

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ

ННІ/факультет	Навчально-науковий технологічний інститут
Кафедра	Інжинірингу з галузевого машинобудування
Спеціальність	133 Галузеве машинобудування
Форма навчання	Денна

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКЛАВРА

Корнієнко Данило Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

на тему

Розробка роздільного приводу механізму подачі й буріння та механізму відведення каретки машини розкриття чавунної льотки МВЛН-19000-3000 Доменного цеху № 1 Департаменту з виробництва чавуну та сталі ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»

(повна назва теми)

за матеріалами

Доменного цеху № 1 Департаменту з виробництва чавуну та сталі ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»

(повна назва бази дослідження)

науковий керівник д.т.н., професор

(наук. ступінь, вчене звання)



(підпис)

Засельський В. Й.

(прізвище, ініціали)

Робота допущена до захисту в ЕК

Протокол засідання кафедри

від 14 червня 2025 р № 14

Завідувач кафедри



(підпис)

д.т.н., професор

(наук. ступінь, вчене звання)

В. Й. Засельський

(ініціали, прізвище)

Кривий Ріг – 2025

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ
Кафедра Інжинірингу з галузевого машинобудування

Рівень вищої освіти Перший (бакалаврський)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІГМ


(підпис)

проф., д.т.н., Засельський В. Й.
(посада, вчене звання, прізвище ініціали)

« 14 »

квітня 2025 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА ЗДОБУВАЧА(КИ)

Корнієнко Данило Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи бакалавра

Розробка роздільного приводу механізму подачі й буріння та механізму відведення каретки машини розкриття чавунної льотки МВЛН-19000-3000 Доменного цеху № 1 Департаменту з виробництва чавуну та сталі ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»

керівник кваліфікаційної роботи бакалавра Засельський В. Й., д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «04» квітня 2025 р. № 242-ст

2. Строк подання здобувачем кваліфікаційної роботи до кафедри 07.06.2025

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи бакалавра

Умови виробництва Доменного цеху № 1 Департаменту з виробництва чавуну та сталі ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Конструкція та технічна характеристика машини розкриття чавунної льотки МВЛН-19000-3000, інформація про недоліки конструкції.

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







4.1 Аналітична частина; 4.2 Основна частина;

4.3 Організація безпечного виробництва

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

1 аркуш формату А1 кресленник загального виду: машина для розкриття чавунної льотки

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналітична частина	Засельський В. Й., професор	 14.04.25	 14.04.25
Основна частина	Засельський В. Й., професор	 14.04.25	 14.04.25
Організація безпечного виробництва	Засельський В. Й., професор	 14.04.25	 14.04.25

7. Дата видачі завдання 14 квітня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
	Аналітична частина	28.04.2025	вик.
	Основна частина	16.05.2025	вик.
	Організація безпечного виробництва	21.05.2025	вик.
	Оформлення пояснювальної записки	26.05.2025	вик.
	Виконання графічної частини	04.06.2025	вик.
	Подання роботи до кафедри	07.06.2025	вик.
	Захист роботи в ЕК	17-18.06.2025	вик.

Здобувач (ка)


(підпис)

Корнієнко Д. О.
(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи


(підпис)

Засельський В. Й.
(прізвище та ініціали)

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кільк. арк.	№ екз.	Примітка
1						
2			<i>Документація загальна</i>			
3						
4			<i>Заново розроблена</i>			
5						
6	A1	KPB.133.25.07.00.00.000.VO	Кресленик загального виду	1	-	
7	A4	KPB.133.25.07.ПЗ	Пояснювальна записка	46	-	
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						

133.25.07.KPB

Зм.	Арк.	№ документа	Підп.	Дата
Розробив		Корнієнко		07.06.25
Перевірив		Засельський		12.06.25
Н.контр.		Засельський		13.06.25
Затвердив		Засельський		14.06.25

Машина для розкриття
чавунної льотки
Відомість кваліфікаційної
роботи бакалавра

Літ.	Аркуш	Аркушів
Б		1

ННТІ ДЧЕТ
кафедра ІГМ
гр. М0-22ск
Формат А4

Копіював

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра: 46 стор., 15 рис., 4 табл., 1 додаток, 12 джерел.

Об'єкт розробки — машина розкриття чавунної льотки МВЛН-19000-3000.

Мета розробки — підвищення надійності машини, зменшення експлуатаційних витрат на обслуговування і ремонт за рахунок застосування окремих механізмів підведення і відведення каретки з робочим інструментом.

Метод досліджень — аналітичний – аналіз виявлених технічних рішень з метою можливості їх застосування для удосконалення конструкції машини розкриття чавунної льотки.

Запропоновано шляхи спрощення конструкції механізму переміщення каретки, за рахунок застосування приводу підведення каретки до льотки і обертання свердла від одного електродвигуна, а відведення – від іншого.

Розроблена конструкція машини розкриття чавунної льотки із застосуванням окремо привода підведення каретки і обертання робочого інструменту від одного електродвигуна і відведення каретки від льотки – від іншого.

Результати роботи можуть бути використані при модернізації машини розкриття чавунної льотки.

Ключові слова: машина розкриття чавунної льотки, механізм переміщення каретки, каретка, робочий інструмент.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	9
1.1 Призначення і область застосування обраної для вдосконалення машини.....	9
1.2 Технічна характеристика машини-прототипу	9
1.3 Опис конструкції машини-прототипу.....	10
1.4 Аналіз недоліків	17
1.5 Передбачувані причини недоліків	17
1.6 Постановка задачі	18
РОЗДІЛ 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА	19
2.1 Літературно-патентний огляд.....	19
2.2 Пропозиції по модернізації.....	26
2.3 Переваги пропонованої конструкції	29
2.4 Розрахунки по модернізації.....	30
РОЗДІЛ 3 ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗПЕЧНОГО ВИРОБНИЦТВА	38
3.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих чинників.....	38
3.2 Заходи по зниженню і усуненню шкідливих і небезпечних чинників	41
ВИСНОВКИ	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	44
ДОДАТКИ	46

ВСТУП

На сучасному етапі розвитку промисловості металургійне виробництво залишається однією з ключових галузей, що забезпечує функціонування машинобудування, енергетики, будівництва та інших стратегічно важливих секторів економіки. Однак у жорстких умовах глобальної конкуренції та зростаючих вимог до якості й економічної ефективності, металургійна галузь стикається з рядом серйозних викликів.

Однією з головних проблем, що суттєво обмежує конкурентоспроможність вітчизняних металургійних підприємств, є висока собівартість продукції. Це зумовлено сукупністю чинників, серед яких ключову роль відіграють значні витрати на енергоресурси, сировину та паливо. Не менш важливими є витрати на експлуатацію, технічне обслуговування та ремонт технологічного обладнання, яке часто працює в екстремальних умовах високих температур, вібрацій, динамічних навантажень і агресивного середовища.

Особливо гостро ці проблеми проявляються у доменному виробництві, зокрема в процесах доменної плавки. Припідні агрегати є надзвичайно складними в технічному й експлуатаційному плані об'єктами, де кожен вузол відіграє важливу роль у забезпеченні безперервного та надійного функціонування всього комплексу. Одним із критично важливих елементів є машина розкриття чавунної льотки, надійність якої безпосередньо впливає на безпеку технологічного процесу, продуктивність і загальний ресурс обладнання.

З огляду на актуальність проблеми підвищення технічного рівня та ефективності експлуатації обладнання, важливим напрямом є вдосконалення конструктивних рішень, зокрема машини розкриття чавунної льотки. Забезпечення її довговічності, зменшення витрат на ремонт, зниження динамічних навантажень та адаптація конструкції до умов інтенсивної експлуатації є пріоритетними завданнями сучасного машинобудування для металургії.

Таким чином, дослідження і розробка конструкцій, які сприятимуть підвищенню надійності механічного обладнання, мають важливе практичне значення, дозволяють знизити експлуатаційні витрати, скоротити простої обладнання і, в кінцевому підсумку, сприяти зниженню собівартості металопродукції.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Призначення і область застосування обраної для вдосконалення машини

Машина для розкриття чавунної льотки — агрегат ливарного двору, призначений для розкриття чавунної льотки доменної печі, шурування каналу льотки під час випуску чавуну, а також оформлення футляра льотки.

Для цього передбачений набір інструментів, кожний з яких періодично встановлюється в каретку для виконання відповідної операції. Встановлюється машина на ливарному дворі доменної печі, в безпосередній близькості від льотки. [1]

1.2 Технічна характеристика машини-прототипу

Технічна характеристика машини розкриття чавунної льотки МВЛН-19000-3000 наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Технічна характеристика машини розкриття чавунної льотки МВЛН-19000-3000

Найменування параметру, одиниці вимірювання	Значення
Максимальна глибина буріння, мм	3250±20
Кут нахилу бура, град	6±1; 9±1; 12±1
Швидкість подачі каретки при бурінні, м/хв	6±0,1
Швидкість відводу каретки, швидкість подачі її при шуруванні льотки, м/хв	25±2
Кут повороту машини, град	110±1
Частота обертання бура, об/хв	543±30

Продовження табл. 1.1

Найменування параметру, одиниці вимірювання	Значення
Частота повороту машини, об/хв	1,35±0,15
Діаметр просвердленого отвору, мм	70
Зусилля подачі бура, кН	19±2
Витрата бурів на одну льотку, шт	1,5...3
Час розкриття льотки, хв	5
Габаритні розміри, мм:	
– довжина	6150±50
– ширина	4650±50
– висота	2620±20
Маса, кг:	
– машини без комплектів змінних і запасних частин	14700±300
– комплектів	1760±40

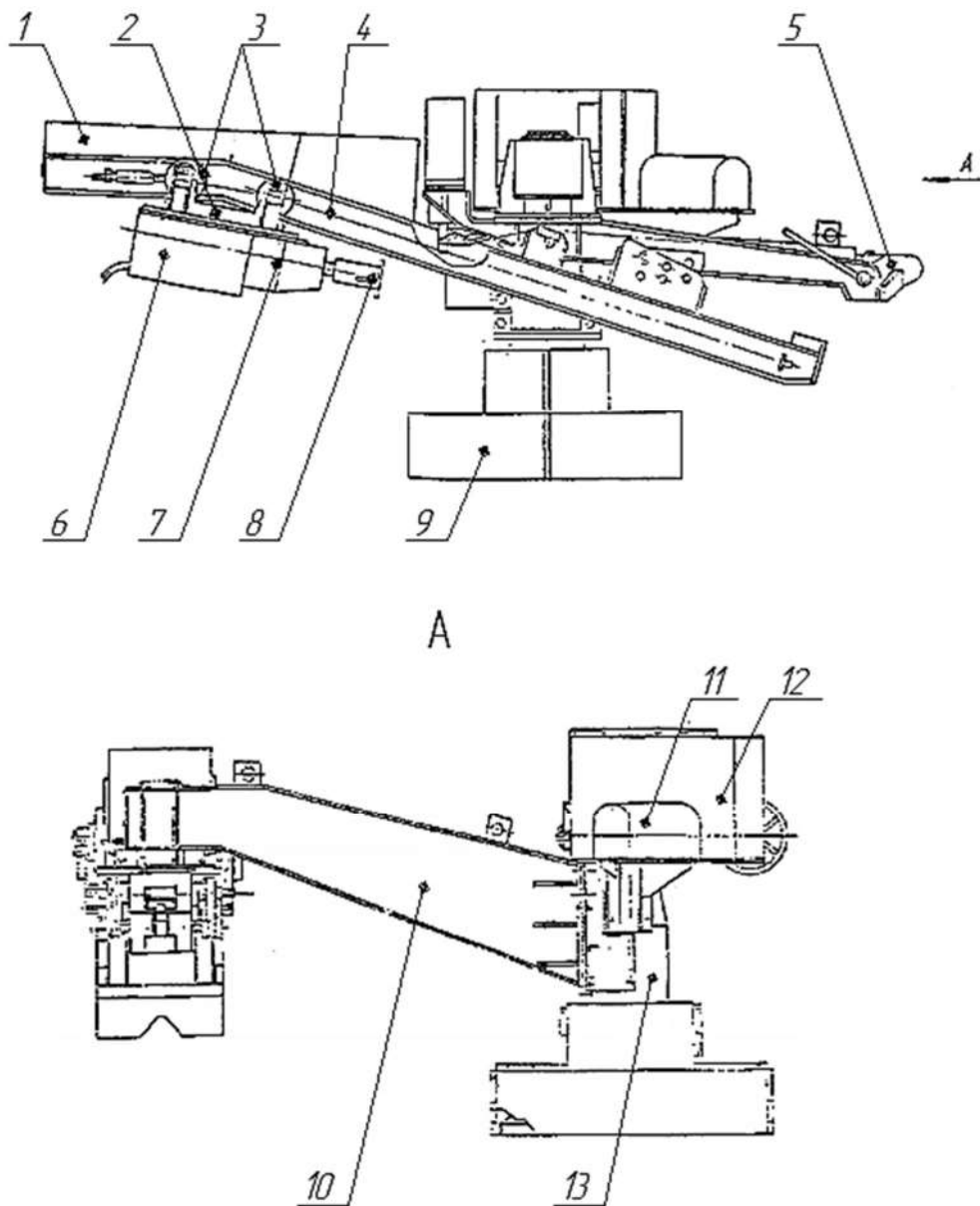
Джерело: розроблено із використанням [2]

1.3 Опис конструкції машини-прототипу

Конструкція машини розкриття чавунної льотки МВЛН-19000-3000 представлена на рис. 1.1.

Вона складається з механізму переміщення каретки 1, каретки 2, роликів 3, балки 4, крюка 5, електродвигуна каретки 6, редуктора каретки 7, патрону 8, основи 9, консолі 10, електродвигуна механізму повороту 11, редуктора 12, колони 13.

Основа машини 9 встановлена на фундаментній плиті майданчика ливарного двору. На основі за допомогою підшипників кочення змонтована колона 13 з консоллю 10. Зверху колони закріплена шестерня черв'ячного редуктора 12. Редуктор 12 і його електродвигун 11 розташовані на поворотній колоні. На кінці консолі поворотної колони закріплена балка 4, по якій на роликах 3 може переміщатись каретка 2.



- 1 – механізм переміщення каретки; 2 – каретка; 3 – ролики;
 4 – балка; 5 – крюк; 6 – електродвигун; 7 – редуктор; 8 – патрон; 9 – основа;
 10 – консоль; 11 – електродвигун; 12 – редуктор; 13 – колона

Рис. 1.1. Машина розкриття чавунної льотки МВЛН–19000–3000

Джерело: розроблено із використанням [3]

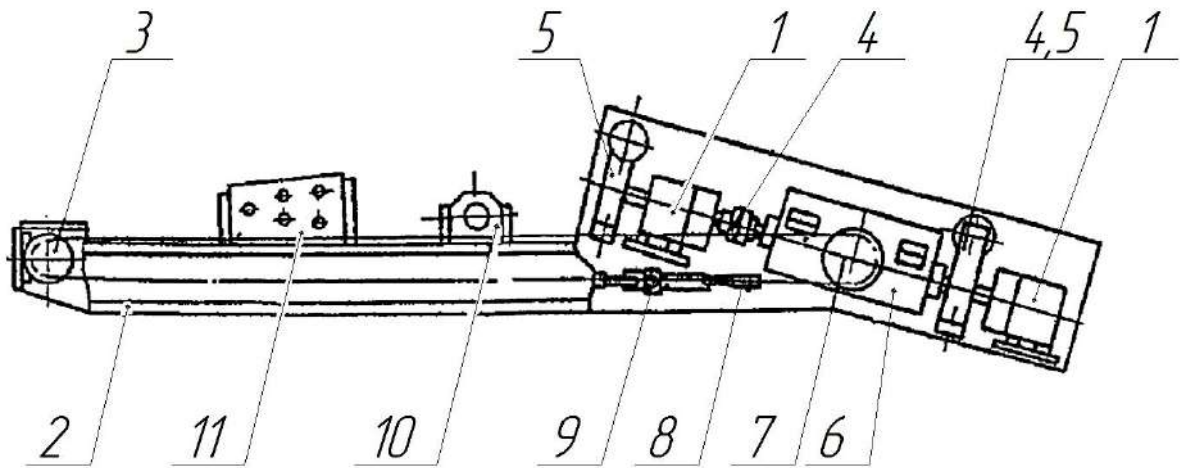
У передній частині балки встановлений упор, що обмежує її переміщення при установці в робоче положення. Механізм переміщення каретки 1 (закритий захисним кожухом) розташований в задній частині балки. Привод переміщення каретки пов'язаний з кареткою за допомогою пластинчастого ланцюга, який огинає приводну і холосту зірочки. Швидкість відведення каретки в 12 разів більше швидкості подачі, що забезпечується механізмом переміщення каретки. На каретці 2 встановлений механізм обертання бура, що складається з електродвигуна 6, редуктора 7, патрона 8. З метою захисту механізму обертання бура від пошкодження рідким чавуном в передній частині змонтовано захисний кожух. Під час розкриття льотки машина утримується крюком 5, який зачіпляється за скобу (балка зацепа) на кожусі печі при подачі каретки до льотки. Крюк піднімається ланцюгом при відведенні каретки назад.

Консоль 10 є зварною металоконструкцією, що має з одного боку вертикальний, а з іншої – горизонтальний фланець, за допомогою яких з'єднуються з колоною поворотного пристрою і фланцем стріли.

Механізм переміщення каретки (рис. 1.2) призначений для повідомлення необхідних швидкостей подачі і відведення бура, списа і пристрою розбирання футляра, встановлюваних в патрон каретки.

Кінематична схема механізму переміщення каретки показана на рис. 1.3.

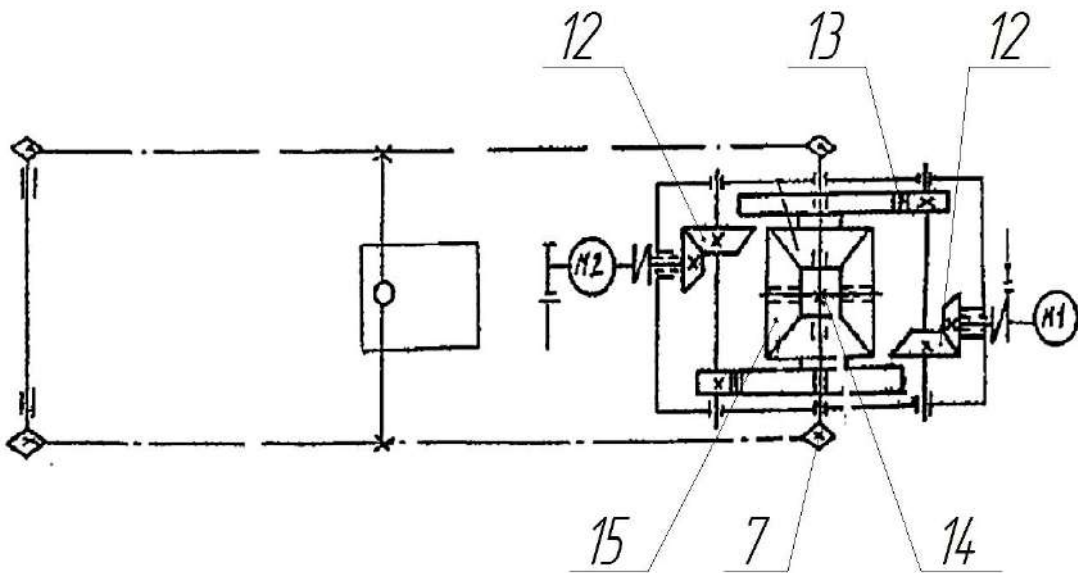
Від двох електродвигунів 1, через конічні пари 12 і циліндричні передачі 13 та пари 15 конічного диференціального редуктора рух передається приводній зірочці 7. Пластинчастий ланцюг огинає приводну 7 і холосту 3 зірочки. Кінці ланцюга приєднані до каретки, яка переміщується по направляючій.



- 1 – електродвигун; 2 – рама; 3 – холості зірочки; 4 – сполучні муфти;
 5 – гальмо; 6 – диференціальний редуктор; 7 – приводні зірочки;
 8 – пластинчастий ланцюг; 9 – чалочні пристрої; 10 – провувшини;
 11 – кронштейни з отворами

Рис. 1.2. Механізм переміщення каретки

Джерело: розроблено із використанням [3]



- 12,15 – конічні пари, 13 – циліндрична передача, 14 – водило

Рис. 1.3. Кінематична схема механізму переміщення каретки

Джерело: розроблено із використанням [3]

Привод забезпечує велику різницю швидкостей робочого ходу і відведення бура, оскільки кутова швидкість водила конічного диференціала

$$\omega_B = \frac{\omega_2 \pm \omega_4}{2}$$

де ω_2, ω_4 – кутова швидкість приводних конічних коліс диференціала.

Знак «+» відповідає відведенню бура, а «-» – робочому ходу.

Робота механізму переміщення відбувається таким чином. Для отримання малої швидкості подачі каретки електродвигуни включаються так, щоб їх обертання відбувалося в протилежні сторони. Це викликає аналогічне обертання конічних коліс диференціального редуктора.

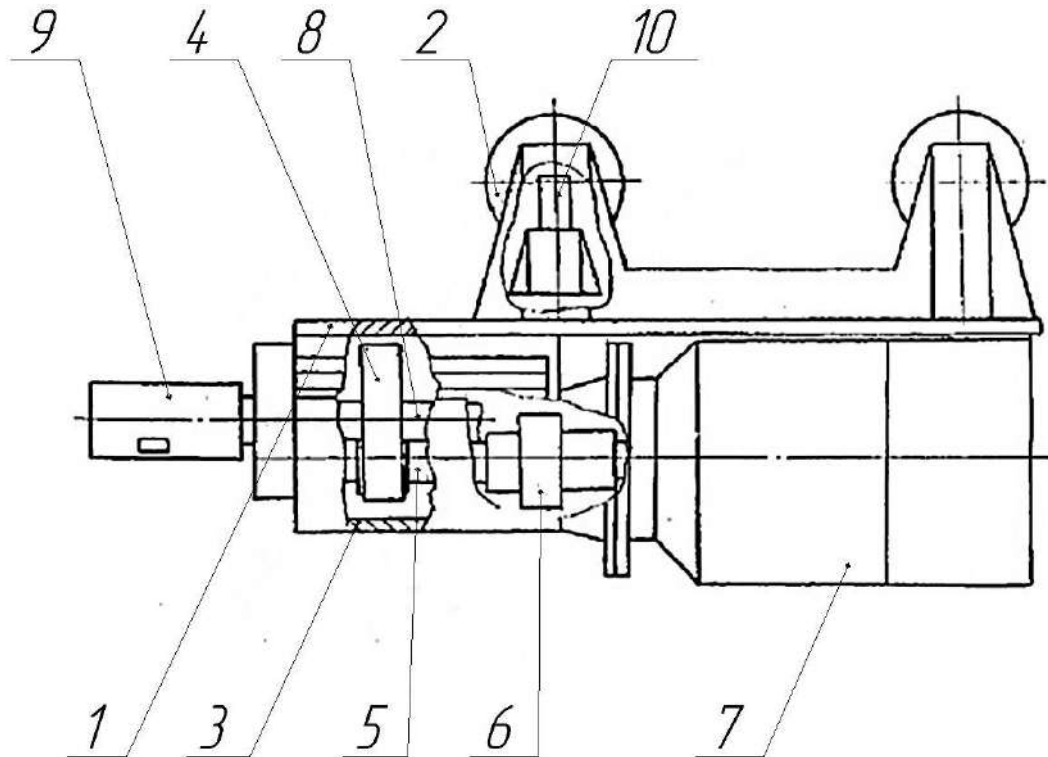
За рахунок різниці в передавальних числах циліндричних передач водило отримує при холостому ході каретки швидкість обертання, рівну половині різниці швидкостей основного електродвигуна, що обертається, і допоміжного електродвигуна.

При появі опору переміщенню каретки (початок буріння) швидкість обертання конічного колеса з боку основного електродвигуна зменшується, а швидкість конічного колеса з боку допоміжного електродвигуна збільшується.

При відключенні електродвигунів спрацьовують гальма і їх колодки стопорять гальмівні напівмуфти, що виключає довільне переміщення каретки під дією власної ваги.

У разі потреби, для розбирання футляра в патрон каретки замість бура встановлюється пристрій розбирання футляра, а для шуровки льотки – спис. При цьому характер і послідовності виконуваних операцій аналогічні тим, які проводяться при розкритті чавунної льотки з тією лише різницею, що при шуровці спис не обертається, а подача його відбувається на більшій швидкості.

Каретка (рис. 1.4) складається із зварної рами 1 з чотирма роликами 2, якими вона опирається на направляючі рами механізму переміщення. Зверху каретка пов'язана з приводним ланцюгом механізму переміщення за допомогою знімної стійки 10 і траверси. Знизу до каретки кріпиться механізм обертання. Механізм обертання складається з рами 1 із закріпленим під нею редуктором обертання.



1 – рама; 2– ролик; 3– картер; 4– зубчата циліндрична передача;
5 – приводний вал; 6 – зубчата муфта; 7 – електродвигун; 8 – вихідний вал;
9 – патрон; 10 – знімна стійка

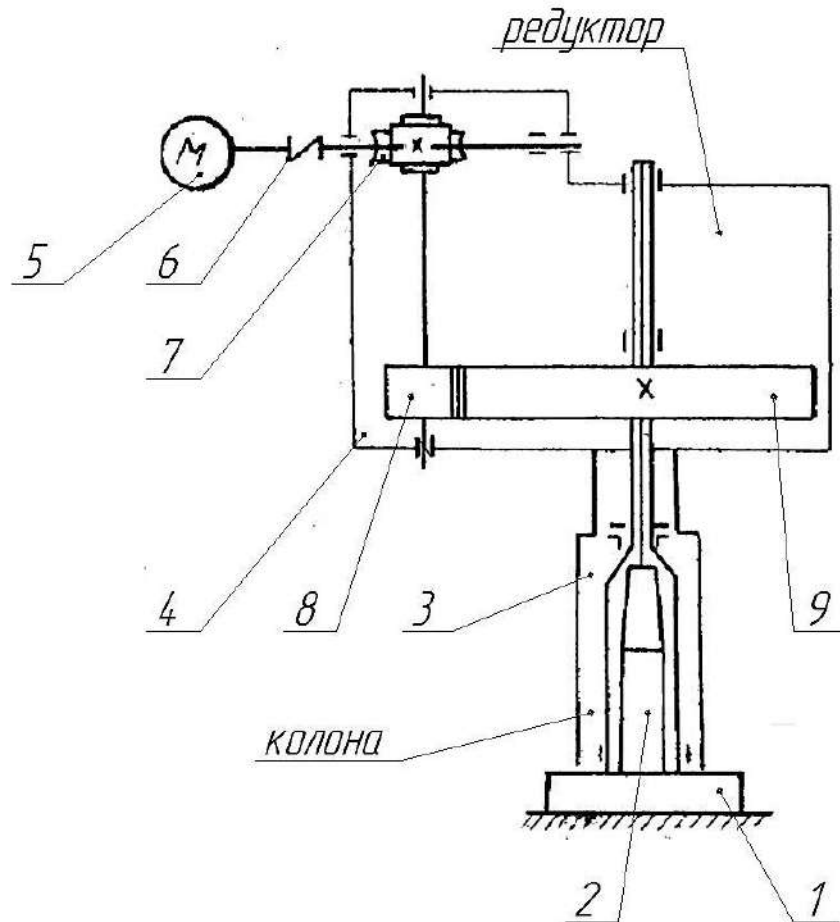
Рис. 1.4. Каретка

Джерело: розроблено із використанням [3]

До редуктора обертання ззаду кріпиться фланцевий електродвигун 7. Спереду на вихідний вал 8 закріплюється патрон 9, в який встановлюється і фіксується клином змінний інструмент. Знизу до рами кріпиться картер 3, усередині якого розташована зубчата циліндрична передача 4 і приводний вал 5, який за допомогою зубчастої муфти 6 пов'язаний з електродвигуном 7, а на вихідному валу 8 встановлений патрон 9 для кріплення змінного інстру-

менту. Зверху каретки встановлюється знімна стійка 10 для кріплення до приводного ланцюга механізму переміщення.

Колона поворотна (рис. 1.5) складається з основи 1, яка є опорною частиною машини.



1 – основа; 2 – стійка; 3 – опора; 4 – корпус; 5 – двигун; 6 – муфта;
7 – черв'ячна пара; 8 – циліндрична шестерня; 9 – нерухоме колесо

Рис. 1.5. Кінематична схема механізму повороту машини

Джерело: розроблено із використанням [3]

По осі основи встановлена стійка 2, на підшипниках кочення якої змонтована опора 3, що несе корпус 4 з консоллю. Поворот забезпечується двигуном 5 через муфту 6 і черв'ячну пару 7. Черв'ячне колесо змонтовано на одній осі з циліндричною шестернею 8, яка обертається навколо нерухомого колеса

9. На проміжному валу редуктора знаходиться знімний штурвал для ручного повороту машини.

1.4 Аналіз недоліків

Аналіз експлуатаційної надійності та конструктивних особливостей машини розкриття чавунної льотки свідчить про наявність низки суттєвих недоліків, що негативно впливають на її ефективність, довговічність та економічність у використанні. Зокрема, одним із найвразливіших елементів конструкції є механізм переміщення каретки, який зазнає підвищених навантажень у несприятливих умовах роботи.

Основною проблемою в експлуатації механізму переміщення є високі динамічні та теплові навантаження, що виникають під час безпосереднього розкриття льотки, коли каретка з ударним інструментом має швидко переміщатися та фіксуватися в зоні робочого положення. У результаті цього рухомі вузли зазнають прискореного зношування, особливо направляючі елементи, приводні муфти, редуктори та вузли кріплення.

1.5 Передбачувані причини недоліків

Аналіз конструкції та умов експлуатації, а також виробничих витрат дає вагому підставу вважати, що вищеназаний недолік є наслідком застосування складної конструкції механізму переміщення каретки з робочим інструментом, який містить диференціальний конічний редуктор з двома приводними електродвигунами, необхідний для створення різниці між швидкістю підведення і відведення каретки з робочим інструментом до і від льотки. Складність конструкції вказаного механізму полягає у застосуванні багатьох деталей, через що надійність всього механізму є суттєво низькою. Це призводить до збільшення витрат на обслуговування і ремонт зазначеного механізму і машини в цілому.

1.6 Постановка задачі

Метою роботи є підвищення надійності машини, зменшення експлуатаційних витрат на обслуговування і ремонт за рахунок застосування окремих механізмів підведення і відведення каретки з робочим інструментом.

Для досягнення поставленої мети необхідно:

- здійснити аналіз науково-технічної та патентної літератури з метою виявлення існуючих інженерних рішень, здатних забезпечити вирішення поставленої інженерної задачі;
- проаналізувати відібрані технічні рішення на предмет їхньої придатності до впровадження в умовах доменного виробництва для усунення виявлених конструктивних недоліків;
- розробити нову конструкцію, позбавлену виявлених технічних недоліків і адаптовану до умов експлуатації;
- провести інженерні розрахунки для обґрунтування параметрів і характеристик запропонованої модернізованої конструкції;
- підготувати конструкторські креслення нового технічного рішення;
- розробити заходи з безпечної організації виробництва.

РОЗДІЛ 2

ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Літературно-патентний огляд

Відома машина для розкриття чавунної льотки [4], конструкція якої показана на рис. 2.1.

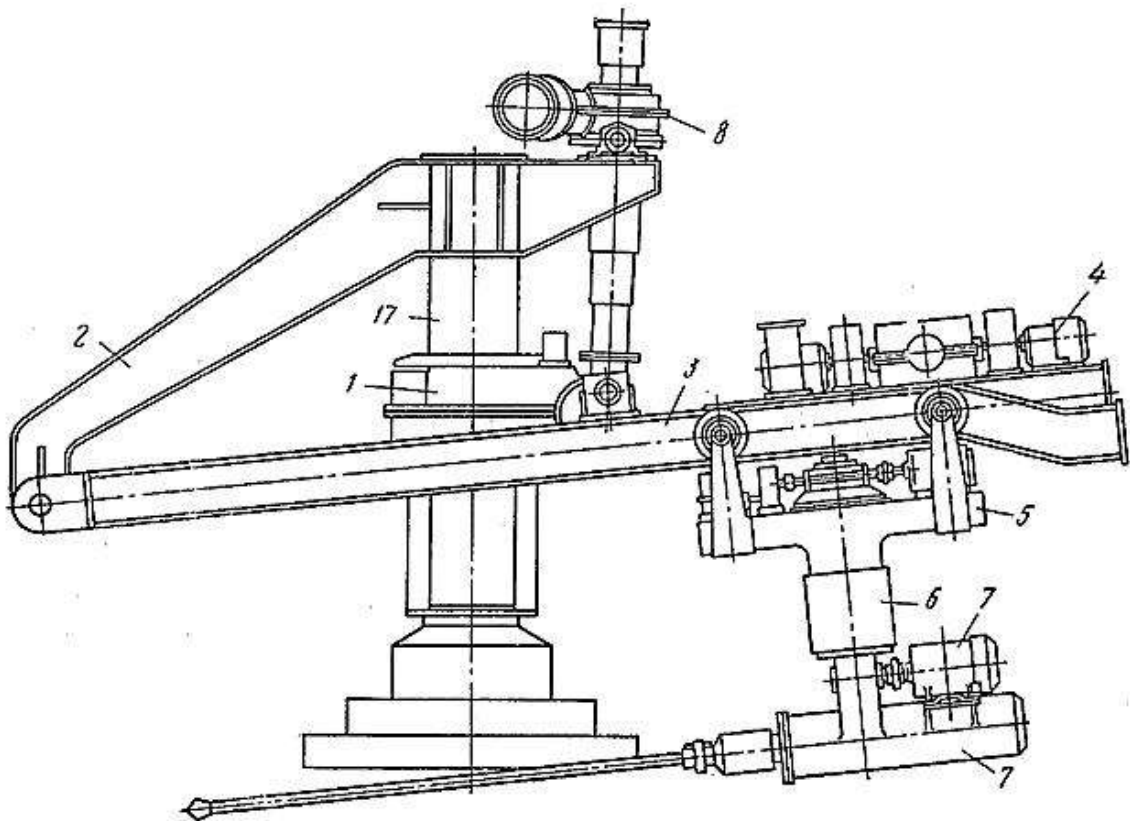


Рис. 2.1. Конструкція машини для розкриття чавунної льотки

Джерело: розроблено із використанням [4]

Машина містить привод 1 повороту несучої консольної балки 2, напрямну балку 3, по якій від привода 4 переміщається каретка 5 з підвішеним механізмом 6 вертикального переміщення, приводу 7 обертання бура і приводу 8 зміни кута нахилу направляючої балки.

Механізм вертикального переміщення (рис. 2.2.) складається з приводу 9, гвинта 10, що одержує обертання від приводу, і гайки 11 закріпленої в повзуні 12, розміщеному в направляючих вертикального корпусу 13.

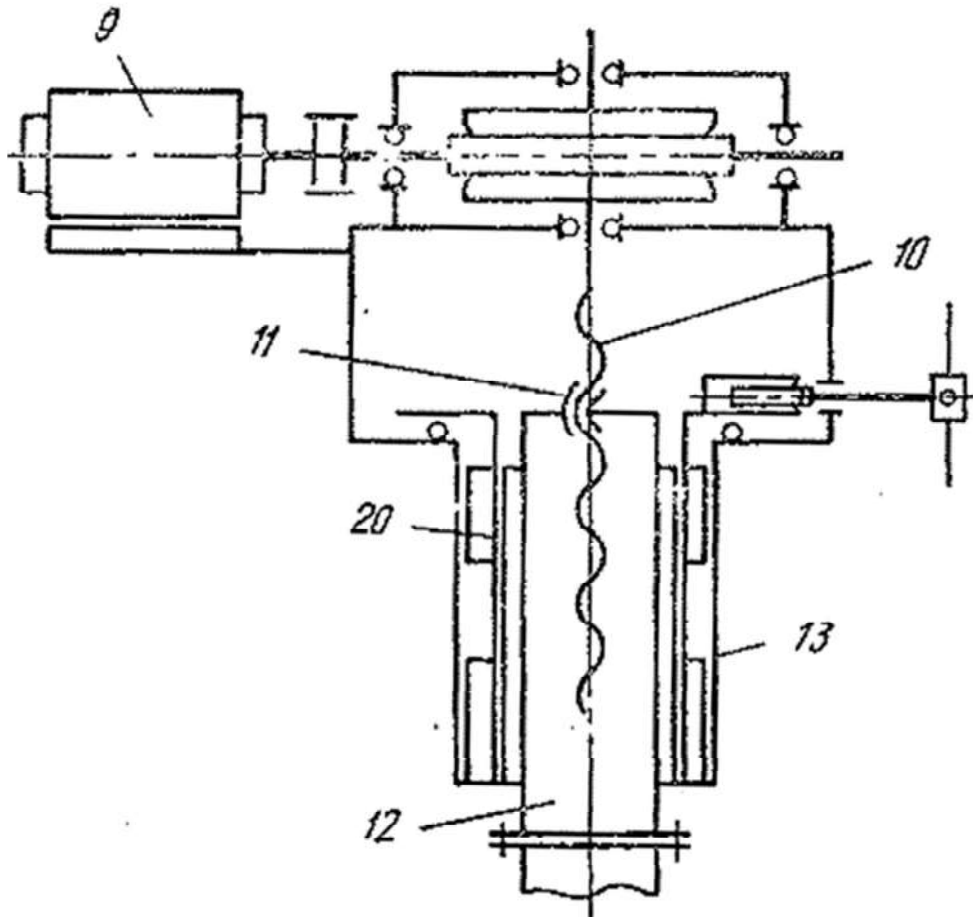


Рис. 2.2. Механізм вертикального переміщення

Джерело: розроблено із використанням [4]

Привод робочих інструментів (рис. 2.3.) складається з електродвигуна 14 і редуктора 15 привода обертання і пневмоциліндра 16 – привода подачі. Машина встановлюється на колоні 17 (див. рис. 2.1.) біля чавунної льотки.

Перед розкриттям чавунної льотки приводом 8 встановлюють необхідний кут нахилу направляючої балки 3. Закріплюють за допомогою шпинделя 18 штангу 19 робочого інструменту, після чого приводом 1 повертають і підводять до чавунної льотки напрямну балку 3. Якщо треба встановити на необхідну висоту привод робочих інструментів, вмикають привод 9, що

повідомляє обертання гвинту 10, який переміщує гайку 11, яка, в свою чергу, пересуває повзун 12 по направляючих 20 корпусу 13.

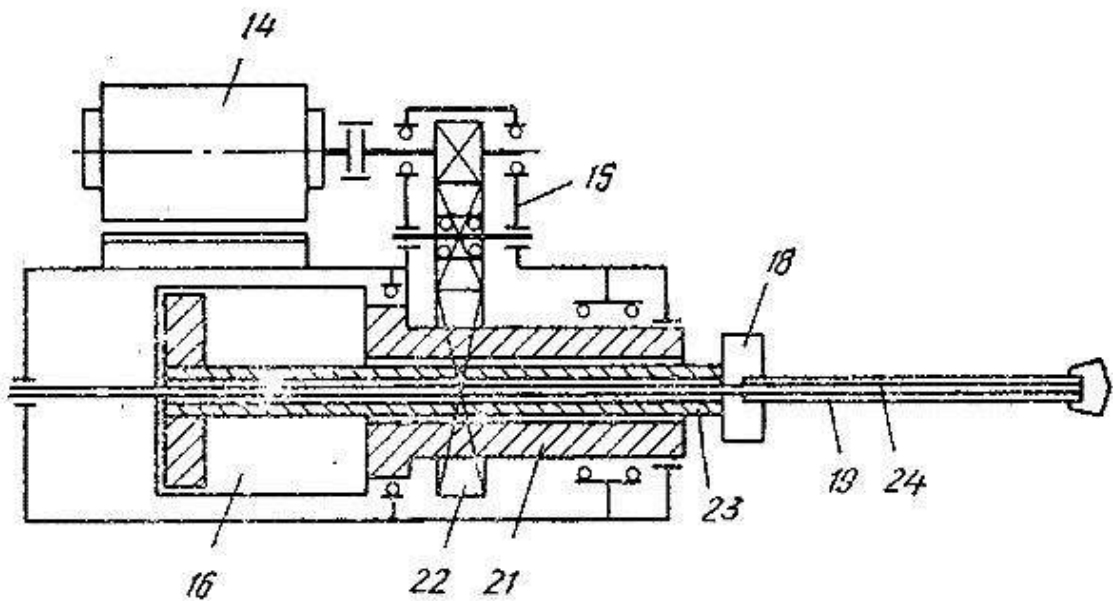


Рис. 2.3. Привод робочих інструментів

Джерело: розроблено із використанням [4]

Для розкриття чавунної льотки включають електродвигун 14, який через редуктор 15 обертає пневмоциліндр 16, вбудований в маточину 21 зубчастого колеса 22 останньої ступені цього редуктора.

Шток 23 пневмоциліндра несе шпindel 18, в якому закріплюється штанга 19.

В процесі буріння чавунної льотки по каналу 24, виконаному в штоку пневмоциліндра і штанзі робочого інструменту, подається стисле повітря, що продуває чавунну льотку і охолоджує інструмент.

Притискування і подача інструменту забезпечуються пневмоциліндром 16. Машина може проводити розкриття чавунної льотки, розбирання і набивання футляра. Для цього передбачений набір інструментів, кожний з яких періодично закріплюється в шпинделі для виконання відповідної операції.

Основним недоліком вищеприписаної конструкції машини є застосування електроприводу механізмів регулювання висоти і кута нахилу робочого ін-

струменту відносно осі льотки, що приведе до збільшення витрат електроенергії, та як наслідок собівартості чавуну.

Відома також машина для розкриття чавунної льотки доменної печі [5], конструкція якої показана на рис. 2.4. і 2.5.

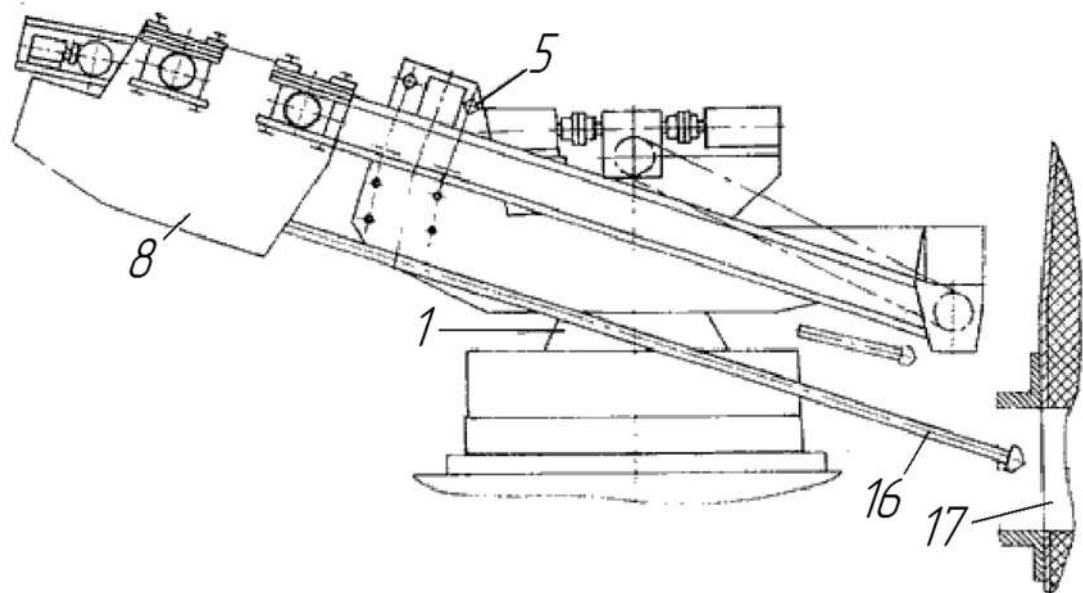


Рис. 2.4. Машина для розкриття чавунної льотки доменної печі

Джерело: розроблено із використанням [5]

Машина містить колону 1, на якій встановлена поворотна консольна балка 2 з приводом повороту 3. На консольній балці 2 за допомогою болтів 4, розташованих в отворах 5, змонтовані направляючі 6, встановлені з можливістю повороту відносно осі 7. Консольна балка 2 змонтована між колоною 1 і направляючими 6 у горизонтальній площині. На направляючих 6 встановлена каретка 8, зв'язана ланцюгом 9 через зірочку 10, змонтовану на осі 11, із зірочкою 12, розташованою на осі 7. На тій же осі 7 змонтована зірочка 13, зв'язана ланцюгом 14 з приводом 15 каретки 8, встановленим на консольній балці 2. В каретці 8 виконаний робочий інструмент 16 з приводом обертання.

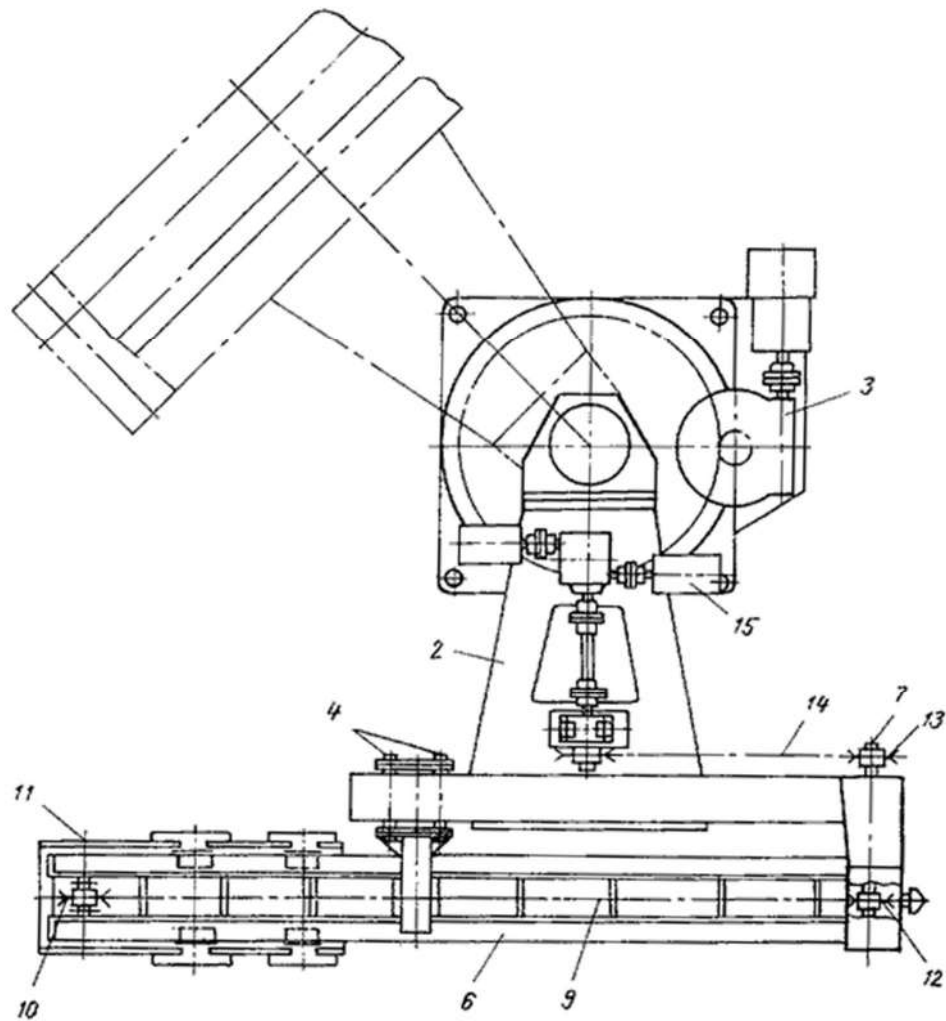


Рис. 2.5. Машина для розкриття чавунної льотки доменної печі

Джерело: розроблено із використанням [5]

Машина працює наступним чином. Перед розкриттям чавунної льотки 17 в каретці 8 закріплюють робочий інструмент 16. За допомогою привода повороту 3 консольна балка 2 з нейтрального положення (на рис. 2.5. позначене пунктиром) переводиться в робоче. Вмикається змонтований в каретці 8 привод обертання робочого інструмента 16, а потім вмикається привод 15 переміщення каретки 8, зв'язаний ланцюгом 14 із зірочкою 13. При обертанні зірочки 13 обертається встановлена на одній з нею осі 7 зірочка 12, зв'язана ланцюгом 9 через зірочку 10 з кареткою 8, і каретка 8 переміщується по направляючим 6. При цьому відбувається буріння чавунної льотки 17. Після закінчення буріння вмикається зворотний хід привода 15, і каретка 8 разом з

робочим інструментом 16 по направляючим 6 повертається у вихідне положення. При необхідності зміну кута нахилу робочого інструмента 16 відкручують болти 4, що фіксують направляючу 6 відносно осі 7 і закріплюють її болтами 4 через відповідні отвори 5 консольної балки 2.

Машина окрім розкриття чавунної льотки, може здійснювати розбирання і набивку футляра. Для цього передбачений набір інструментів, кожен з яких періодично встановлюють в каретку 8 для виконання відповідних операцій.

Така конструкція дозволяє створити машину зі зменшеними габаритами по висоті, що облегшить її встановлення в цеху. Крім того, така машина має значну жорсткість, що дозволяє забезпечити постійність перетину отвору, що буриться по всій довжині чавунної льотки.

Проте така конструкція передбачає застосування складного механізму переміщення каретки, який повинен розвивати швидкість відведення в 4 рази більшу ніж швидкість підведення каретки з робочим інструментом. Це призведе до підвищення витрат на обслуговування і ремонт машини в цілому.

Відома машина розкриття чавунної льотки доменної печі [6], конструкція якої показана на рис. 2.6.

Машина має робочу каретку 1 зі трьохшпindelним редуктором 2. В нижньому патроні 3 редуктора кріпиться змінний бур 4 для розкриття льотки, а в двох верхніх патронах 5 кріпляться фрези 6 для розборки футляра. Направляюча 7 з механізмом 8 зворотного ходу каретки і упором 9 кріпиться маніпулятором 10 до поворотного пристрою 11.

В процесі розкриття льотки каретка переміщується тросом 12 по направляючій 7 за допомогою механізму подачі, вмонтованого в трьохшпindelний редуктор 2. Шпindelі 13 редуктора 2 приводять в обертання бур 4 для розкриття льотки і фрези 6 для розбирання футляра, а також переміщують їх до льотки. Муфта вільного ходу 14 на валу 15 барабана автоматично вимикає подачу в момент відведення каретки в заднє крайнє положення. Зворотний хід каретки здійснюється від пневмоприводу, який складається з

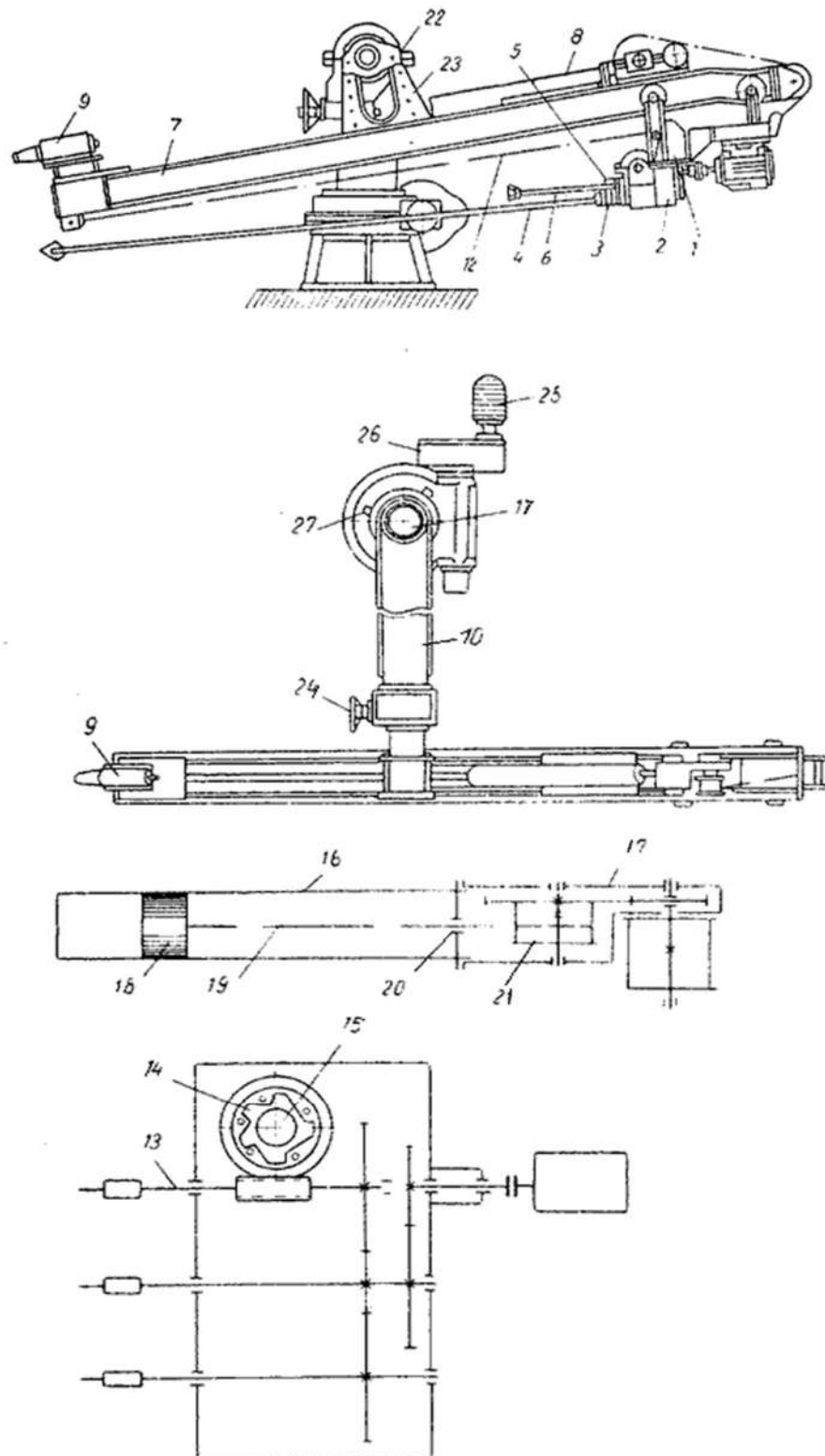


Рис. 2.6. Конструкція машини для розкриття чавунної льотки доменної печі

Джерело: розроблено із використанням [6]

пневмоциліндру 16 і двобарабанної лебідки 17. Всередині пневмоциліндру розташований поршень 18 з гнучким штоком 19 (стальний трос), інший кінець якого пропущений через сальник 20 і закріплений на барабані 21 лебідки. При ході поршня пневмоциліндру, що дорівнює 1200 мм – каретка переміщується на 3600 мм.

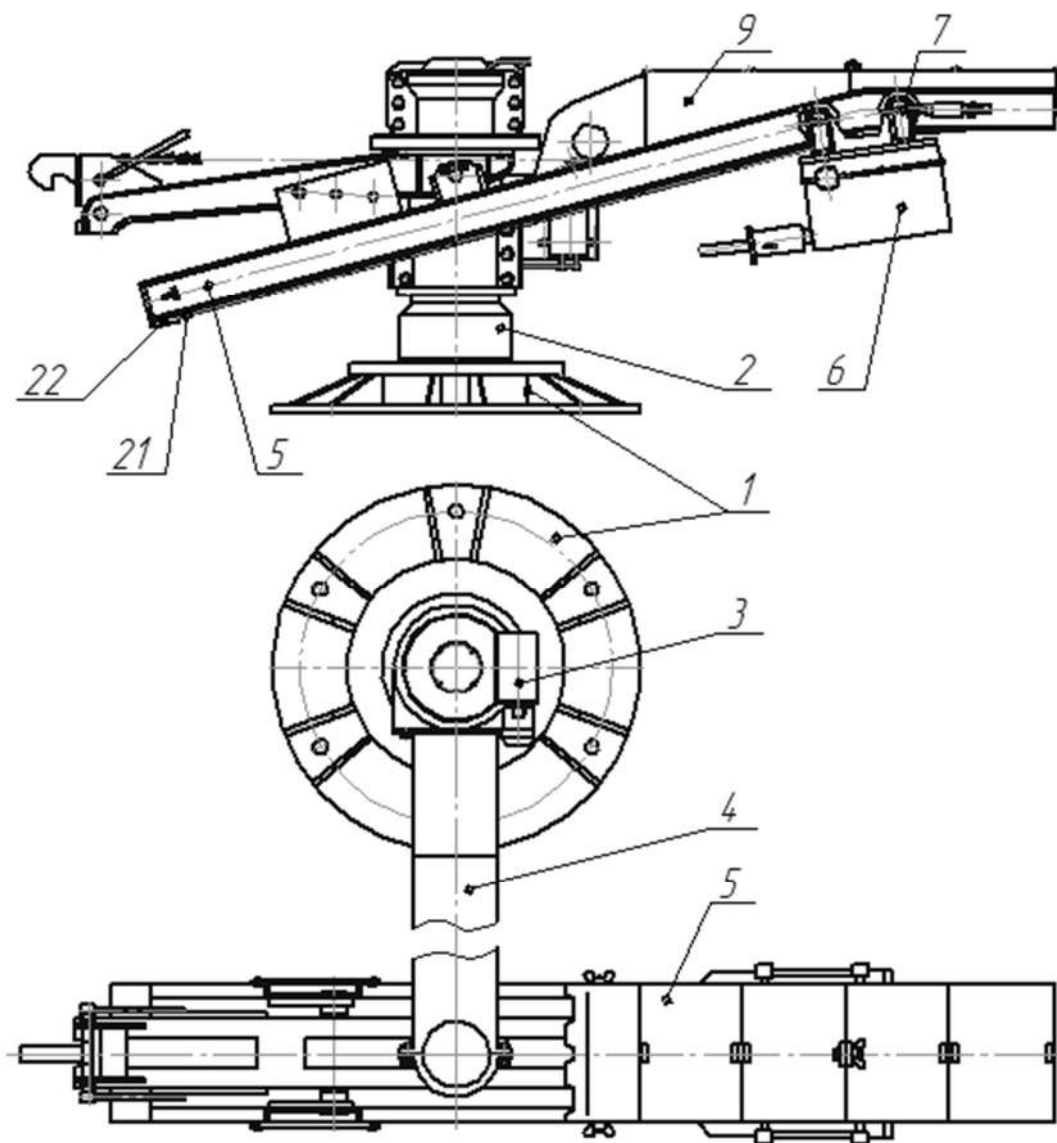
Щоб придати буру потрібний кут нахилу, переставляють болти 22 у відповідні отвори косинок 23 направляючої. Для переміщення фрез 6 по вертикалі при розбиранні футляра на поворотному пристрої 11 консольне встановлений маніпулятор 10 з маховиком 24. Відносно колони машина обертається електродвигуном 25 через муфту, вмонтовану в циліндричне колесо черв'ячно-циліндричного редуктора 26. Поворот фіксується кінцевим вимикачем.

Розділення привода підведення і відведення каретки з робочим інструментом до та від льотки дасть можливість значно спростити конструкцію механізму відведення при незначному ускладненні конструкції механізму буріння і підведення каретки до льотки. Проте, пневмопривод з гнучким штоком у вигляді сталюго троса є ненадійним, бо в процесі повернення каретки у вихідне положення може не намотуватись на барабан лебідки а просто гнутись поруч з ним.

2.2 Пропозиції по модернізації

Враховуючи проведений аналіз недоліків існуючої конструкції та проведений літературно-патентний огляд, пропонуємо наступну конструкцію машини для розкриття чавунної льотки, яка показана на рис. 2.7.

На основі 1 встановлена поворотна колона 2 з механізмом 3 її обертання. До колони 2 прикріплена консоль 4, на якій підвішена стріла 5, з механізмом 6 буріння і подачі каретки 7, а також механізмом відведення каретки (на рис. 2.7. не показаний), закритий кожухом 9 стріли 5.



**Рис. 2.7. Пропонована конструкція машини для розкриття
чавунної льотки**
(розроблено автором)

Механізм буріння і подачі каретки (див. рис. 2.8.) складається з електродвигуна 10, на валу якого жорстко закріплена шестерня 11, яка входить в зубчате зачеплення із зубчатими колесами 12 і 13. Зубчате колесо 12 закріплене на валу 14, на кінці якого змонтований патрон для кріплення бура 15.

Зубчате колесо 13 закріплене на валу 16, черв'як 17 якого входить в зачеплення з черв'ячним колесом 18, яке за допомогою муфти 19 вільного ходу (роликового типу) передає обертання на барабан 20 механізму подачі. Муфта 19 вільного ходу автоматично відключає подачу каретки з буром в момент її відведення від льотки у вихідне положення. На барабан 20 запасований канат 21 (див. рис. 2.7.), інший кінець якого жорстко прикріплений до бобики 22 стріли 5.

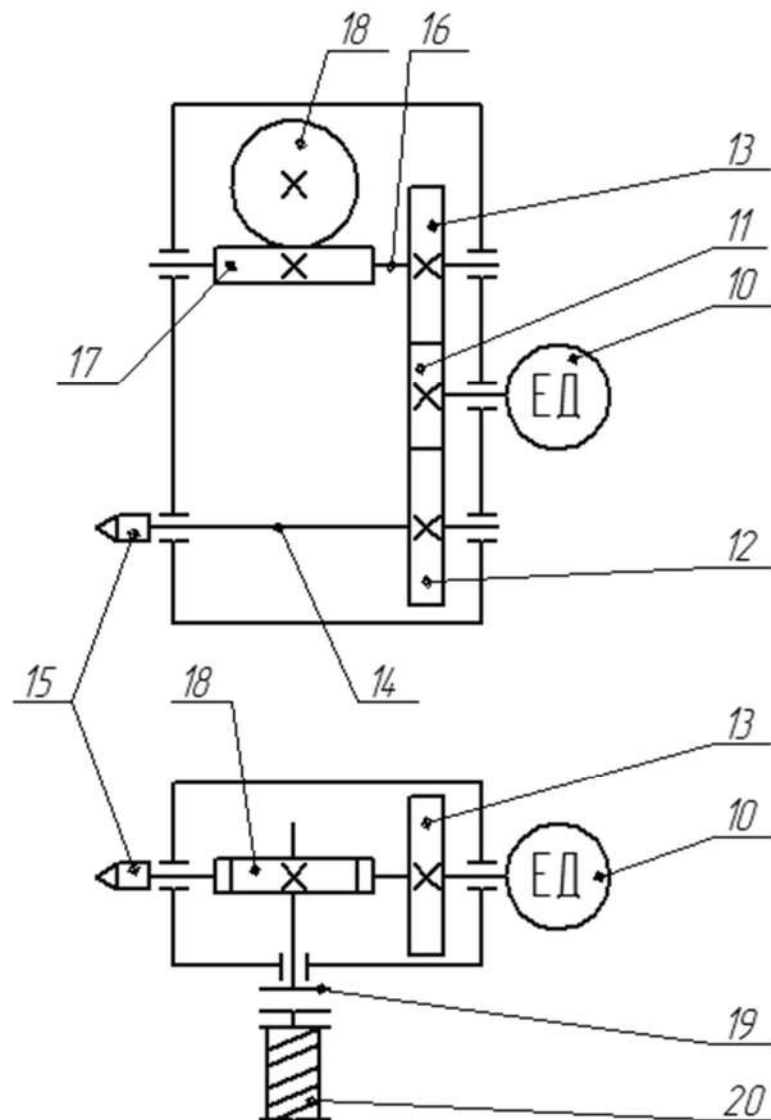


Рис. 2.8. Кінематична схема механізму подачі та буріння
(розроблено автором)

Механізм відведення каретки від льоточного каналу (див. рис. 2.9.) містить електродвигун 23, муфту 24, двоступеневий циліндричний редуктор 25, на вихідному валу якого насаджений барабан 26, канат якого запасований через блок задньої частини стріли і закріплений на каретці 7.

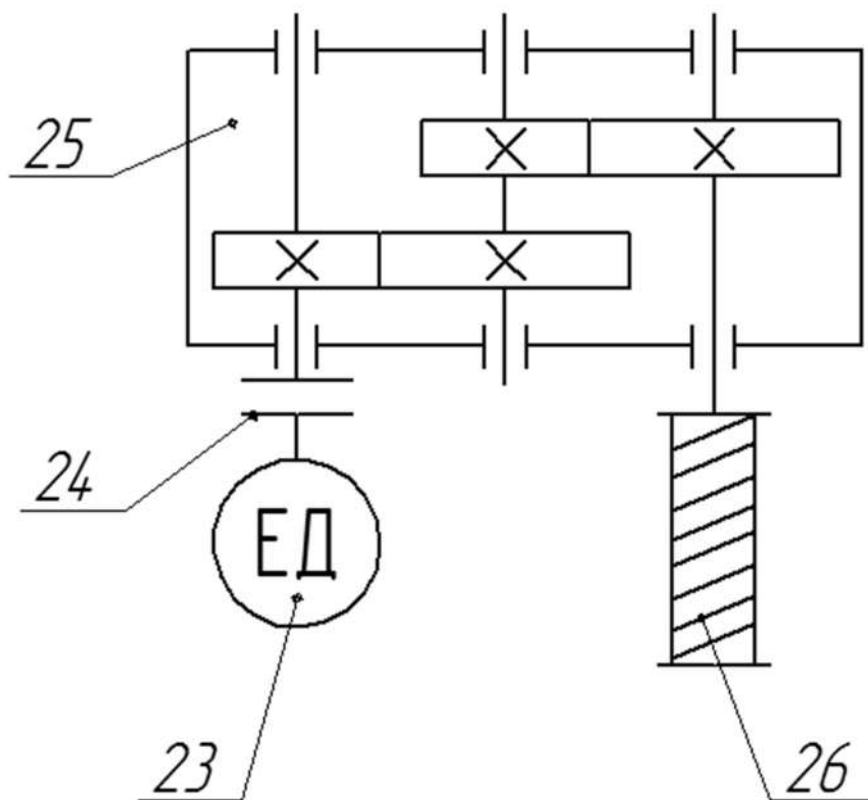


Рис. 2.9. Кінематична схема механізму відведення каретки з буром
(розроблено автором)

2.3 Переваги пропонованої конструкції

Застосування окремих механізмів подачі каретки з буром і буріння, а також відведення каретки від льотки дасть можливість значно спростити вказані механізми, та як наслідок підвищити надійність машини для розкриття чавунної льотки в цілому, що призведе до скорочення витрат на обслуговування і ремонт машини.

2.4 Розрахунки по модернізації

Для збереження існуючої пропускної здатності ланки машина розкриття чавунної льотки повинна відповідати наступним вимогам:

- швидкість подачі каретки $v_{\Pi} = 6$ м/хв;
- швидкість відводу каретки $v_{\text{В}} = 25$ м/хв;
- частота обертання бура $n_{\text{б}} = 543$ об/хв;
- діаметр льоточного каналу $d = 0,07$ м;
- вага каретки з механізмом подачі і буріння $G = 5600$ Н;
- кут нахилу каретки до горизонту $\alpha = 15^{\circ}$.

Кінематичний і силовий аналіз

Розрахунок механізмів переміщення каретки і буріння ведемо за [7].

Визначимо опір подачі робочого інструмента і опір бурінню при бурінні льотки до появи чавунної корки. Для цього спочатку необхідно визначити величину подачі бура за один оберт

$$\omega = \frac{v_{\Pi}}{n_{\text{б}}} = \frac{6}{543} = 0,011 \text{ м/об}; \quad (2.1)$$

$$T = K_{\text{Т}} \cdot \sigma_{\text{В}} \cdot d \cdot \sqrt[3]{\omega} = 0,025 \cdot 5 \cdot 10^6 \cdot 0,07 \cdot \sqrt[3]{0,011} = 1946 \text{ Н}, \quad (2.2)$$

де $K_{\text{Т}}$ – опитний коефіцієнт, що враховує знос інструмента, коливальний характер навантажень і умови їх прикладення, $K_{\text{Т}} = 0,023 \dots 0,028$; $\sigma_{\text{В}}$ – межа міцності льоточної маси, для водної льоточної маси $\sigma_{\text{В}} = 5 \cdot 10^6$ Н/м².

Опір бурінню льоточної маси дорівнює

$$M = K_{\text{М}} \cdot d \cdot T = 0,65 \cdot 0,07 \cdot 1946 = 88,54 \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (2.3)$$

де $K_{\text{М}}$ – опитний коефіцієнт, що враховує знос інструмента, коливальний характер навантажень і умови їх прикладення, $K_{\text{М}} = 0,6 \dots 0,7$.

Максимальні навантаження виникають при бурінні чавунної корки і складають

$$T_{\max} = q_{\max} \cdot d = 8 \cdot 10^4 \cdot 0,07 = 5600 \text{ Н}, \quad (2.4)$$

де q_{\max} – максимальний опір чавунної корки, по даним останніх досліджень $q_{\max} = 8 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$.

$$M_{\max} = K \cdot d \cdot T_{\max} = 0,4 \cdot 0,07 \cdot 5600 = 156,8 \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (2.5)$$

де K – опитний коефіцієнт, $K \cong 0,4$.

Оскільки в пропонованій конструкції швидкості обертання і подачі робочого інструменту не регулюються, то всі подальші розрахунки ведемо по максимальних навантаженнях.

Схема до розрахунку механізму подачі каретки показана на рис. 2.10.

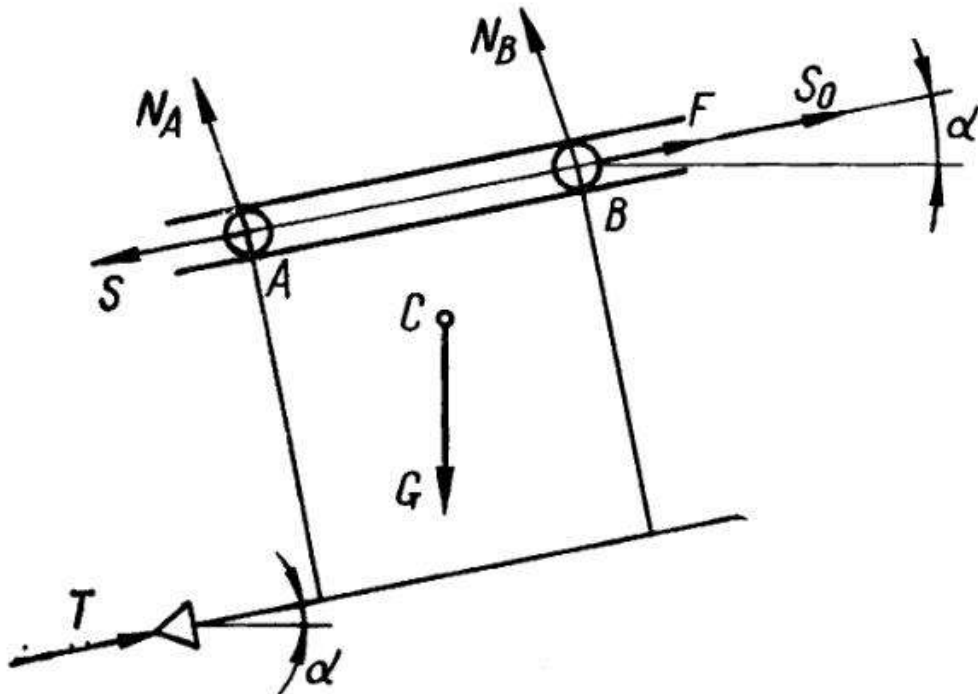


Рис. 2.10. Схема до розрахунку механізму подачі каретки

Джерело: розроблено із використанням [7]

Запишемо умову рівноваги каретки

$$S = T_{\max} + F - G \cdot \sin \alpha + S_0, \quad (2.6)$$

де S, S_0 – натягнення канату, Н; F – сила тертя роликів по направляючих, що складає

$$F = f \cdot G \cdot \cos \alpha = 0,06 \cdot 5600 \cdot \cos 15^\circ = 324,5 \text{ Н}, \quad (2.7)$$

де f – коефіцієнт опору руху роликів, по дослідним даним $f = 0,06$.

Оскільки привод подачі бура в пропонованій конструкції є канатним, то

$$S = S_0 \cdot e^{\mu\beta}, \quad (2.8)$$

де $\mu = 0,15$ – коефіцієнт тертя між каната по барабану; $e = 2,72$ – основа натурального логарифма; $\beta = 3$ рад – кут обхвату каната на барабані.

Підставивши в рівняння рівноваги значення формул (2.7) і (2.8) отримаємо зусилля подачі каретки з робочим інструментом

$$\begin{aligned} S &= \frac{[T_{\max} - G \cdot (\sin \alpha - f \cdot \cos \alpha)] \cdot e^{\mu\beta}}{e^{\mu\beta} - 1} = \\ &= \frac{[5600 - 5600 \cdot (\sin 15^\circ - 0,06 \cdot \cos 15^\circ)] \cdot 2,72^{0,15 \cdot 3}}{2,72^{0,15 \cdot 3} - 1} = 9631 \text{ Н}. \end{aligned} \quad (2.9)$$

Визначимо зусилля відведення каретки з буром від льотки

$$\begin{aligned} S_{\text{відв}} &= G \cdot (\sin \alpha + f \cdot \cos \alpha) = 5600 \cdot (\sin 15^\circ + 0,06 \cdot \cos 15^\circ) = \\ &= 1774 \text{ Н}. \end{aligned} \quad (2.10)$$

Визначимо крутний момент на барабані механізму відведення каретки

$$M_{\text{відв}} = S_{\text{відв}} \cdot D_{\text{б.в.}} = 1774 \cdot 0,2 = 354,8 \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (2.11)$$

де $D_{\text{б.в.}}$ – діаметр барабану механізму відведення каретки, конструктивно з креслення приймаємо $D_{\text{б.в.}} = 0,2 \text{ м}$.

Визначимо критичне розривне зусилля канату механізму подачі

$$S_{\text{кр}} = S \cdot k = 9631 \cdot 4 = 38524 \text{ Н}, \quad (2.12)$$

де k – коефіцієнт запасу міцності, для канатів, що застосовуються в підйомних і тягових механізмах при середньому режимі роботи $k = 4$ [7].

З цієї ж довідкової таблиці приймаємо найменше співвідношення між діаметром каната і барабана складає 1: 20.

Вибір каната механізму подачі здійснюємо за [8, 9].

Для механізмів подачі та відведення каретки з робочим інструментом приймаємо канат вантажний сталевий подвійної звивки типу 10-Г-1-К-Н-1570 ГОСТ 7688-80, для якого:

- діаметр каната $d = 10 \text{ мм}$;
- загальне розривне зусилля $F_1 = 40400 \text{ Н}$;
- межа міцності на розрив $\sigma_{p1} = 1570 \text{ МПа}$.

Визначимо мінімальний діаметр барабана

$$D_{\text{б}} = d \cdot k_2 = 10 \cdot 20 = 200 \text{ мм}, \quad (2.13)$$

де k_2 - коефіцієнт діаметра барабана, для канатів застосованих у вантажних і тягових механізмах (кранах, лебідках, щоглах) $k_2 = 20$ [8].

Діаметр барабану по осі центра каната складає

$$D_{60} = D_6 + d = 200 + 10 = 210 \text{ мм} \quad (2.14)$$

Визначимо мінімальну ширину барабана на ділянці навивки каната

$$B_{11} = \left(\frac{l}{\pi \cdot D_{60}} + Z \right) \cdot t, \quad (2.15)$$

де Z – кількість витків, що не доторкаються, приймаємо $Z = 2$ [9]; t – крок нарізки барабана, $t = 0,015$ м.

$$B_{11} = \left(\frac{3,5}{3,14 \cdot 0,2} + 2 \right) \cdot 0,015 = 0,25 \text{ м.}$$

Визначимо мінімальну ширину барабана на закріплення каната

$$B_{12} = 2 \cdot t = 2 \cdot 0,015 = 0,03 \text{ м.} \quad (2.16)$$

Визначимо загальну мінімальну ширину барабана механізму подачі

$$B_1 = B_{11} + B_{12} = 0,25 + 0,03 = 0,283 \text{ м.} \quad (2.17)$$

Приймаємо $B_1 = 300$ мм.

Визначимо крутний момент на барабані

$$M_{\text{бар}} = S \cdot \frac{D_{60}}{2} = 38524 \cdot \frac{0,21}{2} = 4045 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.18)$$

Розрахунок потужності привода

Розрахунок потужності привода механізмів подачі та буріння, а також відведення каретки ведемо за [10, 11].

Визначимо кутову швидкість бура

$$\omega_{\text{б}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{б}}}{30} = \frac{3,14 \cdot 543}{30} = 56,834 \text{ с}^{-1}, \quad (2.19)$$

Визначимо потужність привода механізму буріння льотки

$$N_{\text{б}} = \frac{M_{\text{мак}} \cdot \omega_{\text{б}}}{1000 \cdot \eta_{\text{б}}} = \frac{156,8 \cdot 56,834}{1000 \cdot 0,96} = 9,28 \text{ кВт}, \quad (2.20)$$

де 1000 – коефіцієнт переводу Вт в кВт; $\eta_{\text{б}}$ – ККД механізму буріння, $\eta_{\text{б}} = 0,96$.

Визначимо кутову швидкість барабана механізму подачі каретки

$$\omega_{\text{бар}} = \frac{2 \cdot v_{\text{п}}}{D_{\text{б0}} \cdot 60} = \frac{2 \cdot 6}{0,21 \cdot 60} = 0,95 \text{ с}^{-1}, \quad (2.21)$$

Визначимо потужність механізму подачі

$$N_{\text{п}} = \frac{M_{\text{б}} \cdot \omega_{\text{бар}}}{1000 \cdot \eta_{\text{п}}} = \frac{4045 \cdot 0,95}{1000 \cdot 0,82} = 4,56 \text{ кВт}. \quad (2.22)$$

Визначимо кутову швидкість обертання барабана механізму відведення каретки від льотки

$$\omega_{\text{відв}} = \frac{2 \cdot v_{\text{в}}}{D_{\text{б.в.}} \cdot 60} = \frac{2 \cdot 25}{0,2 \cdot 60} = 4,2 \text{ с}^{-1}. \quad (2.23)$$

Визначимо потужність механізму відведення

$$N_B = \frac{M_{\text{відв}} \cdot \omega_{\text{відв}}}{1000 \cdot \eta_B} = \frac{354,8 \cdot 4,2}{1000 \cdot 0,96} = 1,45 \text{ кВт.} \quad (2.24)$$

Сумарна потужність спільного двигуна механізму подачі і буріння складає

$$N_{\text{дв}} = N_{\text{б}} + N_{\text{п}} = 4,56 + 9,28 = 13,84 \text{ кВт.} \quad (2.25)$$

Для механізму відведення приймаємо двигун 4A100L8У3, для якого: номінальна потужність $N_{\text{в.дв.}} = 1,5$ кВт, номінальна частота обертання ротора $n_{\text{в.дв.}} = 750$ об/хв. Для механізму подачі та буріння приймаємо двигун 4A180M8У3, для якого: номінальна потужність $N_{\text{п.дв.}} = 15$ кВт, частота обертання ротора $n_{\text{п.дв.}} = 750$ об/хв.

Розрахунок і вибір елементів кінематичної схеми

Визначимо передаточне відношення механізму буріння

$$i_{\text{бур}} = \frac{n_{\text{п.дв.}}}{n_{\text{б}}} = \frac{750}{543} = 1,38. \quad (2.26)$$

Визначимо передаточне відношення механізму подачі каретки

$$i_{\text{под}} = \frac{n_{\text{п.дв.}}}{n_{\text{бар}}} = \frac{750}{9,08} = 82,6. \quad (2.27)$$

Визначимо передаточне відношення механізму відведення каретки

$$i_{\text{відв}} = \frac{n_{\text{в.дв.}}}{n_{\text{відв}}} = \frac{750}{40} = 18,75. \quad (2.28)$$

Для механізму відведення приймаємо редуктор 1Ц2У-125 для якого крутний момент на вихідному валу $M_{\text{вих}} = 630 \text{ Н} \cdot \text{м}$, загальне передаточне число $i_{\text{ред}} = 16$.

РОЗДІЛ 3

ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗПЕЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих чинників

З позиції санітарії та гігієни, умови праці на доменній печі і ливарному дворі пов'язані з низкою несприятливих чинників. Під час доменної плавки та випуску чавуну й шлаку спостерігається значне тепловиділення, інтенсивне інфрачервоне випромінювання як від продуктів плавки, так і від нагрітих поверхонь технологічного обладнання. Повітря робочої зони забруднюється чадним газом і діоксидом сірки, які утворюються як у процесі плавки, так і під час випуску розплавів. Додатковим негативним чинником є пилове навантаження, що виникає при прибиранні ливарного двору, підготовці жолобів для чавуну та шлаку, а також внаслідок осідання частинок металу та графіту, які випаровуються з розплавлених матеріалів. При контакті води з розплавами також виникає додаткове аерозольне забруднення. Крім того, працівники піддаються дії підвищеного шуму.

Характеристики мікроклімату на ливарному дворі доменного цеху представлені в табл. 3.1. У табл. 3.2 наведено концентрації шкідливих речовин у повітрі цієї зони, а в табл. 3.3 — рівні шуму.

Аналіз даних табл. 3.1 свідчить про те, що до основних несприятливих чинників на ливарному дворі слід віднести знижену температуру повітря в холодний сезон, а також її перевищення в теплий період. Крім того, спостерігається надмірна швидкість повітряних потоків, підвищена інтенсивність теплового випромінювання і недостатній рівень освітлення. Більшість фактичних показників виходять за межі допустимих норм. Водночас відносна вологість повітря і загальна освітленість здебільшого відповідають гігієнічним стандартам.

Таблиця 3.1

Показники мікроклімату на ливарному дворі доменного цеху

Спеціальність	Періоди	Температура повітря, °С		Відносна вологість, %		Швидкість вітру, м/с		Інтенсивність теплового випромінювання, Вт/м ²		Освітленість, лк	
		Нормативне значення	Фактичне значення	Нормативне значення	Фактичне значення	Нормативне значення	Фактичне значення	Нормативне значення	Фактичне значення	Нормативне значення	Фактичне значення
Слюсар по РМО	Холодний	17...23	17	75	48	0,3	0,5	1400	350...2000	100	90
	Теплий	33	29	60	60	0,3...0,7	1,2				
Електромонтер по обслуговуванню ЕО	Холодний	17...23	17	75	48	0,3	0,5	1400	350...2000	100	90
	Теплий	33	29	60	60	0,3...0,7	1,2				
1-й горновий	Холодний	17...19	21	75	48	0,5	0,6	1400	350...2000	120	110
	Теплий	33	46	65	60	0,5...1	1,4				

Джерело: дані ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»

Таблиця 3.2

Аналіз шкідливих речовин у повітрі на ливарному дворі доменного цеху

Спеціальність	Пил, мг/м ³		Клас небезпечності	Газ, мг/м ³		Найменування речовини
	Норм. знач.	Факт. знач.		Норм. знач.	Факт. знач.	
Слюсар по РМО	6	26,5	4	20	2,5	СО
Електромонтер по обслуговуванню ЕО	6	26,5	4	20	2,5	СО
1-й горновий	6	50,3	4	20	6,25	СО
						СО ₂

Джерело: дані ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»

Таблиця 3.3

Аналіз рівня шуму на ливарному дворі доменного цеху

Спеціальність	Рівень шуму, дБА	
	Нормативне значення	Фактичне значення
Слюсар по РМО	87	83
Електромонтер по обслуговуванню ЕО	87	83
1-й горновий	87	81

Джерело: дані ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»

Щодо запиленості повітря на ливарному дворі (табл. 3.2), найбільш небезпечним чинником є перевищений вміст пилу, який у декілька разів перевищує допустимі значення. Вміст чадного газу не перевищує гранично допустимих концентрацій.

Пил, залежно від його природи і дисперсного складу, може мати фіброгенну, токсичну або подразнюючу дію. Він здатен викликати запальні процеси в органах дихання, подразнення слизових оболонок очей і шкіри. Особливо небезпечні дрібнодисперсні частинки діаметром менше 5 мікрон, які здатні проникати глибоко в легені. Частинки розміром менше 1...2 мікрон, а особливо — менше 0,3...0,4 мікрон, мають максимальну здатність затримуватися в легеневій тканині, що створює ризик розвитку професійних захворювань, таких як пневмоконіоз, у тому числі силікоз, а також пиловий бронхіт, бронхіальна астма та пневмонія.

Як видно з табл. 3.3, рівень шуму на ливарному дворі знаходиться в межах допустимих значень для всіх досліджених професій.

До додаткових небезпечних виробничих чинників на ливарному дворі належать:

- вибухи та розбризкування чавуну при відкритті льотки;
- реакція розплавленого чавуну з вологою поверхнею жолобів, що призводить до вибухів;
- ризик падіння працівників у жолоби з розплавами;
- ймовірність травмування робітників обладнанням, зокрема машиною для розкриття чавунної льотки.

3.2 Заходи по зниженню і усуненню шкідливих і небезпечних чинників

На основі проведеного аналізу шкідливих і небезпечних факторів на робочих ділянках доменної печі та ливарного двору розроблено комплекс заходів, спрямованих на зниження їх впливу та підвищення безпеки праці. З

метою обмеження випарів і зменшення відкритої поверхні розплавленого металу, передбачено накриття чавунних жолобів та шлакових каналів. Для локалізації викидів шкідливих газів і пилу над чавунними жолобами встановлено витяжну вентиляцію. Освітлення в робочій зоні також покращено шляхом встановлення додаткових світильників як над ливарним двором, так і в районі фурменої платформи.

Для створення фізичного бар'єра, що знижує вплив гарячого повітря та пилу, на робочих місцях біля жолобів і каналів функціонує повітряна завіса. Водночас збільшено обсяг припливного повітря, що подається у зону ливарного двору, з метою нормалізації мікроклімату. В місцях розливання чавуну, а також біля пультів управління встановлено захисні екрани, що оберігають працівників від термічного та механічного ураження. Для вчасного реагування на аварійні ситуації передбачено сигналізацію, зокрема на гарматах і машинах для відкриття чавунних льоток, а також датчики, які фіксують прогар фурм.

Після завершення випуску чавуну, льотка просушується за допомогою коксового або природного газу, що дозволяє знизити ризик вибухів під час наступного відкриття. У конструкції застосовується безводна маса, до складу якої входить глина (25 %), мелений кокс (60 %) та кам'яновугільна смола (15 %), що забезпечує належну герметизацію льотки без застосування вологи.

Щоб мінімізувати ймовірність опіків або травмування від бризок розплаву, кабіна електрокрана винесена за межі небезпечної зони і має теплоізоляцію та екрани для захисту від теплового випромінювання. [12]

Цей комплекс заходів має забезпечити суттєве покращення умов праці, зниження шкідливого впливу виробничих чинників та підвищення рівня безпеки на об'єкті.

ВИСНОВКИ

На сьогоднішній день для розкриття чавунної льотки доменної печі, шурування каналу льотки під час випуску чавуну, а також оформлення футляра льотки використовується машина розкриття чавунної льотки МВЛН-19000-3000.

На основі досвіду експлуатації основним недоліком машини розкриття чавунної льотки є значні експлуатаційні витрати на обслуговування і ремонт, через складні умови роботи її механізмів та окремих деталей.

Аналіз конструкції та умов експлуатації, а також виробничих витрат дає підставу вважати, що вищеназваний недолік є наслідком застосування складної конструкції механізму переміщення каретки з робочим інструментом, який містить диференціальний конічний редуктор з двома приводними електродвигунами, необхідний для створення різниці між швидкістю підведення і відведення каретки з робочим інструментом до і від льотки. Складність конструкції вказаного механізму полягає у застосуванні багатьох деталей, через що надійність всього механізму є суттєво низькою. Це призводить до збільшення витрат на обслуговування і ремонт зазначеного механізму і машини в цілому.

На основі літературно-патентного огляду розроблена простіша, і разом з тим, надійніша конструкція машини розкриття чавунної льотки із застосуванням окремо механізму підведення каретки з одночасним обертанням робочого інструменту і механізму відведення каретки з робочим інструментом від льотки. Така конструкція є простішою, а отже і надійнішою, що призведе до скорочення витрат на обслуговування і ремонт машини в цілому.

Економічний ефект очікується отримати від зменшення експлуатаційних витрат на обслуговування і ремонт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Технологічні машини: підручник для студентів спеціальностей механічної інженерії закладів вищої освіти./ Гнітько С.М., Бучинський М.Я., Попов С.В., Чернявський Ю.А. - Харків: НТМТ, 2020. 258 с.
2. Усачев В.П. Технологические линии и комплексы металлургических цехов: в 2 т. / В.П. Усачев — К.: Металлургия, Т.1. – 1994. – 246 с.
3. Лукашкин Н.Д. Конструкция и расчет машин и агрегатов металлургических заводов: [учебник для вузов] / Н.Д. Лукашкин, Л.С. Кохан, А.М. Якушев – М.: Академкнига, 2003. – 456 с.
4. Машина для вскрытия чугунной летки доменной печи и обслуживания ее футляра: а. с. 190382 Україна: 21В 7/12. № 1041164/22-2; заявл. 02.12.1965; опубл. 30.11.1966, Бюл. № 2. 3 с.
5. Машина для вскрытия чугунной летки доменной печи: а. с. 604873 Україна : 21В 7/12. № 2379218/22-2 ; заявл. 29.06.1976; опубл. 30.04.1978, Бюл. № 16. 3 с.
6. Машина для вскрытия чугунной летки доменной печи: а. с. 269945 Україна: С21В7/14. № 869348/22-2; заявл. 07.12.1963; опубл. 30.11.1969, Бюл. № 16. 3 с.
7. Левин М.З., Седуш В.Я. Механическое оборудование доменных цехов: Учебное пособие для вузов. – М.: Вища школа. 1970. – 220 с.
8. Іванченко Ф.К. Підйомно-транспортні машини: підручник. Київ: Вища школа, 1993. 413 с.
9. Вікович І. А. Транспортні навантажувально-розвантажувальні засоби: підручник. Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2018. 678 с.
10. Коновалюк Д. М. Ковальчук Р. М. Деталі машин: підручник. Київ: Кондор, 2004. 584 с.
11. Малащенко В.О., Янків В.В. Деталі машин. Курсове проектування: навч. посіб. Львів: Новий Світ-2000, 2020. 230 с.

12. Шеремет В.О. Охорона праці на гірничо-метелургійному комбінаті: навчальний посібник. Дніпропетровськ: Пороги, 2003. – 387 с.

ЗГОДА

здобувача(чки) вищої освіти

Державного університету економіки і технологій
про перевірку кваліфікаційної роботи на прояви академічного плагіату
та розміщення в Репозитарії Університету

Я, *Корнієнко Данило Олександрович*, підтримую політику Державного університету економіки і технологій з академічної доброчесності і відкритого доступу.

Засвідчую, що кваліфікаційна бакалаврська робота *«Розробка роздільного приводу механізму подачі й буріння та механізму відведення каретки машини розкриття чавунної льотки МВЛН-19000-3000 Доменного цеху № 1 Департаменту з виробництва чавуну та сталі ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»»* виконана самостійно та не містить академічного плагіату. Я не надавав(ла) і не одержував(ла) недоволену допомогу під час підготовки цієї роботи. Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Із чинним Положенням про запобігання та виявлення академічного плагіату в роботах здобувачів вищої освіти Державного університету економіки і технологій ознайомлений(а). Чітко усвідомлюю, що в разі виявлення у кваліфікаційній роботі порушення норм академічної доброчесності робота не допускається до захисту або оцінюється незадовільно.

Також я поінформований(на), що відповідно до «Положення про Репозитарій (електронну базу даних) Державного університету економіки і технологій» зазначена робота буде розміщена в Електронному архіві Університету (Репозитарії ДУЕТ). З умовами такого розміщення ознайомлений(на).

07.06.2025



Корнієнко Д.О.
(ініціали, прізвище, власноруч)