
6. URL: <http://www.prometal.com.ua/> (дата звернення 08.12.2019)
7. Повышение стойкости наконечников фурм для 350-т конвертеров/ А.В. Сущенко, А.А. Курдюков, И.Д. Буга и др. // Сталь. - 1996. - № 5.- С. 14 - 17.
8. Усовершенствование конструкции наконечника кислородной фурмы для конвертерного производства / А.Г. Величко, В.С. Гришин, В. А. Грядунов и др. // Металл и литье Украины. - 2002. - № 3-4- С. 32 - 33.
9. Р.Д. Бейзельман, Б.В. Цыпкин, Л. Я. Перль Подшипники качения. М., «Машиностроение» , 1967.
10. Подшипники качения. Каталог-справочник. М, 1964.
11. Палмгрен А. Шариковые и роликовые подшипники. М., машгиз, 1949.
12. Корольов А.А. Конструкція і розрахунок машин і механізмів прокатних станів: навчальний посібник для вузів. – 2-е вид., перер. і доп. – М.: Металургія, 1985. 376 с.
13. Целіков А.І. Прокатні стани. Науково-технічне видавництво літератури чорної металургії. – Москва, 1958. 432 с.
14. SKF. Каталог підшипників.
15. Бейзельман Р.Д., Ципки Б.В., Перель Л.Я. Підшипники кочення. Довідник. – 6-е вид., перер. і доп. – М.: Машинобудування, 1975. 572 с.
16. Катренко Л.А., Кіт Ю.В., Пістун І.П. Охорона праці. Курс лекцій: Навчальний посібник. – Суми: ВТД „Університетська книга”, 2003. 496 с.

17 Шицкова А.П., Новиков Ю.В. та ін. Охорона навколишнього середовища від забруднень підприємствами чорної металургії. М.: Металургія, 1982. 208 с.

18 Методичний посібник з цивільної оборони і надзвичайних ситуацій. – К.: Центральні державні курси цивільної оборони, промислової та екологічної безпеки, 2001. 182 с.

19 Шоботов В.М. Цивільна оборона. Навчальний посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. 438 с.

20. Организация и планирование предприятий черной металлургии / Метс А. Ф., Штец К. А., Бельгольский Б. П., Щепилов Ф. И. – М. : Металлургия, 1986 – 560 с.

21. Экономика, организация и планирование производства на предприятиях черной металлургии / Бельгольский Б. П., Бень Т. Г., Зайцев Е. П. и др. – М. : Металлургия, 1982. – 416 с.

22. Технико-экономическое обоснование дипломных проектов: Учебное пособие для втузов / Л. А. Астреина, В. В. Балдесов, В. К. Беклешов и др. – М. : Высш. шк., 1991 – 176 с. : ил.

23. Бринза В. Н. Охрана труда в черной металлургии / В. Н. Бринза, М. М. Зиньковский. – М. : Металлургия, 1982. – 336 с.

24. Писаренко В. Л. Вентиляция рабочих мест в сварочном производстве / В. Л. Писаренко, М. Л. Рогинский – М. : Машиностроение, 1981. – 120 с.

25. URL:<https://www.ozon.com.ua/catalog/produktsiya-3m/respirator-3m-9925-ffp2-1302/> (дата звернення 10.12.2019)

26. URL:<https://ukraine.vostok.ru/catalog/sredstva-zaschity/zaschitadyhaniya/s-prinuditelnoy-podachey-vozdruha/turboblok-musson/> (дата звернення 10.12.2019)

27. Безопасность в техносфере : учеб.-метод. пособие / Алешков Д. С., Бедрина Е. А., Гордеева С. А. и др. // СибАДИ, Каф. Техносферная безопасность. – Омск, 2015. – 168 с.

ДОДАТОК А
КРЕСЛЕННЯ ТА СПЕЦИФІКАЦІЇ