

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	Заочна

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКЛАВРА

Кухтін Артем Олегович

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

на тему

Модернізація пристрою для розливки металу сталерозливного стенду мостового крану КЦ ПАТ „АМКР”

(повна назва теми)

за матеріалами

Конверторного цеху ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»

(повна назва бази дослідження)

науковий керівник

к.т.н., доцент.

(наук. ступінь, вчене звання)

(підпис)

Пополов Д.В.

(прізвище, ініціали)

Робота допущена до захисту в ЕК

Протокол засідання кафедри

від 14 червня 2025 р

№ 114

Завідувач кафедри

(підпис)

д.т.н., професор

(наук. ступінь, вчене звання)

В. Й. Засельський

(ініціали, прізвище)

Кривий Ріг – 2025

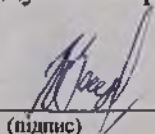
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ
Кафедра Інжинірингу з галузевого машинобудування

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)

Кухтін Артем Олегович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи бакалавра

Модернізація пристрою для розливки металу сталерозливного стенду мостового крану КЦ ПАТ „АМКР”

керівник кваліфікаційної роботи бакалавра Пополов Д.В., к.т.н., доцент.
(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 Конверторного цеху ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Конструкція та технічна характеристика сталерозливного стенду мостового крану, інформація про недоліки конструкції.

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

4.1 Аналітична частина;

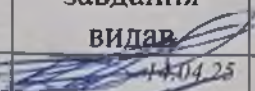

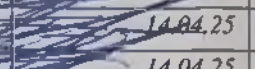

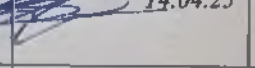

4.2 Основна частина;

4.3 Організація безпечного виробництва

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

1 аркуш формату А1 складальний кресленник: пристрій для розливки розплавленого металу

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи


Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналітична частина	Пополов Д. В., доц.	 14.04.25	 14.04.25
Основна частина	Пополов Д. В., доц.	 14.04.25	 14.04.25
Організація безпечного виробництва	Пополов Д. В., доц.	 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.

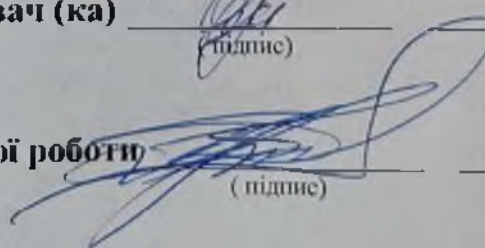
Здобувач (ка)


(підпис)

Кухтін А. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи


(підпис)

Пополов Д. В.

(прізвище та ініціали)

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание																															
1																																					
2			Документація загальна																																		
3																																					
4			Знову розроблена																																		
5																																					
6	A1	КРБ.133.25.12.00.00.000 СК	Складальне креслення	1	-																																
7	A4	КРБ.133.25.12.ПЗ	Пояснювальна записка	38	-																																
8																																					
9																																					
10																																					
11																																					
12																																					
13																																					
14																																					
15																																					
16																																					
17																																					
18																																					
19																																					
20																																					
21																																					
22																																					
23																																					
24																																					
133.25.12.КРБ																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Взм.</th> <th>Лист</th> <th>№ докум</th> <th>Подп.</th> <th>Дата</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Разраб</td> <td>Кухтін</td> <td></td> <td><i>[Signature]</i></td> <td>04.06</td> </tr> <tr> <td>Проб.</td> <td>Пополов</td> <td></td> <td><i>[Signature]</i></td> <td>04.06</td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td>Пополов</td> <td></td> <td><i>[Signature]</i></td> <td>13.06</td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td>Засельський</td> <td></td> <td><i>[Signature]</i></td> <td>14.06</td> </tr> </tbody> </table>				Взм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата	Разраб	Кухтін		<i>[Signature]</i>	04.06	Проб.	Пополов		<i>[Signature]</i>	04.06	Н.контр.	Пополов		<i>[Signature]</i>	13.06	Утв.	Засельський		<i>[Signature]</i>	14.06	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Лит</th> <th>Лист</th> <th>Листов</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Б</td> <td>4</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>			Лит	Лист	Листов	Б	4	1
Взм.	Лист	№ докум	Подп.	Дата																																	
Разраб	Кухтін		<i>[Signature]</i>	04.06																																	
Проб.	Пополов		<i>[Signature]</i>	04.06																																	
Н.контр.	Пополов		<i>[Signature]</i>	13.06																																	
Утв.	Засельський		<i>[Signature]</i>	14.06																																	
Лит	Лист	Листов																																			
Б	4	1																																			
Сталерозливочний стенд. Відомість кваліфікаційної роботи бакалавра				ТНН ДУЕТ кафедра ІГМ зб. ЗМО-21																																	

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра: 38 стор., 12 рис., 3 табл., 1 додаток, 14 джерел.

Об'єкт розробки – пристрій для розливки металу.

Мета роботи – підвищення надійності привода, полегшення технічного обслуговування пристрою для розливання розплавленого металу і скорочення тривалості операцій перекидання конвертера.

Метод досліджень – аналітичний – аналіз виявлених технічних рішень з метою можливості їх застосування для удосконалення конструкції пристрою для розливки розплавленого металу.

Запропоновано шляхи зменшення тривалості перекидання конвертера при розливці металу, розроблена конструкція пристрою для здійснення зазначеної операції.

Запропонована конструкція пристрою дозволить зменшити витрати на технічне обслуговування і зменшити час перекидання конвертера за рахунок застосування пристрою для розливки розплавленого металу.

Ключеві слова: сталерозливний стенд, пристрій для розливки розплавленого металу.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	8
1.1 Призначення і область застосування сталерозливального стенду мостового типу	8
1.2 Технічна характеристика сталерозливального стенду мостового типу	9
1.3 Опис конструкції сталерозливального стенду мостового типу	9
1.4 Аналіз недоліків.....	11
1.5 Передбачувані причини недоліків.....	11
1.6 Постановка задачі.....	12
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА	13
2.1 Літературно-патентний огляд.....	13
2.2 Пропозиції щодо модернізації	20
2.3 Переваги пропонованої конструкції.....	23
2.4 Розрахунки по модернізації	23
3 ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗПЕЧНОГО ВИРОБНИЦТВА	31
3.1 Аналіз основних шкідливих і небезпечних чинників конверторного цеху	31
3.2 Заходи по зниженню і усуненню шкідливих і небезпечних чинників в конверторного цеху	33
ВИСНОВКИ	36
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	37
ДОДАТКИ	39

ВСТУП

На сьогоднішній день головною проблемою металургійного виробництва є висока собівартість продукції, що є наслідком значних енергетичних витрат, витрат на сировину, паливо, обслуговування та ремонт необхідного для переділу матеріалів устаткування.

Як показує досвід експлуатації, сталерозливальні стенди мають низький рівень надійності.

Метою роботи є підвищення надійності сталерозливального стенду, зменшення витрат на їх ремонт та технічне обслуговування. Саме тому ця тема є актуальною.

В роботі розроблений пристрій для розливання розплавленого металу який включає перекидаючий конвертер і двигуни, дозволить спростити конструкцію і скоротити тривалість операцій перекидання конвертера, таким чином дозволить знизити собівартість чавуну.

Результати роботи можуть бути використані при розробці пристрою для розливки розплавленого металу на металургійних підприємствах.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Призначення і область застосування сталерозливального стенду мостового типу

Стенд призначений для установки на ньому двох сталерозливальних ковшів, переведення їх з резервного положення в робоче й навпаки, зважування ковша з металом, утримання ковша в період розливки, вертикальних переміщень ковшів для виконання допоміжних технологічних операцій.

По конструкції і принципу роботи сталерозливальні стенди розділяють на два типи – мостові і поворотні. В залежності від зв'язку між рухами ковшів розрізняють стенди з одночасним і роздільним вертикальними переміщеннями.

Сталерозливальний стенд мостового типу для ковшів місткістю 160 т застосовується на радіальній МНЛЗ.

На сучасних МНЛЗ для розливання застосовують сталерозливальні стенди, які не тільки забезпечують виконання всіх необхідних операцій, але і створюють велику автономність машин, дозволяють здійснити передачу ковшів із одного прольоту будівлі в другий, забезпечують більш оперативне управління при виникненні неполадок у роботі і найкраще спостереження за процесом заповнення проміжних ковшів кристалізаторів.

1.2 Технічна характеристика сталерозливального стенду мостового типу

Технічна характеристика сталерозливного стенду мостового типу наведена в табл.1.1.

Таблиця 1.1

Технічна характеристика сталерозливного стенду мостового типу

Максимальна вантажопідйомність, т	630
Швидкість переміщення моста, м/хв.	30
Швидкість підйому моста, м/хв.	1,14
Висота підйому моста, мм	760
Потужність електродвигунів, кВт механізму переміщення моста	4x37
механізму вертикального переміщення моста	4x160

Розроблено з використанням [1]

1.3 Опис конструкції сталерозливального стенду мостового типу

На рис.1.1. показаний сталерозливальний стенд мостового типу.

Стенд складається з моста 1, приводної ходової частини 2 з балансирними візками 3, механізму 4 переміщення моста з індивідуальними приводами, колони з направляючими обоймами 9, механізму вертикального переміщення моста 7 і струмоз'ємного пристрою 5. Стенд переміщується по двом двох рейковим шляхам, прокладених на робочому майданчику. Міст зварної конструкції виконаний із подовжніх і поперечних балок, створюючих проміжки для розміщення сталерозливних ковшів 8 і для заміни проміжного ковша у резервному положенні.

Ходова частина стенда забезпечена чотирма двоскатними балансирними візками, розташованими попарно з кожного боку стенду і опираючимися на двох рейкові шляхи. У кожному візку один із двох скатів приводний. Ходові колеса одноробордніє. Механізм переміщення візку складається з електродвигуна, гальма і трьохступінчастого циліндричного редуктора, посаженого на хвостовик приводного ската. Корпуса підшипникових вузлів скатів з'єднані з рамою балансира шарнірами, в результаті чого забезпечується рівномірний розподіл тиску і самовстановлення скатів по двох-рейковому шляху в площині, перпендикулярній руху стенду. Кожен балансирний візок з приводної сторони забезпечений роликком що переставляється по висоті, який в опущеному положенні служить опорою при викочуванні приводного скату.

Міст рухається у вертикальному напрямі по чотирьом пустотілим колонам, які знаходяться на візках що балансують. Колони з'єднані з візками за допомогою шарнірів та розташовані в подовжених направляючих обоймах 9, приєднані знизу до мосту. Переміщення мосту здійснюється за допомогою чотирьох механізмів 6, що встановлені зверху ходових балок мосту. Кожен механізм складається з електродвигуна, гальма, черв'ячного редуктора з глобоїдним зчепленням і гвинтової пари, що обертається і поступального рухомого гвинта і гайкою, закріпленою в середині пустотілої колони. Електродвигуни двох механізмів, розміщених на кожній ходовій балці моста, з'єднані між собою швидкохідними трансмісійними валками, що забезпечують їх синхронне обертання. Перекіс мосту контролюється слідкуючою системою з сельсинами, яка дає команду на зупинку приводів сторони мосту, що випереджає до повного усунення перекосу.

1.4 Аналіз недоліків

Недоліки стенду полягають в наступному: великі габарити, складність і недостатня надійність механізмів вертикального переміщення мосту з

черв'ячними і гвинтовими передачами і системою синхронізуючих валів, відсутність роздільного підйому і опускання сталерозливальних ковшів.

1.5 Передбачувані причини недоліків

Аналіз конструкції дає вагому підставу вважати, що вищевказані недоліки є наслідком того, що сталерозливальний стенд має велику вантажопідйомність, що характеризується великою кількістю механізмів вертикального переміщення мосту з черв'ячними і гвинтовими передачами. Це призводить до зниження надійності механізмів вертикального переміщення.

1.6 Постановка задачі

Задачею роботи є усунення вище вказаних недоліків.

Для виконання поставленої задачі необхідно:

- виконати літературно-патентний пошук з метою виявлення технічних рішень, які дозволяють вирішити поставлену задачу;
- виконати аналіз виявлених рішень з метою можливості їх застосування для удосконалення конструкції сталерозливального пристрою;
- розробити конструкцію вказаного пристрою, яка вільна від вище названих недоліків;
- виконати необхідні розрахунки розробленої конструкції;
- виконати креслення пропонованої конструкції.

РОЗДІЛ 2

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Літературно-патентний огляд

Відомий пристрій для розливки металу з ковша у злитки показаний на рис.2.1.

Пристрій для розливки складається з механізму кантування ковша 6, жолоба і конвеєра з виливницями 7. Жолоб розливальної машини містить: ємність 1 для прийому і обробки розплаву, подовжній канал 2 і зливні носки 3 для направлення струменю і обробленого металу у виливниці конвеєра, тяги 4 для з'єднання жолоба з чугуновозним ковшом, шарнірну опору 5 з горизонтальною віссю обертання.

Пристрій працює таким чином. При кантуванні чугуновозного ковша з початкового (вертикального) положення, розплав поступає приймальну ємність 1 жолоба, де здійснюється модифікуюча обробка його введенням реагента в виді порошкового дроту, стрічки, потім розплав по подовжньому каналу 2 і зливним шкарпеткам 3 спрямовується у виливниці конвеєра. При положенні ковша, що відповідає повному зливу розплаву, жолоб приєднується до ковша за допомогою тяги 4 (для цієї мети на ковші встановлені додаткові кронштейни з цапфами) і при кантуванні ковша в початкове положення здійснюється гойдання жолоба відносно горизонтальної осі шарнірної опори 5, При підйомі жолоба робиться злив залишків металу з місткості 1 жолоба, після опускання - від'єднання тяг 4 від ковша.

Гойдання жолоба при сливі розплаву, здійснюване чугуновозним ковшом, виключає не лише необхідність установки додаткового приводу, але також і робіт по його обслуговуванню і ремонту, що забезпечує позитивний ефект.

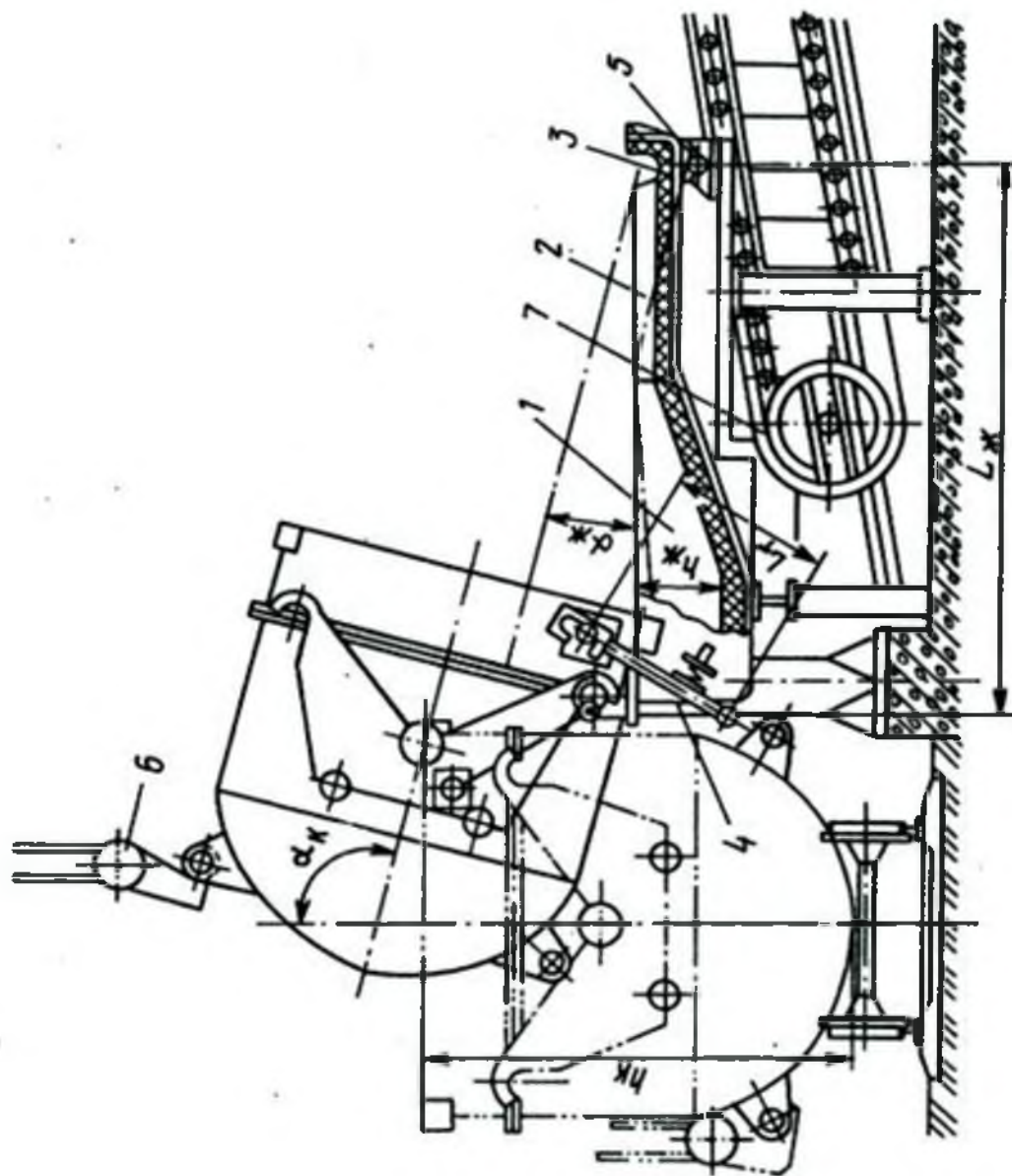


Рис.2.1. Пристрій для розливки металу із ковша у злитки

Розроблено з використанням [6]

Відомий також пристрій для розливання металу показаний на рис. 2.2.

Пристрій в площині центру тяжіння посудини має жорстко закріплений ворітник 1, котрий в свою чергу жорстко зв'язаний з рамою 2 болтами 3. На рамі є центруючі штифти, що входять в отвори ворітника.

Перпендикулярно до осі посудини на протилежних сторонах рами 2 розміщені шипи 5, які входять в отвори підшипників, розташованих у важелях 6 і 7, і утворюють першу поворотну вісь 8.

Важелі разом із поперечинами 9 і 10 утворюють раму. Кінці 11 важелів шарнірно з'єднані з підпоркою 12 станини 13. Інші кінці 14 важелів спираються на мес дозу 15, котра пов'язана зі станиною.

На деякій відстані від поворотної осі 16 на важелях 6 і 7 закріплені сережки 17 з отворами 18, у котрі входять шипи 19 штока 20, штовхаючого апарату 21, наприклад гідравлічного поршня. При цьому утворюється шарнірне з'єднання, в якому отвори 18 під шипи 19 мають довгасту форму. Інший кінець 22 штовхаючого апарату 21 через цапфу 23 і шарнірний упор 24 спирається на станину 13.

На рамі 2 на декотрій відстані від осі 8 закріплена сережка 25, до якої кріпиться штанга 26 штовхаючого апарату 27. Для їх з'єднання використовується стрижень 28. Інший кінець 29 штовхаючого апарату 27 шарнірно спирається в установленій у важелях 6 і 7 підшипник 30. Важелі вигнуті вгору для того, щоб дати місце для розташування штовхаючого апарату 27.

Положення I, II і III посудини відповідають положенням наповнення посудини, обробки розплаву і вивільнення посудини.

Описаний пристрій для розливання металу дозволяє підтримувати висоту зливного отвору на одному рівні при повороті посудини. Зливання розплавленого металу із посудини відбувається рівномірно.

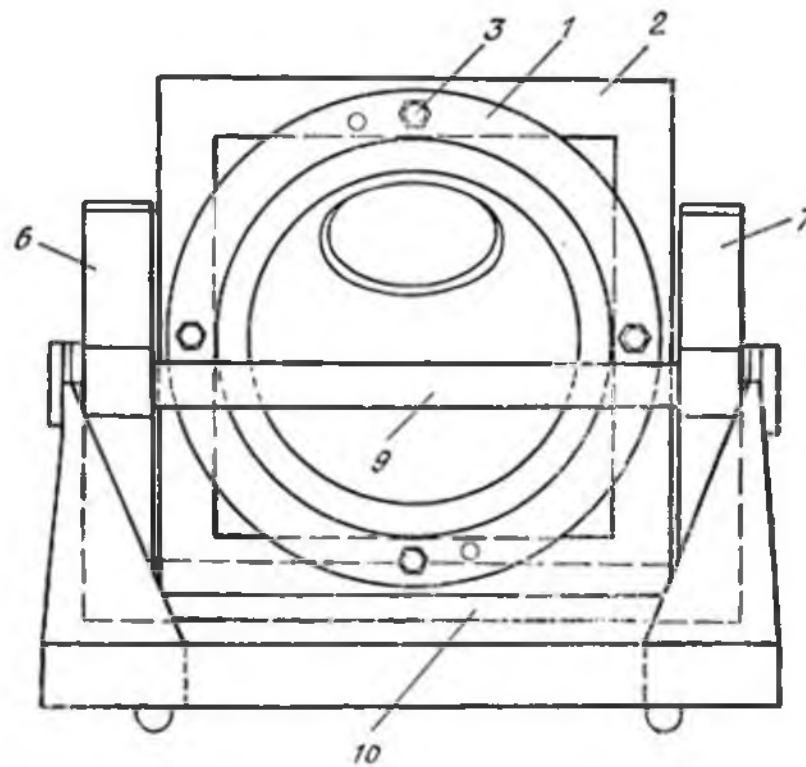
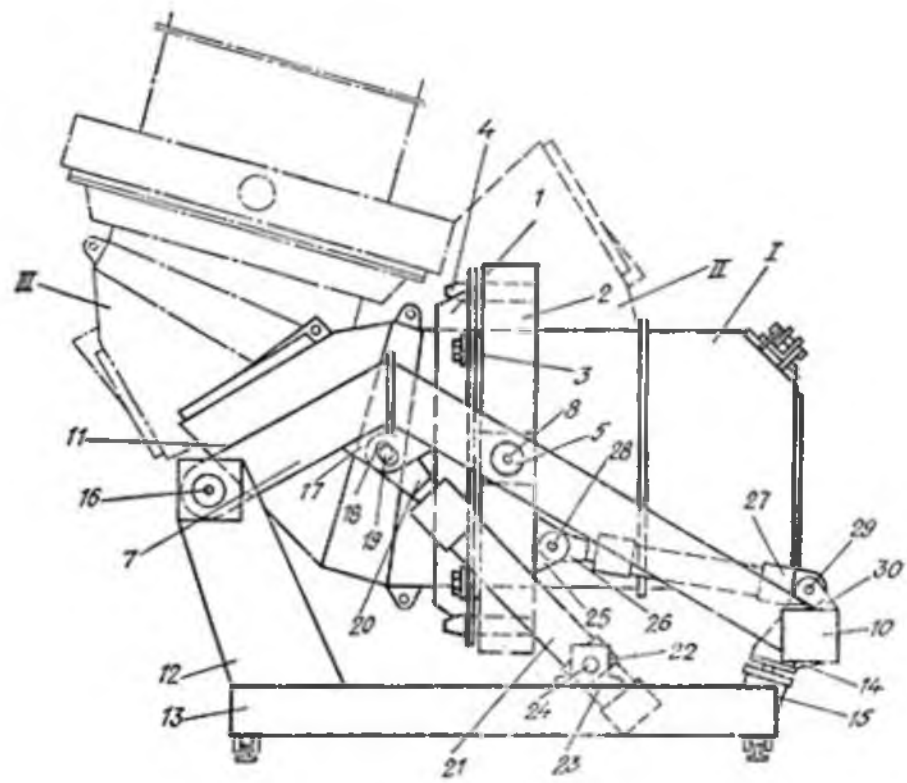


Рис. 2.2. Пристрій для розливання металу

Розроблено з використанням [7]

Відомий також пристрій для розливання розплавленого металу наведений на рис. 2.3., 2.4. і 2.5.

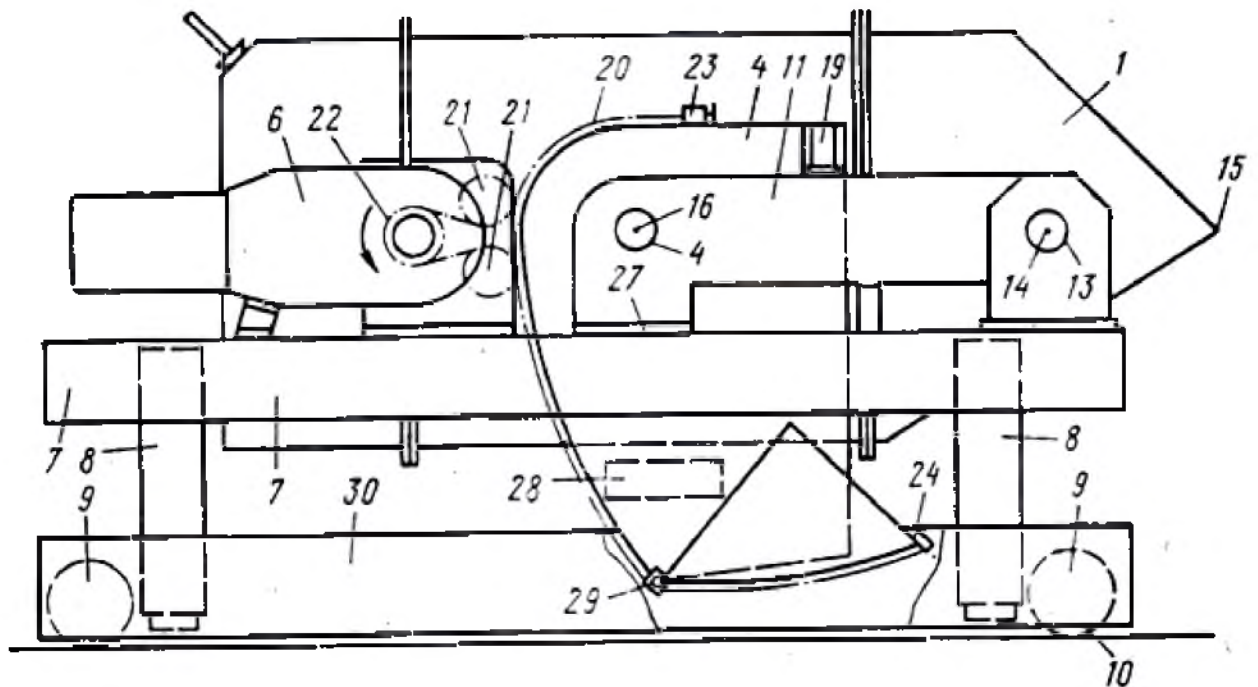


Рис. 2.3. Пристрій для розливання розплавленого металу (вид збоку)

Розроблено з використанням [8]

Пропонований пристрій містить перекидаючий конвертер 1, який з обох боків за допомогою утримувачів 2 сполучений гвинтами з опорними кронштейнами 3 направляючих сегментів 4.

Привід сегментів 4 здійснюється з обох боків за допомогою приводних опор 5 і двигунів 6, розташованих на вертикального переміщуваний рамі 7 за допомогою механізмів 8 вертикального переміщення. Пристрій за допомогою коліс 9 переміщається по рейках 10.

Поворотне облаштування конвертера 1 виконано що найменше одного перекидаючого важеля 11, розташованого на конвертері. Опорний корпус 12 важеля 11 за допомогою болта 13 утворює нерухомо закріплену вісь 14 обертань поблизу шкарпетки 15 конвертера.

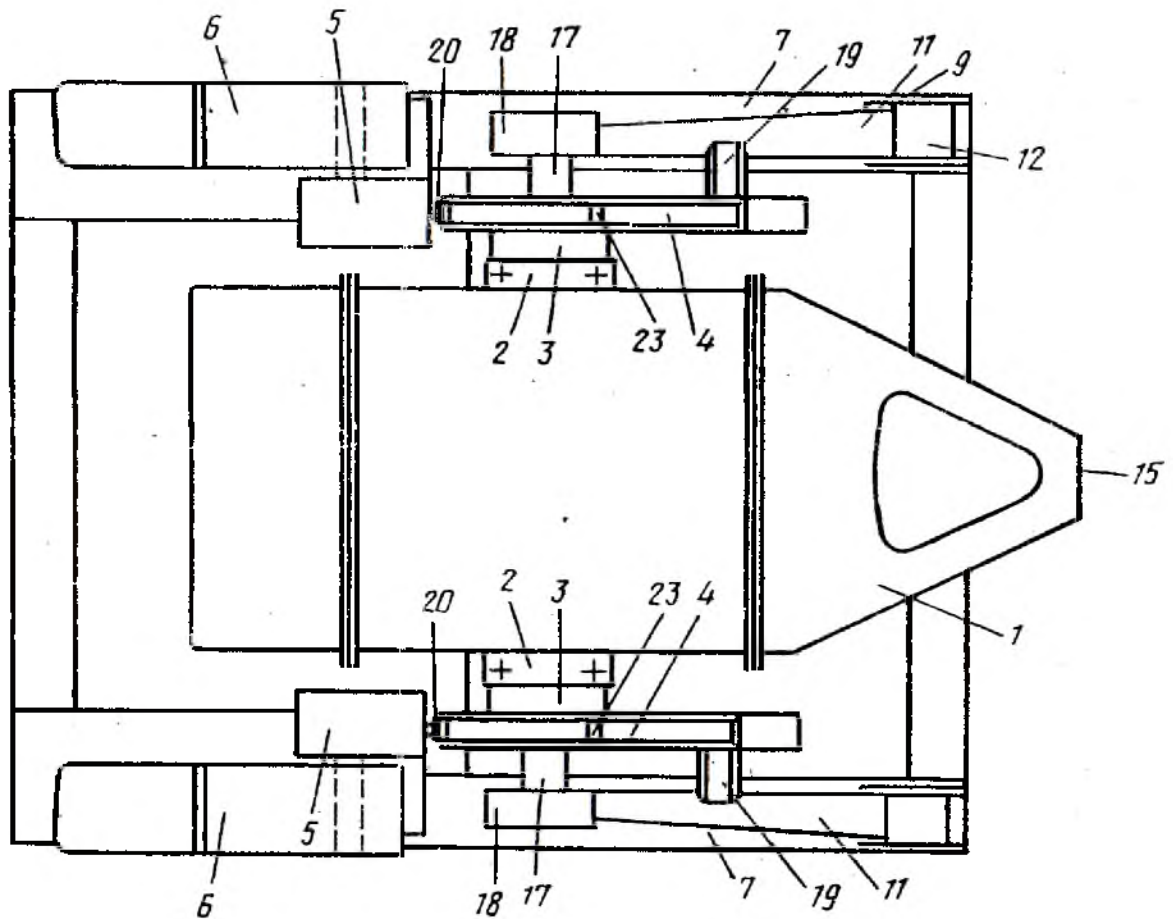


Рис. 2.4. Пристрій для розливання металу

Розроблено з використанням [8]

Перекидаючий важіль 11 має додаткову рухливу вісь 16 перекидань, що знаходиться на відстані від нерухомо закріпленої осі 14. Направляючий сегмент 4 за допомогою болта 17 сполучений з опорним корпусом 18 перевертаючого важеля 11 і за допомогою сегментної опори 19 спирається на перекидаючий важіль 11. Уздовж сегменту 4 натягнутий ланцюг 20, що проходить через направляючі ролики 21 і провідну шестерню 22.

Ланцюг 20 натягнутий між точками 23 і 24. Сегмент 4 виконаний у вигляді двох зв'язаних ділянок 25 і 26 з різними радіусами кривизни, при цьому нерухомо закріплена вісь 14 обертає відповідно більшому радіусу кривизни ділянки 26, а рухлива вісь 16 перекидаючого важеля 11, виконана з

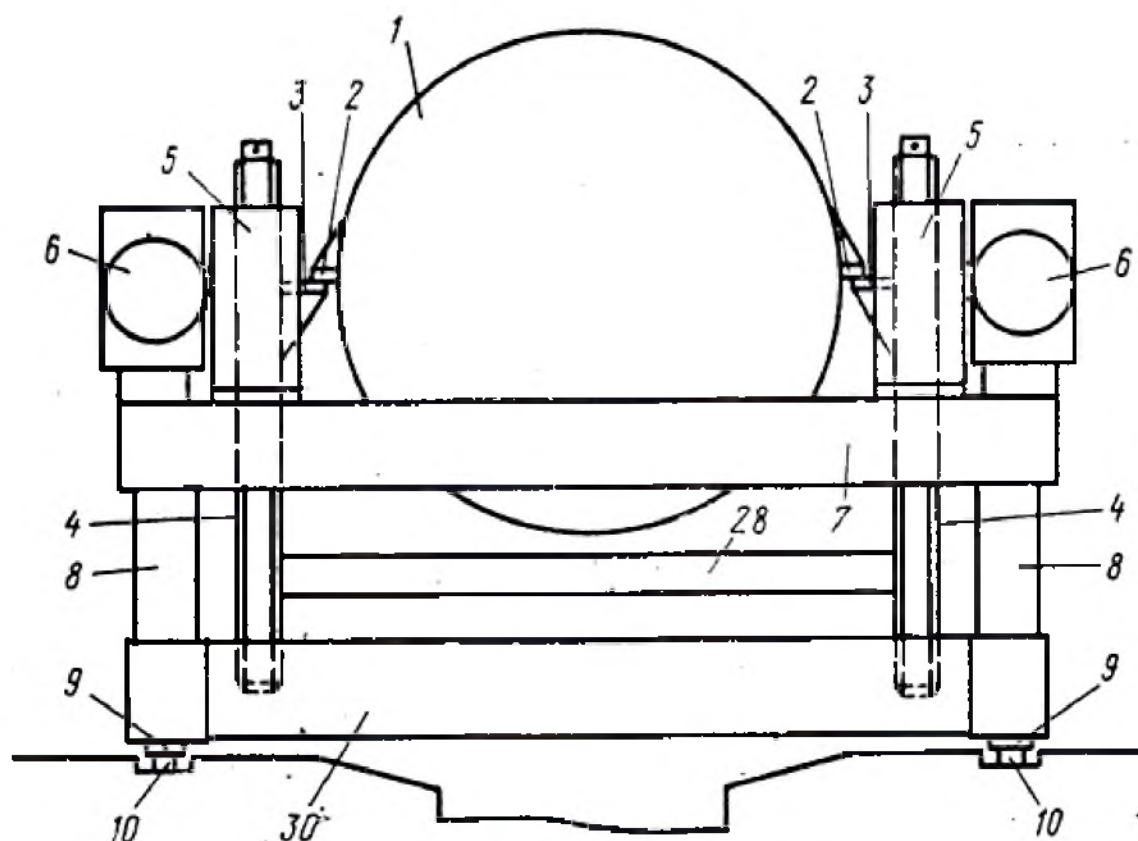


Рис. 2.5. Пристрій для розливання металу (вид ззаду)

Розроблено з використанням [8]

можливістю вертикального переміщення, відповідає меншому радіусу кривизни ділянки 25 направляючий сегмент 4. Це дозволяє здійснювати обертання конвертера 1 навколо його центру тяжіння, відповідно до осі 16, по малому радіусу сегментної ділянки 25, а також в області шкарпетки 15 конвертера 1 по великому радіусу кривизни, згідно з сегментною ділянкою 26, навколо осі 14.

Перекидаючі важелі 11 мають опорні поверхні 27. Обидва сегменти 4 сполучені однією або декількома дистанційними трубками 28. Ділянка 26 направляючого сегменту 4 може перегинатися в точці 29. Пристрій змонтований на V-образній рамі 30.

2.2 Пропозиції по модернізації

Пропонована конструкція пристрою для розливки розплавленого металу показана на рис.2.6., 2.7, 2.8 і 2.9

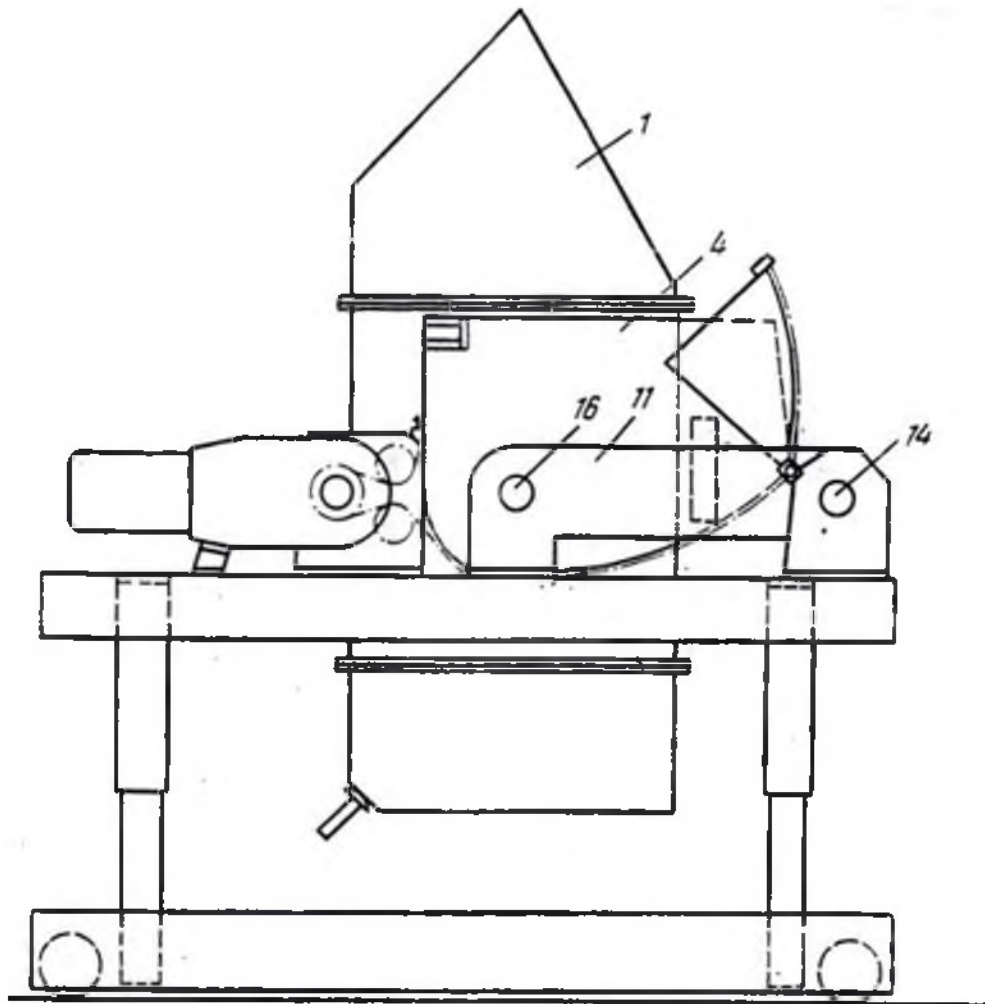


Рис. 2.6. Вертикальне робоче положення пристрою

Розроблено з використанням [9]

Пристрій складається з: 1- перекидаючий конвертер; 2- утримувачі; 3- опорні кронштейни; 4- направляючі сегменти; 5- приводні опори; 6- двигуни; 7- вертикальна рама, що переміщується; 8- механізми вертикального переміщення; 9- колеса; 10- рейки; 11- перекидаючий важіль; 12- опорний корпус; 13- болт; 14- вісь (нерухомо закріплена); 15- шкарпетка; 16- рухлива вісь; 17- болт; 18- опорний корпус; 19- сегментна опора;

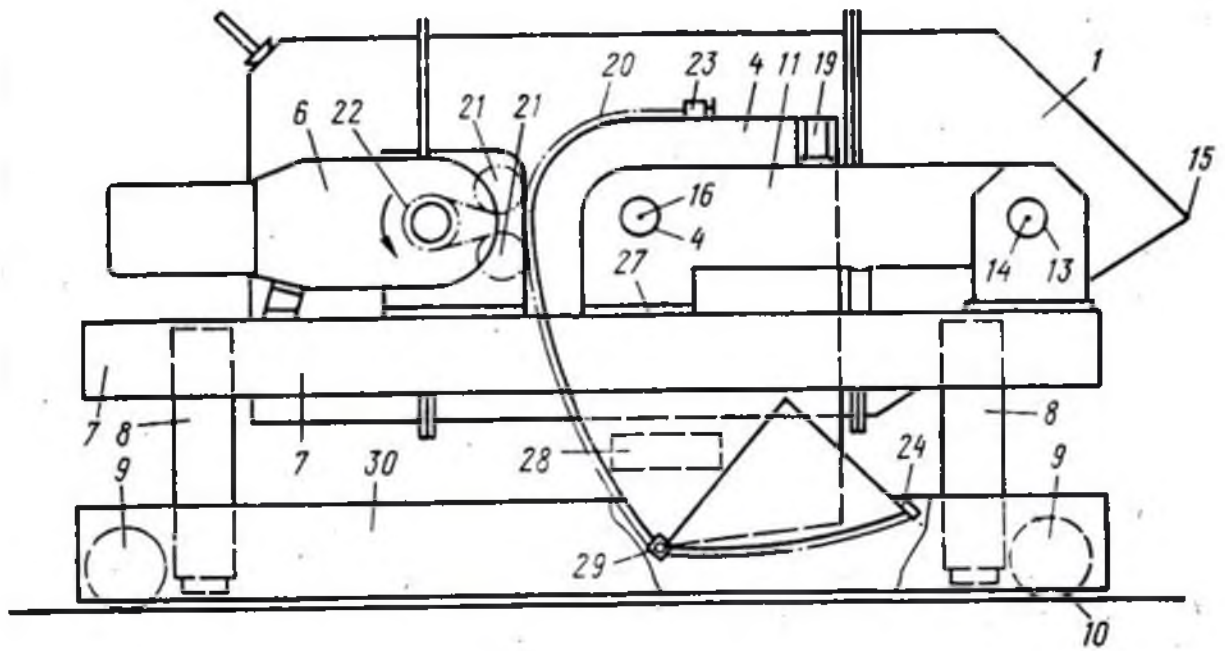


Рис. 2.7. Пристрій для розливання металу

Розроблено з використанням [9]

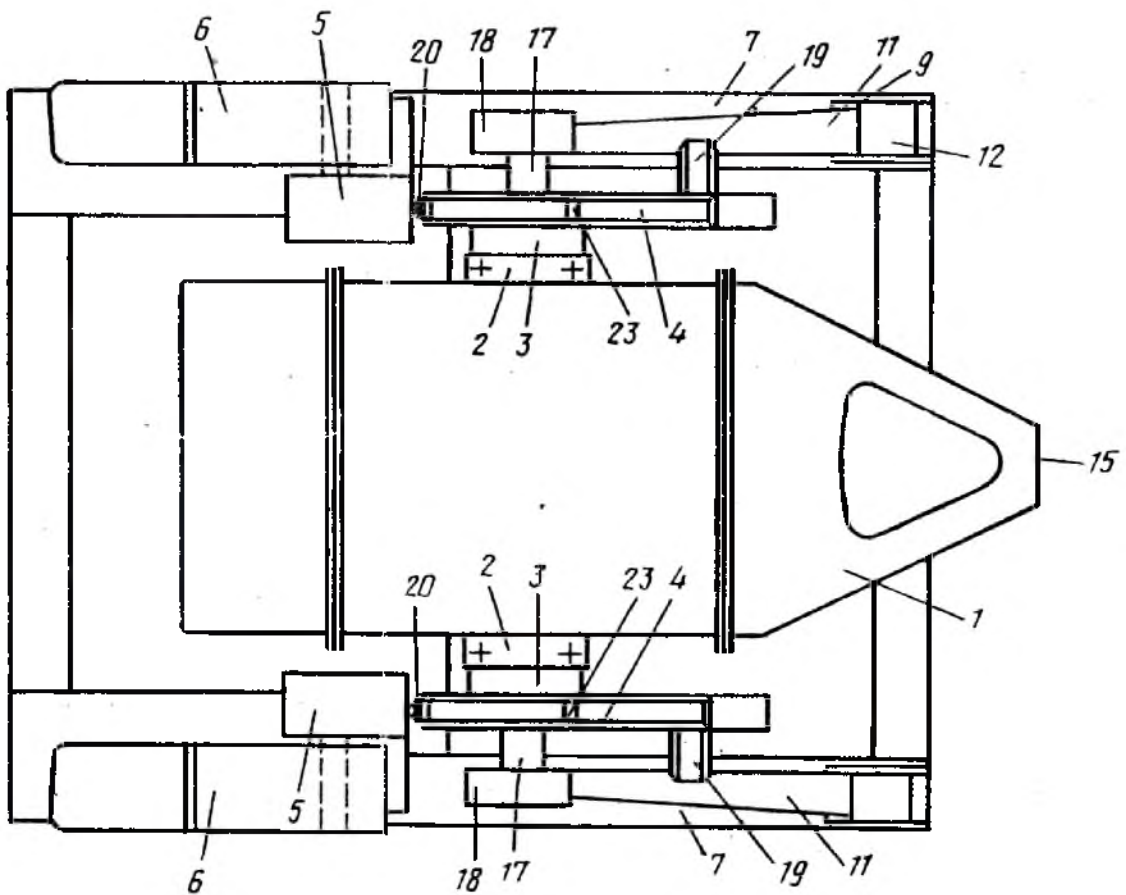


Рис. 2.8. Пристрій для розливання металу (вид зверху)

Розроблено з використанням [9]

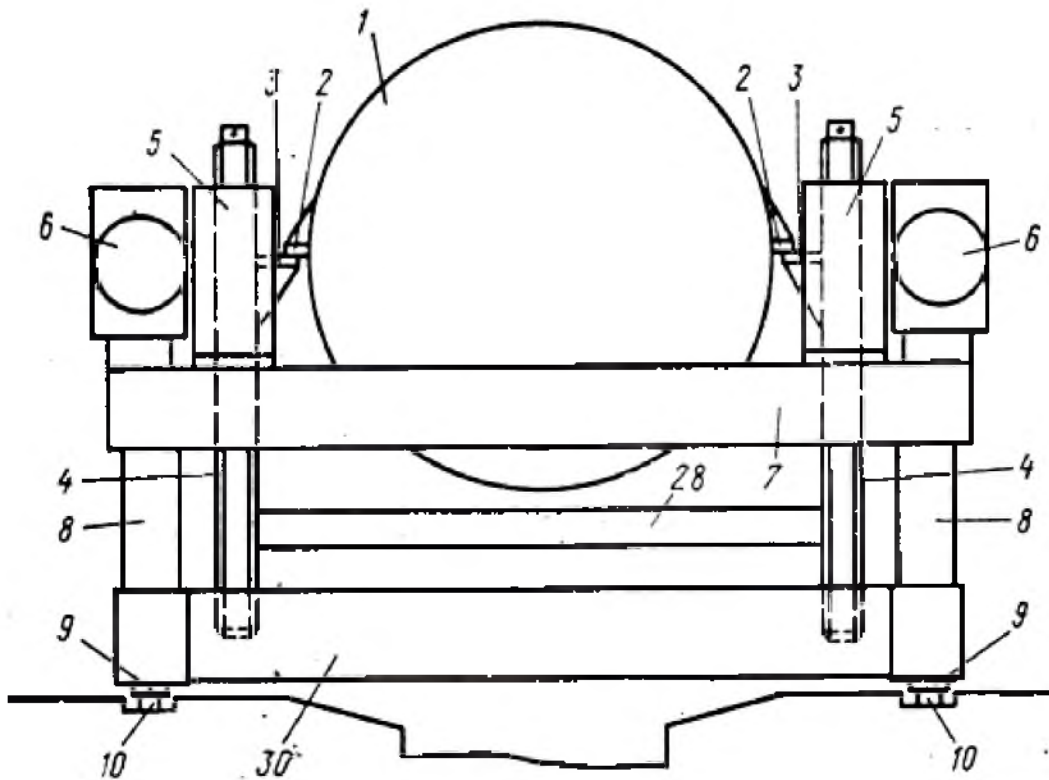


Рис. 2.9. Пристрій для розливання металу

Розроблено з використанням [9]

20- ланцюг; 21- направляючі ролики; 22- провідна шестерня; 23-24 – точки натягу ланцюга;

Пропонований пристрій працює таким чином.

Після завантаження конвертер 1 повертається у вертикальне робоче положення.

Шляхом встановлення напрямку обертання двигунів 6 проти годинникової стрілки забезпечується робоче положення згідно рис.2.7., причому конвертер 1 обертається навколо осі 16. По закінченню періоду обробки металу конвертер повертається в горизонтальне положення. Для повернення конвертера у горизонтальне положення відбувається перемикання двигунів 6 на обертання за годинниковою стрілкою. У момент зіткнення сегментних опор 19 з важелями,що перекидають 11, перекидаючі важелі 11 з їх опорними поверхнями 27 відокремлюються від рами 7, так як

двигуни 6 продовжують обертатися відбувається поворот конвертера 1 навколо осі 14, при цьому починається стадія розливання металу.

Направляючий сегмент 4 перегинається в точці 29 так, що при необхідності можна опустити розливальний носок 15 нижче, на рівень печі. Це дозволяє уникнути втрат тепла, так як створюється можливість безпосереднього розливання розплавленого металу з конвертера в піч без використання звичайних транспортуючих проміжних ковшів.

Замість ланцюга 20 можна використовувати зубчасте зачеплення з сегментами 4. В цьому випадку ведуча шестерня 22 входить безпосередньо в це зачеплення.

2.3 Переваги пропонованої конструкції

Використання цього винаходу дозволить спростити конструкцію, полегшити технічне обслуговування пристрою для розливання розплавленого металу і скоротити тривалість операцій перекидання конвертера.

2.4 Розрахунки по модернізації

Визначення вихідних даних для розрахунку

Вихідними даними для розрахунку пристрою є:

Вага задньої частини конвертера, кН;

Вага передньої частини конвертера, кН

Загальна вага конвертера, кН;

Силовий і кінематичний аналіз

На рис. 2.10. показана схема до визначення необхідного перекидаючого моменту від ваги порожнього конвертора при розливанні металу.

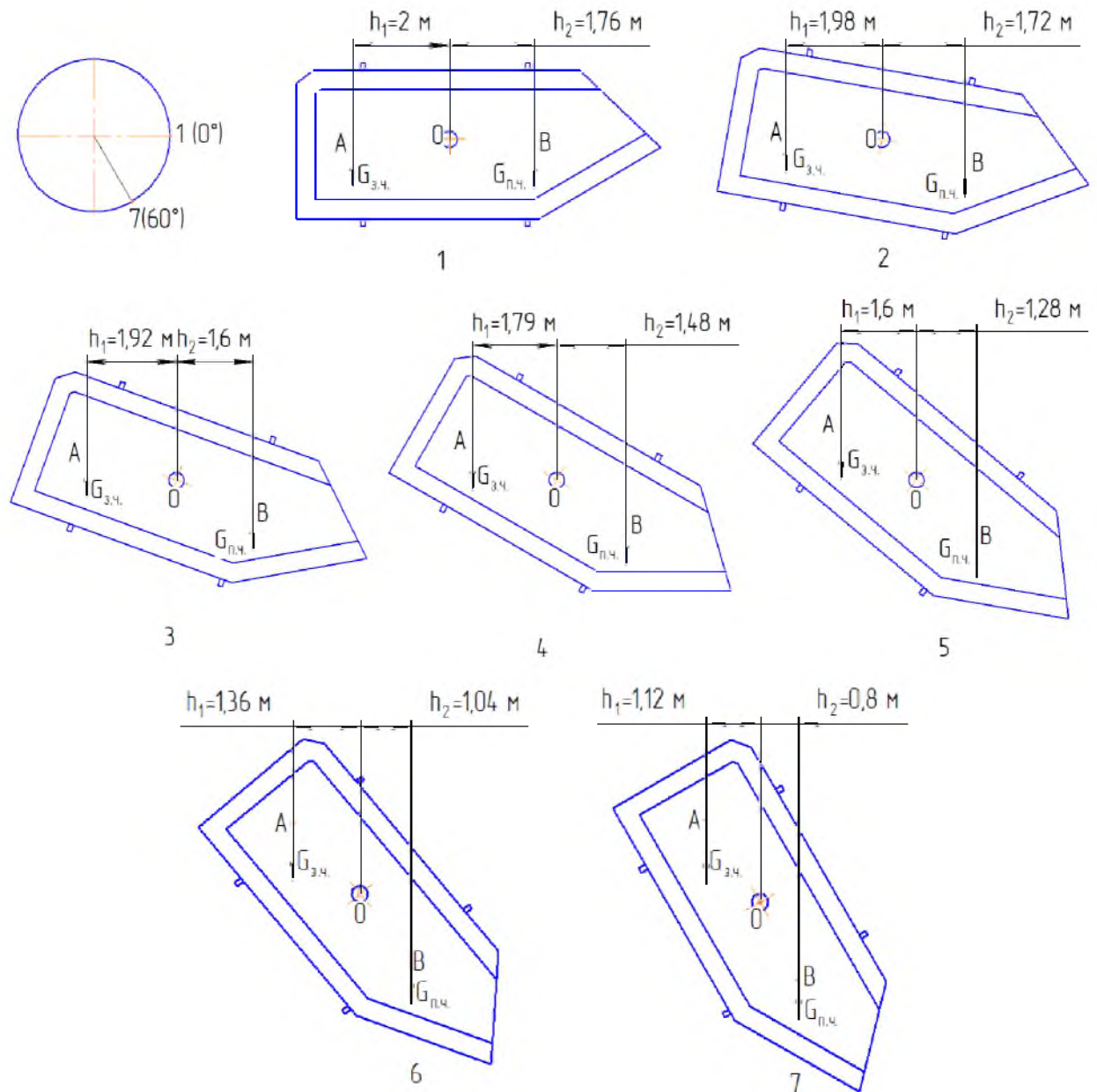


Рис. 2.10. Схема до визначення необхідного перекидаючого моменту від ваги порожнього конвертора при розливанні металу

Розроблено автором

На рис. 2.10. точки А і В – центри тяжіння задньої і передньої частин конвертора відповідно, точка О – точка кріплення конвертора до сегментів.

Перекидаючий момент від ваги порожнього конвертора при розливанні металу визначаємо за формулою

$$M_k = G_{з.ч.} \cdot h_1 - G_{п.ч.} \cdot h_2 \quad (2.1)$$

$$M_{к1} = 3500 \cdot 2 - 2500 \cdot 1,76 = 2600 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{к2} = 3500 \cdot 1,98 - 2500 \cdot 1,72 = 2630 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{к3} = 3500 \cdot 1,92 - 2500 \cdot 1,6 = 2720 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{к4} = 3500 \cdot 1,79 - 2500 \cdot 1,48 = 2565 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{к5} = 3500 \cdot 1,6 - 2500 \cdot 1,28 = 2400 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{к6} = 3500 \cdot 1,36 - 2500 \cdot 1,04 = 2160 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{к7} = 3500 \cdot 1,12 - 2500 \cdot 0,8 = 1920 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Результати розрахунку перекидаючого моменту від ваги порожнього конвертора при розливанні металу зводимо в табл. 2.1.

Таблиця 2.1.

**Визначення перекидаючого моменту від ваги
порожнього конвертора при розливанні металу**

№ пол.	Кут нахилу, град	h_1 , м	h_2 , м	M_k , кНм
1	0	2	1,76	2600
2	10	1,98	1,72	2630
3	20	1,92	1,6	2720
4	30	1,79	1,48	2565
5	40	1,6	1,28	2400
6	50	1,36	1,04	2160
7	60	1,12	0,8	1920

Розроблено автором

На рис. 2.11. показана схема до визначення перекидаючого моменту від ваги порожнього конвертора при повороті його у робоче положення.

Перекидаючий момент від ваги порожнього конвертора при повороті його у робоче положення визначаємо за формулою (2.1), окрім сьомого положення у якому вага задньої і передньої частини створюють сумарний перекидаючий момент відносно точки О – кріплення конвертора до сегментів, рівний

$$M_k = G_{з.ч.} \cdot h_1 + G_{п.ч.} \cdot h_2 \quad (2.2)$$

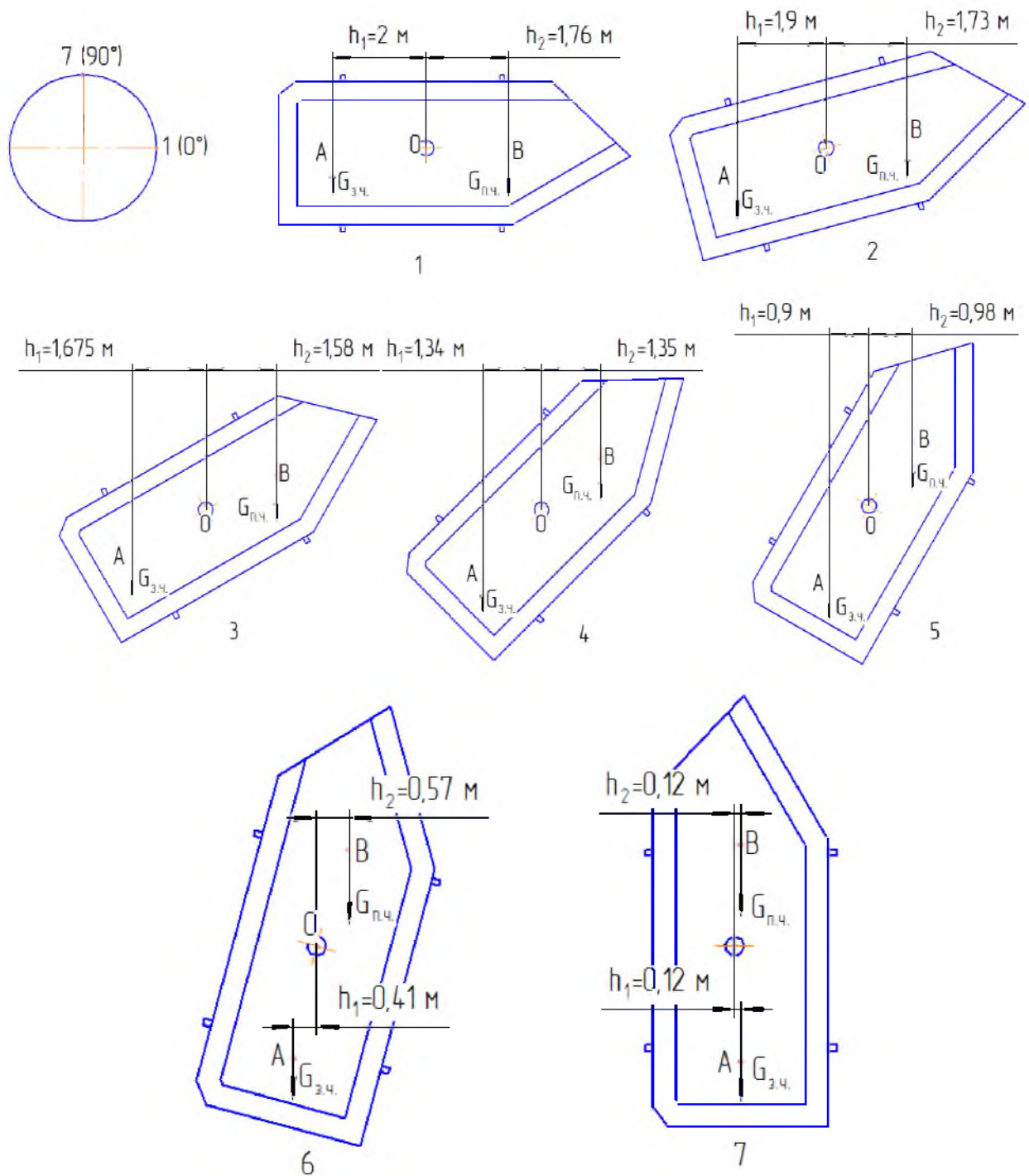


Рис. 2.11. Схема до визначення перекидаючого моменту від ваги порожнього конвертора при повороті його у робоче положення

Розроблено автором

У цьому випадку плечі прикладення зусиль ваги задньої і передньої частин конвертора рівні, тобто

$$h_1 = h_2 \quad (2.3)$$

$$M_{к1} = 3500 \cdot 2 - 2500 \cdot 1,76 = 2600 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{к2} = 3500 \cdot 1,9 - 2500 \cdot 1,73 = 2325 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{к3} = 3500 \cdot 1,675 - 2500 \cdot 1,58 = 1912 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{к4} = 3500 \cdot 1,34 - 2500 \cdot 1,35 = 1315 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{к5} = 3500 \cdot 0,9 - 2500 \cdot 0,98 = 700 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{к6} = 3500 \cdot 0,41 - 2500 \cdot 0,57 = 10 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{к7} = 3500 \cdot 0,12 - 2500 \cdot 0,12 = 720 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Результати розрахунків зводимо в табл. 2.2.

Вищенаведений розрахунок показує, що максимальний крутний моменту необхідний для повороту порожнього конвертора буде при розливанні металу і складає $M_{\Sigma} = 2720 \text{ кН} \cdot \text{м}$.

Таблиця 2.2.

Розрахунок перекидаючого моменту від ваги
порожнього конвертора при повороті його у робоче положення

№ пол.	Кут нахилу, град	h_1 , м	h_2 , м	M_k , кНм
1	0	2	1,76	2600
2	15	1,9	1,73	2325
3	30	1,675	1,58	1912
4	45	1,34	1,35	1315
5	60	0,9	0,98	700
6	75	0,41	0,57	10
7	90	0,12	0,12	720

Визначимо сумарний момент тертя в підшипниках важелів від ваги конвертора

$$M_{\text{тер.}} = G \cdot \mu \cdot \frac{d_{\text{сер}}}{2} \quad (2.4)$$

де μ – коефіцієнт тертя підшипника, для шарикових радіальних однорядних підшипників $\mu = 0,0015$;

$d_{\text{сер}}$ – середній діаметр підшипника, конструктивно приймаємо $d_{\text{сер}} = 2500$ мм.

$$M_{\text{тер.}} = 6000 \cdot 10^3 \cdot 0,0015 \cdot \frac{2,5}{2} = 11250 \text{ Н} \cdot \text{м} = 11,25 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Визначимо загальний максимальний перекидаючий момент, необхідний для повороту конвертора при здійсненні всіх технологічних операцій

$$M_{\text{пер}} = 1,5 \cdot (M_K + M_{\text{тер.}}) = 1,5 \cdot (2720 + 11,25) = 4100 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (2.5)$$

де 1,5 – коефіцієнт, що враховує вагу металу в конверторі.

Визначимо загальний ККД приводу повороту конвертора

$$\eta_{\text{заг.}} = \eta_{\text{п.п.}}^n \cdot \eta_{\text{л.п.}} = 0,99^5 \cdot 0,98 = 0,932 \quad (2.6)$$

де $\eta_{\text{п.п.}}$ – ККД пари підшипників, для підшипників кочення $\eta_{\text{п.п.}} = 0,99$;
 $\eta_{\text{л.п.}}$ – ККД ланцюгової передачі, $\eta_{\text{л.п.}} = 0,98$.

Визначимо необхідну потужність приводу повороту конвертора

$$N = \frac{M_{\text{пер}} \cdot \frac{\pi \cdot n}{30}}{\eta_{\text{заг.}}} = \frac{4100 \cdot \frac{3,14 \cdot 1}{30}}{0,932} = 460 \text{ кВт} \quad (2.7)$$

де n – частота обертання конвертора максимальна, $n = 1$ об/хв.

Обираємо два електродвигуни постійного струму ДК-230 М, для якого $N_{\text{де.}} = 230$ кВт і $n = 175$ об/хв.

РОЗДІЛ 3

ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗПЕЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1 Аналіз основних шкідливих і небезпечних чинників в конверторного цеху

Серед шкідливих факторів, що негативно впливають на санітарно-гігієнічні умови праці в відділенні розливу сталі конвертерного цеху, можна виділити такі:

- інтенсивний рівень шуму, спричинений переміщенням залізничних складів;
- велика висота робочого місця (особливо для операторів кранів і слюсарів кранового обладнання);
- наявність електричного струму високої напруги.

До шкідливих чинників, що також погіршують санітарно-гігієнічні умови праці, належать: забруднення повітря робочої зони шкідливими хімічними речовинами, підвищена запиленість і високий рівень шуму. [13]

Показники шкідливих та небезпечних факторів що впливають на працівників зображено в таблиці 3.1.

Серед самих небезпечних факторів у розливному відділі можна виділити такі:

- пил, що негативно впливає на органи дихання (має фіброгенну дію) і може спричиняти професійні захворювання, зокрема пиловий бронхіт. Крім того, пил погіршує умови праці, знижуючи видимість і ускладнюючи орієнтування в межах робочої зони;

- шум та вібрація, їх тривалий вплив на організм людини може викликати зниження слуху і зору, підвищення артеріального тиску, а також

призводити до ураження нервової та серцево-судинної систем. Такі функціональні порушення можуть стати причиною втрати працездатності;

- освітленість робочої ділянки також має важливе значення при виконанні робіт, оскільки недостатнє освітлення знижують можливість вчасного виявлення небезпек, пов'язаних із висотою чи рухомими об'єктами. Для забезпечення безпечних умов праці необхідно дотримуватися вимог щодо оптимального рівня освітленості на робочому місці.

Відповідність між рівнем освітленості на робочому місці та характеристикою зорової роботи визначається за такими параметрами: розмір найменшого об'єкта, який необхідно розрізнити під час виконання роботи, і колір фону поверхні, на якій розташований цей об'єкт. Фон поверхні може бути світлим, середнім або темним, і залежить від коефіцієнта відбиття: більше 0,4 для світлого фону, від 0,2 до 0,4 для середнього і менше 0,2 для темного.

Щоб зменшити втомлюваність очей, необхідно забезпечити рівномірність освітлення, мінімізувати утворення тіней і уникати появи сліпучих відблисків.

Серед основних причин нещасних випадків у відділенні розливання сталі виділяють травмування працівників рухомим обладнанням та підйомно-транспортними засобами, отримання травм під час ремонтних робіт, а також ураження електричним струмом.

Таблиця 3.1

Показники шкідливих та небезпечних факторів що впливають на працівників конверторного цеху

Фактор, що діє на працівника	Фактичне значення	Гранично допустимий рівень (ГДР)
Шум, дБ	101	85
Теплове випромінювання, Вт/м ²	4200	140
Температура, °С	38	16 - 27
Відносна вологість, %	75	60
Швидкість повітря, м/с	0,2	0,2 - 0,5

Розроблено з використанням [13]

3.2 Заходи по зниженню і усуненню шкідливих і небезпечних чинників в конверторному цеху

Для зменшення впливу шкідливих виробничих факторів на робітників у цеху підприємством розроблено та впроваджено комплексний план заходів.

Згідно з планом, пил у цеху здебільшого видаляють мокрим способом — через використання скрубєрів, які працюють на принципі взаємодії водяного потоку із забрудненим повітрям.

На даний момент пульти керування основним обладнанням, як у всьому цеху, так і на окремих ділянках, винесено за межі небезпечних зон.

Для кожного робочого місця передбачено застосування витяжної вентиляції для створення нормальних умов праці.

Проводяться роботи з віддалення працівників із зон теплового випромінювання, а також активно впроваджуються заходи механізації та

автоматизації виробничих процесів, включаючи використання систем відеоспостереження для контролю за перебігом технологічних операцій.

З врахуванням зовнішніх чинників у цеху використовуються лампи у захисному плафоні, що більше пилозахисний, вологонепроникний та переносний, обладнані захисними сітками.

Поверхні плафону треба часто очищувати від забруднень, кіптяви та пилу, бо невиконання цієї вимоги призведе до погіршення видимості та збільшення споживання електроенергії на освітлення приміщень.

Для покращення світловідбивальних властивостей поверхонь стіни, колони та агрегатів періодично біляться.

Для виключення негативного впливу вібрації на працівників у конструкціях устаткування широко використовують різні типи гумових амортизаторів.

Окрім цього, усі небезпечні ділянки, отвори та робочі зони устаткування обладнані огороженнями висотою не менше метра. Всі пульти керування та елементи машин розташовані так, щоб забезпечити вільний доступ для їхнього швидкого відключення у разі необхідності. Рухомі вузли устаткування закриті кожухами, а електричні кабелі прокладаються металевими трубами або спеціальними гофрованими рукавами.

Також у цеху чітко помічені доріжки та перехідні майданчики, які виконані відповідно до чинних норм безпеки. [14]

У рамках додаткових правил для зменшення впливу шкідливих чинників на робітників передбачено впровадження наступних рішень:

1. Для ефективнішої боротьби з пилом пропонується додавати у воду для систем мокрого пило-гасіння поверхнево-активних речовини.

2. Для покращення мікроклімату планується більш широке використання кондиціонерів у робочих зонах.

3. З метою зниження рівнів вібрації та шуму передбачається поступова заміна пневматичного устаткування на електричне, та в подальшому повну відмову від використання компресорного обладнання.

4. Для зменшення ризику ураження електричним струмом планується використання переносного акумуляторного електроінструменту та обов'язкове заземлення усього обладнання.

5. Для підвищення безпеки при роботі на висоті буде використовуватися пояс із двома карабінами.

ВИСНОВКИ

На сьогоднішній день сталерозливальні стени використовують для переведення ковшів з резервного положення в робоче й навпаки, зважування ковша з металом, утримання ковша в період розливки, вертикальних переміщень ковшів для виконання допоміжних технологічних операцій.

Недоліки стени полягають в наступному : великі габарити, складність і недостатня надійність механізмів вертикального переміщення мосту з черв'ячними і гвинтовими передачами і системою синхронізуючих валів, відсутність роздільного підйому і опускання сталерозливальних ковшів.

Аналіз конструкції дає вагому підставу вважати, що вищевказані недоліки є наслідком того, що сталерозливальний стени має велику вантажопідйомність, що характеризується великою кількістю механізмів вертикального переміщення мосту з черв'ячними і гвинтовими передачами. Це призводить до зниження надійності механізмів вертикального переміщення.

На основі літературно-патентного пошуку розроблений пристрій для розливки розплавленого металу, що виключає великі габарити, дозволить спростити конструкцію, полегшити технічне обслуговування пристрою для розливання розплавленого металу і скоротити тривалість операцій перекидання конвертера.

Виконані розрахунки підтверджують працездатність розробленої конструкції.

Економічний ефект очікується отримати від скорочення витрат на технічне обслуговування пристрою для розливання розплавленого металу і скорочення тривалості операцій перекидання конвертера.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сталеплавильное оборудование. Каталог-справочник, М., Машиностроение, 1966, 425 с., ил.
2. Киркач М.Ф., Баласанян Р.Л. Расчет и проектирование деталей машин: Учебное пособие для техн. вузов.- 3-е изд., перераб. и доп.-Х.: Основа. 1991. - 276 с: ил
3. Иванченко Ф.К., Павленко Б.А. Механическое оборудование сталеплавильных цехов, учебник для металлургических ВУЗов, М., "Металлургиздат", 1964, 440 с.
4. Целиков А.И., Полухин П.И. Машины и агрегаты металлургических заводов в 3-х т. Т.3 Машины и агрегаты для производства и отделки проката - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Металлургия», 1988. – 680 с.: ил.
5. Гребенник В.М., Арист А.М., Городецкий А.Н. механизация работ в черной металлургии. К.: Высшая школа 1984.с- 272 с.
6. А.с. 1765180 СССР, ИЧМ С 21 с 1/00 Устройство для разлива металла из ковша в слитки/ В.В.Лесовой и др. (СССР).-№ 4879788/02; Заявл. 21.08.90; Оpubл. 30.09.92, Бюл. № 36.-4с.
7. Пат. 420188 СССР, ИЧМ С 21 с 5/50 Сосуд для обработки и выпуска металла / Макс Вернли (СССР).-№ 1777572/22-2; Заявл. 26.04.72; Оpubл. 15.03.74, Бюл. № 10.-3с.
8. Пат. 1366044 СССР, ИЧМ В 22d 41/06 Устройство для разлива расплавленного металла / Херберт Платцер и др. (СССР).-№ 3696851/22-02; Заявл. 06.02.84; Оpubл. 07.06.82, Бюл. № 1.-6с.
9. Целиков А.И. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3-х томах. Т.2.-2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1988. 432с.
10. Расчет деталей и узлов металлургических машин: Справочник / Под ред. П.И. Полухина. – М.:Металлургия, 1985. – 184с.

11. Расчёт металлургических машин. Оборудование обжиговых и агломерационных цехов: Руководство для инженеров-конструкторов/ В.И. Большаков, А.Д. Учитель, В.И. Засельский, Д.В. Пополов, С.А. Учитель, В.В. Коноваленко; Под ред. А.Д. Учителя. - Кривой Рог: Дионис (Издатель ФЛ-П Чернявский Д.А.), 2012 – 338 с.;
12. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в 3-х т. — 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1979. Т.1. - 728 с: ил.; Т.2. - 559 с: ил.; Т.3. -557 с.: ил
13. Виноградов Б.В. Безопасность труда и производственная санитария в машиностроении. Сборник расчетов.
14. Злобинский Б.М. Охрана труда в металлургии. Учебник для металлургических специальностей ВУЗов, М., “Металлургия”, 1968, 460 с. с ил.
15. І.В. Засельський, М.І. Шепеленко/ Методичний посібник про організацію та зміст кваліфікаційної роботи для здобувачів вищої освіти першого та другого рівнів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»/ ДУЕТ, Кривий Ріг, 2021, 30с.
16. Вимоги з оформлення письмових робіт/НМР ДУЕТ, Кривий Ріг, 2020, 53с. <https://www.duet.edu.ua/uploads/normbase/263/vimog.pdf>

ЗГОДА здобувача(чки) вищої освіти
Державного університету економіки і технологій
про перевірку кваліфікаційної роботи на прояви академічного плагіату
та розміщення в Репозитарії Університету

Я, *Кухтін Артем Олегович*, підтримую політику Державного університету економіки і технологій з академічної доброчесності і відкритого доступу.

Засвідчую, що кваліфікаційна бакалаврська робота «*Модернізація пристрою для розливки металу сталерозливного стенду мостового крану КЦ ПАТ „АМКР”*» виконана самостійно та не містить академічного плагіату. Я не надавав(ла) і не одержував(ла) недозволену 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



Кухтін А.О.
_____ (Ініціали, прізвище, власноруч)