Міністерство освіти і науки України

Запорізький національний університет
(повне найменування вищого закладу)

Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потребні
(назва факультету)

кафедра металургійного обладнання
(повна назва кафедри)

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

На тему Проект модернізації скидального транспортеру прокатного стана в умовах обтискного цеху ПАТ «Запоріжсталь»

Виконав: студент групи 6.1331-с
Трирог Ю.М.
(ПІБ) (підпис)

спеціальності
133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва)

спеціалізація
(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма
133.00.12 Галузеве машинобудування
(шифр і назва)

Керівник Шевченко І.А.
(прізвище та ініціали) (підпис)

Н.контроль
(прізвище та ініціали) (підпис)

Запоріжжя – 2025 року

Запорізький національний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Інженерний навчально-науковий інститут ім.Ю.М.Потебні

Кафедра Металургійного обладнання

Рівень вищої освіти бакалавр
(перший (бакалаврський) рівень)

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма 133.00.12 Галузеве машинобудування
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедрою А.О. Власов

_____

”___”_____2025 року

Завдання

ДО ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

Трирог Юрій Михайлович
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Проект модернізації скидального транспортеру прокатного стана в умовах обтискного цеху ПАТ «Запоріжсталь»
Керівник кваліфікаційної роботи ст.викладач К.д.н доцент Шевченко І.А.
затверджені наказом віщого навчального закладу від 27 грудня 2024 року №2031-с.
2. Термін подання студентом роботи 10 червня 2025 року
3. Вихідні дані кваліфікаційної роботи техніко-економічні показники роботи обтискного цеху
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розібрати): Вступ. 1. Загальна частина. 2. Спеціальна частина. 3. Експлуатаційна частина. 4. Охорона праці та техногенна безпека. Висноки та рекомендації.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним значенням обов’зкових креслень):
1. Креслення загального виду – 1 шт; 2. Складальні креслення – 2 шт; 3. Деталювання – 1 шт; 4. Специфікації – 3 шт.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Шевченко І.А., к.т.н., доцент		
2	Шевченко І.А., к.т.н., доцент		
3	Шевченко І.А., к.т.н., доцент		
4	Шевченко І.А., к.т.н., доцент		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва єтапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання єтапів кваліфікаційної роботи	Примітки
1	Збір матеріалів проектування	11.05.2025-18.05.2025	
2	Групування та аналіз зібраного матеріалу. Уточненния завдань проектування	19.05.2025-26.05.2025	
3	Виконання теоретичної частини проекту	24.05.2025-31.05.2025	
4	Виконання графічної частини проекту	01.06.2025-06.06.2025	
5	Написання та оформлення пояснювальної записки	04.06.2025-06.06.2025	
6	Перевірка проекту консультантами	10.06.2025 12.06.2025	
7	Попередній захист проекту	13.06.2025	
8	Переплітання пояснювальної записки	Згідно з графіком	
9	Захист проекту у ДЕК	Згідно з графіком	

Студент _____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Трирог Ю. М. Проект модернізації скидального транспортеру прокатного стану в умовах обтискного цеху ПАТ «Запоріжсталь»

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти бакалавр за спеціальність 133 - Галузеве машинобудування, керівник І. А. Шевченко Запорізький національний університет, Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні, кафедра металургійного обладнання, 2025.

Проведено огляд скидального транспортеру, зроблений детальний опис конструкції та принципу роботи. Виявлені недоліки транспортеру, та запропонована удосконалена конструкція скидального транспортеру для підвищення довговічності.

Ключові слова: скидальний транспортер, обтискний цех, сляб, окалина, скраб, зірочка.

ABSTRACTS

Triroh Y. M. The Project of Modernization of the Discharge Conveyor of the Rolling Mill in the Conditions of the Crimping Shop of Zaporizhstal PJSC

Qualifying final work for obtaining a bachelor's degree in specialty 133 - Industrial Engineering, supervisor I. A. Shevchenko Zaporizhzhia National University, Yuri Potebnyi Engineering Education and Research Institute, Department of Metallurgical Equipment, 2025.

An inspection of the Discharge Conveyor was conducted, a detailed description of the design and principle of operation was made. The shortcomings of the Conveyor were identified, and an improved design of the Discharge Conveyor was proposed to increase its durability.

Keywords: discharge conveyor, crimping shop, slab, cinder, scrub, sprocket.

ЗМІСТ

ВСТУП 7

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА 8

1.1 Загальні відомості підприємства ПАТ «Запоріжсталь» 8

1.2 Обтискний цех та його обладнання 13

1.3 Місце скидального транспортеру у технологічному процесі 17

1.4 Опис скидального транспортеру 22

1.5 Аналіз недоліків скидального транспортеру 26

2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА 29

2.1 Конструкція скидального транспортеру 29

2.2 Технічне обслуговування скидального транспортеру 30

2.3 Опис проекту модернізації скидального странспортеру 30

2.4 Технологічна характеристика скидального транспортеру 31

2.5 Розрахуок скидального транспортера 32

2.5.1 Розрахунок швикості скидального транспортера 32

2.5.2 Вибір типу настилу і визначення його довжини 33

2.5.3 Розрахунок розподільних масс. 35

2.5.4 Визначення натяжіння в характерних точках траси 36

2.5.5 Визначення розрахунового натяжіння тягового елемента 36

2.5.6 Визначення розрахункового натяжіння тягового ланцюга 37

2.5.7 Розрахунок редуктора скидального транспортеру 38

3 ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА 39

3.1 Технічна експлуатація скидального транспортеру 39

3.2 Розрахунок стропів для стропування натяжної станції 41

3.3 Розрахунок фундаменту 42

4 ОХОРОНА ПРАЦІ 47

4.1 Кардинальні правила охорони праці в безпеці промислового середовища ПАТ «Запоріжсталь» 47

4.2 Безпека праці в обтискному цеху 50

4.3 Характеристика небезпек обтискного цеху 52

4.4 Заходи, спрямовані на поліпшення умов праці 54

4.5 Правила експлуатації скидального транспортеру 56

4.6 Розрахунок циркуляції повітря в обтискому цеху 57

Висновки 60

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ 61

ДОДАТКИ 62

ВСТУП

Сучасні металургійні заводи є складними і багатофункціональними промисловими об’єктами, що відіграють ключову роль у розвитку економіки, промисловості та інфраструктури. Їх діяльність охоплює широкий спектр процесів, що забезпечують виготовлення металевої продукції, яка знаходить застосування в різних сферах — від будівництва до машинобудування.

Суттєвою рисою сучасного металургійного виробництва є прагнення до оптимізації всіх ланок виробничого процесу, підвищення ефективності праці та забезпечення високих стандартів якості продукції. Паралельно з цим особлива увага приділяється екологічним аспектам, охороні праці та зниженню впливу виробництва на навколишнє середовище.

У загальному технологічному ланцюгу обтискний цех є проміжною, але критично важливою ланкою між виплавкою сталі та прокаткою. Злитки подаються на обтискні стани, де відбувається їх багаторазове прокатування між валками, внаслідок чого матеріал набуває більш плоскої форми, необхідного профілю та геометричних розмірів.

Пластинчасті конвеєри знайшли широке застосування в різних галузях промисловості, зокрема в металургії, автомобілебудуванні, будівельній сфері, гірничодобувній промисловості та в інших технологічних процесах, де необхідне транспортування масивних або абразивних вантажів.

Пояснювальна записка до бакалаврської роботи містить 62 сторінки тексту комп’ютерного набору, 11 рисунків, 5 таблиць, 7 додатків. Бібліогрфічний список має 14 літературних джерел.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Загальні відомості підприємства ПАТ «Запоріжсталь»

ПАТ «Запоріжсталь» — одне з найбільших промислових підприємств України, що спеціалізується на виробництві сталі, чавуну та прокатної продукції. Завод розташований у місті Запоріжжя й має стратегічне значення для металургійної галузі країни. Підприємство на 2025 рік сплатило бюджету України податкову сумму у розмірі 3.5 млрд. гривень, що на 9.375% (на 3 млн. гривень) вище, ніж у 2022 році.

Підприємство входить до складу гірничо-металургійної групи «Метінвест» — одного з найбільших промислових холдингів України, було засновано 1933 року і збудоване в рамках реалізації індустріалізації Радянського Союзу і стало одним із символів металургійної потужності України.



Рисунок 1.1 — Комбінат ПАТ «Запоріжсталь». [2]

ПАТ «Запоріжсталь» активно впроваджує сучасні технології з метою модернізації виробництва, підвищення енергоефективності, зменшення екологічного навантаження та забезпечення відповідності міжнародним стандартам якості. Підприємство впровадило деякі способи модернізації віробництва: Модернізація доменного віробництва. Було реконструйовано №2, №3, та №4 доменні печі з установкою нових аспіраційних установок; Використання сучасних систем контролю подачі шихти та дуття**,** що підвищує ефективність плавлення чавуну;
Було проведено встановлення механізмів охолодження та ізоляції для зменшення тепловтрат.

Були впроваджені сучасні прокатні технології, такі як модернізація обтискного цеху: встановлення автоматизованих систем управління (АСУ ТП) та контроль якості готової продукції; Були Введені в експлуатацію нової лінії травлення гарячекатаного прокату, що дозволяє обробляти поверхню металу з високою точністю; Розвиток холодного прокату — збільшення частки тонколистової продукції, яка відповідає міжнародним вимогам, зокрема в автомобільній промисловості.

Нові екологічні установки зменшують забруднення навколишнього середовища. Система очищення газів на аглофабриці — одна з найпотужніших в Україні (понад 90% пилу уловлюється); Було здійснено будівництво та запуск очисної системи промливневих стоків; Проведені заходи, націлені на зменшення споживання природного газу завдяки рециркуляції вторинних енергоресурсів (наприклад, доменного газу).

Енергозбереження та вторинне використання ресурсів. Встановлені теплоутилізатори та обладнання для повторного використання гарячих газів; Також була проведена оптимізація споживання електроенергії та води на всіх етапах виробництва.

Склад підприємства ПАТ «Запоріжсталь»:

— Доменний цех, у якому 4 доменні печі;

— Агломераційний цех, який налічує 6 агломашин;

— Цех гарячого прокату;

— Мартенівський цех з 7 мартенівських печей і двохванного сталеплавильного агрегату;

— Обтискний цех;

— Цех холодного прокату №1;

— Цех холодного прокату №3;

— Цех підготовки складів;

Доменний цех є одним із ключових виробничих підрозділів комбінату, що забезпечує виплавку чавуну — основної сировини для подальшого виробництва сталі. Виробництво виготовляє близько 3,8 млн. т. чавуну на рік.

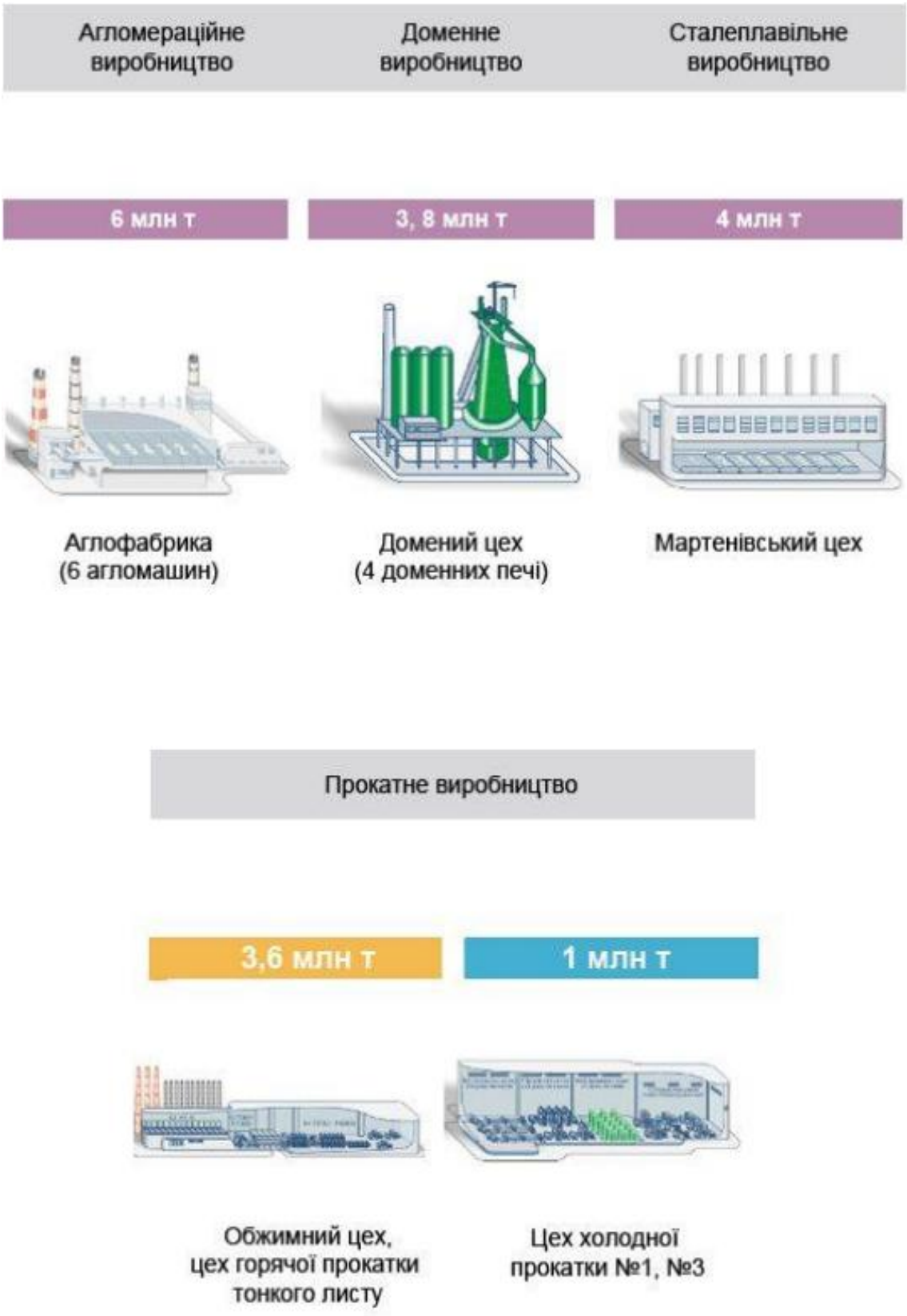


Рисунок 1.2 — Склад підприємства ПАТ «Запоріжсталь». [1]

Агломераційний цех — це виробничий підрозділ комбінату, який забезпечує підготовку залізорудної сировини до виплавки чавуну в доменних печах шляхом отримання агломерату. Дрібнозерниста залізорудна сировина, шихта укладається шарами на агломашину і спікається при температурі 1200°С. У рік аглофабрика в середньому виробляє 6 млн. т. агломерату. Для доменного виробництва цех забезпечує близько 80-90% шихти. Це критично важливій об’єкт для безприривного виплавлення чавуну.

Цех гарячого прокату тонкого листа виробляє гарячекатані листи і рулони. Оснащенний агрегатами для забезпечення постачання прокату в листах та рулонах. Безперивній стан «1680» у рік максимально виробляе 3.7 млн. т. гарячекатанних смуг товщиною 2.0 — 8.0 мм, шириною від 850 — 1500 мм і в рулонах, вагою в 16 т.

Мартенівський цех ключовий підрозділ сталеплавильного виробництва на комбінаті, в якому здійснюється процес виплавки сталі з чавуну та металевого лому в мартенівських печах при температурі 1600°С і обдувається киснем і аргоном. Із сталі виплавляють зливки, массою до 18.6 т. котрі потім використовують для листового прокату. У рік цех виробляе понад 4.0 млн. т. сталі.

У обтискному цеху відбувається первинна прокатка сталевих зливків (слябів), у товсті листи, або гарячекатані рулони. У цеху розташовані печі, які нагрівають сляби до 1100 — 1250°С, а також обтискний стан слябінг 1150, який придає форму слябам, для подальшої прокатки. Річна виробка цеху складає 3.6 млн. т. продукту.

Цех холодної прокатки №1 оснащенний безперивним чотирьохклітьовим станом «1680», двома одноклітьовими реверсивними станами «1680» і «1200», двома безпрервними вузькомсуговими

чотирьохклітьовими станами «1700», а також двому безперервними вузькосмуговмими чотирьохклітьовими станами «450» і «650», які виробляють холоднокатаний прокат з низьколегованої і вуглецевої сталі. ЦХП — 1 остащенний засобами дресирування, подовжнього розпуску і поперечного різання. ЦХП — 1 віготовляє холоднокатаний прокат товщиною 0,2 — 2,0 мм, шириною 10 — 1500 мм, довжиною до 3950 мм, а також масою до 15 т.

Цех холодної прокатки №3 є високотехнологічним підрозділом комбінату, який здійснює обробку гарячекатаних рулонів методом холодного деформування, забезпечуючи точну геометрію, високу якість поверхні та задані механічні властивості прокату. У цеху розташований стан «2800», який виробляе холоднокатані листи товщиною 1,5 — 5,0 мм, шириною 1000 — 2300 мм і довжиною 3500 мм. У рік цех максимально виробляе до 3.6 млн. тонн холоднокатаного прокату.

1.2 Обтискний цех та його обладнання

Обтискний цех ПАТ «Запоріжсталь» забезпечує первинну пластичну деформацію сталевих слябів, виготовлених у сталеплавильному виробництві і підготовку їх до подальшої прокатки.

Плоска заготівля, яка була прокатана зі зливка масою 15 — 30 т. На прокатному стані слябінгу або блюмінгу, називається слябом. Для слябів є характерний прямокутний переріз, товщина якого 1100 — 250 мм, а ширина 1000 — 2000 мм із закругленими кутами.

Основним обладнанням обтискного цеху є реверсивний обтискний стан слябінг «1150». Перед процесом первинної прокатки сляби завантажують у колодязні печі, які нагрівають зливки до температури 1200°С. Далі сляб транспортується на вихідний рольганг після чого потраяле на робочу кліть обтискного стану. На реверсивному стані слябінг

«1150» здійснюється багатохідна прокатка з поступовим зменшенням товщини сляба. У процесі кожного проходу здійснюється контроль температури, форми і дефектів. Після готовий прокат обрізається та охолоджується.



Рисунок 1.3 — Обтискний цех. [3]

Виробничий відділ заводу надає бюро цеху наряд — завдання, для кожної бригади зі вказаними у них номерами плавок; марок сталей; розмірів слябів; типу і числа зливків; замовника і призначення.

У зливків не повинно бути заворотів, надривів, поясів, кільцевих тріщин. Зливкам киплячої і полу спокійної сталі пред’являють додаткові вимоги до глибини пузирів: глибина залягання не повинна привищувати 8 мм. Величина головної і донної обрізі зливків спокійної сталі має складати не більше 6 і 18%, для злитків полу спокійної і киплоячої сталі не більше 4 і 8%. На поверхні зливків не має бути поперечних і повздовжних тріщин, глибиною більше 4 мм, від розгару виливниць сітка більш 3 мм, не має

бути потовщень зливків від розгарів виливніць більше 20мм, підливи між прибильною частиною і тілом зливка, а також підливи у нижніх частинах зливків висотою більше 15 мм.



Рисунок 1.4 — Процесс обтиску сляба. [4]

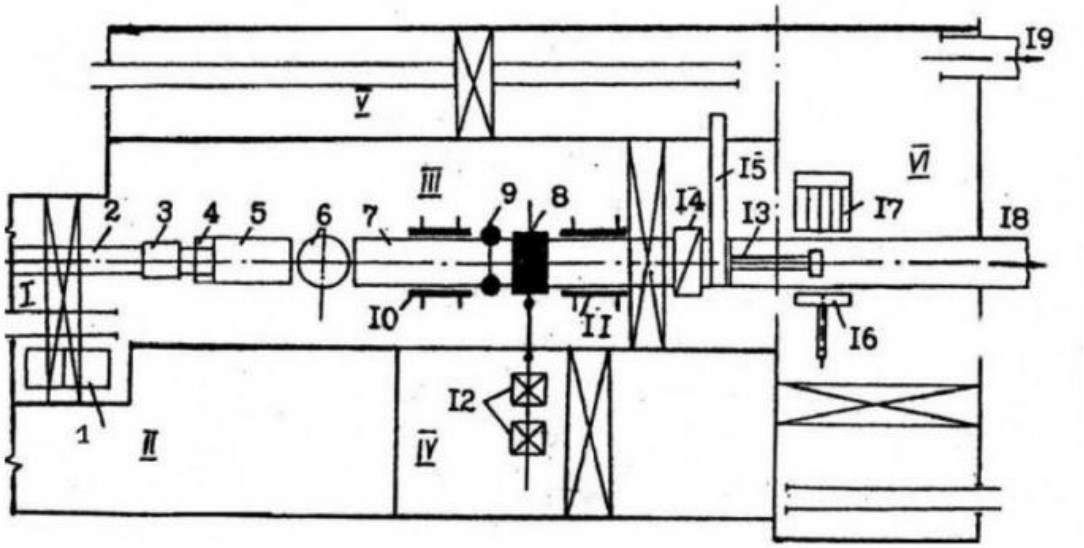


Рисунок 1.5 — Схема розташування обладнання слябінга. [1]

I — проліт нагрівальних колодязів; II — проліт контрольно-вимірювальної апаратури; III — проліт стана, IV — машинний зал; V — скрапний проліт; 1 — нагрівальні колодязі; 2 — шлях злитковозу; 3 — візок; 4 — перекидач; 5 — приймальний рольганг; 6 — поворотний стіл; 7 — підвідний і робочий рольганги; 8 — кліть з горизонтальними валками; 9 — кліть з вертикальними валками; 10 — маніпулятор з кантовачем; 11 — маніпулятор; 12 — головний привід; 13 — пересувний упор; 14 — ножиці; 15 — конвеєр обрізків; 16 — зіштовхувач; 17 — штабелюючий пристрій; 18 — рольганг до неперервного широкоштабового стана (ШСГП); 19 — рольганг до печей ШСГП.

1.3 Місце скидального транспортеру у технологічному процесі

Зливки потрапляють на приймальний рольганг прокатного стана. Стан має 2 кліті: кліть з горизонтальними валками і кліть з вертикальнми валками, яка розташована перед клітю горизонтальних валків. Між осями горизонтальних і вертикальних валків є відстань — 2250 мм.

Вертикальні валки діаметром 700 мм і довжиною бочки 1150 мм. Два валки пепереміщуються зі швидкісттю 64,8 мм/с, розчин вертикальних валків 720 — 1800 мм. Вертикальні валки приводятся в рух завдяки двом вертикальним електродвигунам постійного струму потужністю 120 кВт і числом обертів 0 — 66 — 78 у хвилину через довгі вертикальні шпінделі.

Горизонтальні валки приводятся у рух від двохякірних індивідуальних улуектродвигунів постійного струму потужністю 7200 кВт кожний через шпіндель без шестеренної кліті. Розчин валків складає 80 — 900 мм, швидкість підйому валків — 150 мм/с, оберти валків у межах 0 — 53 — 80 об/хв.

Станини робочої кліті — дуже важливі деталі прокатного стана. У них монтують подушки валків стана, а також пристрої й механізми, що забезпечують задану точність прокатки стана. Весь тиск металу на валки, що виникає при прокатці, сприймається станинами.

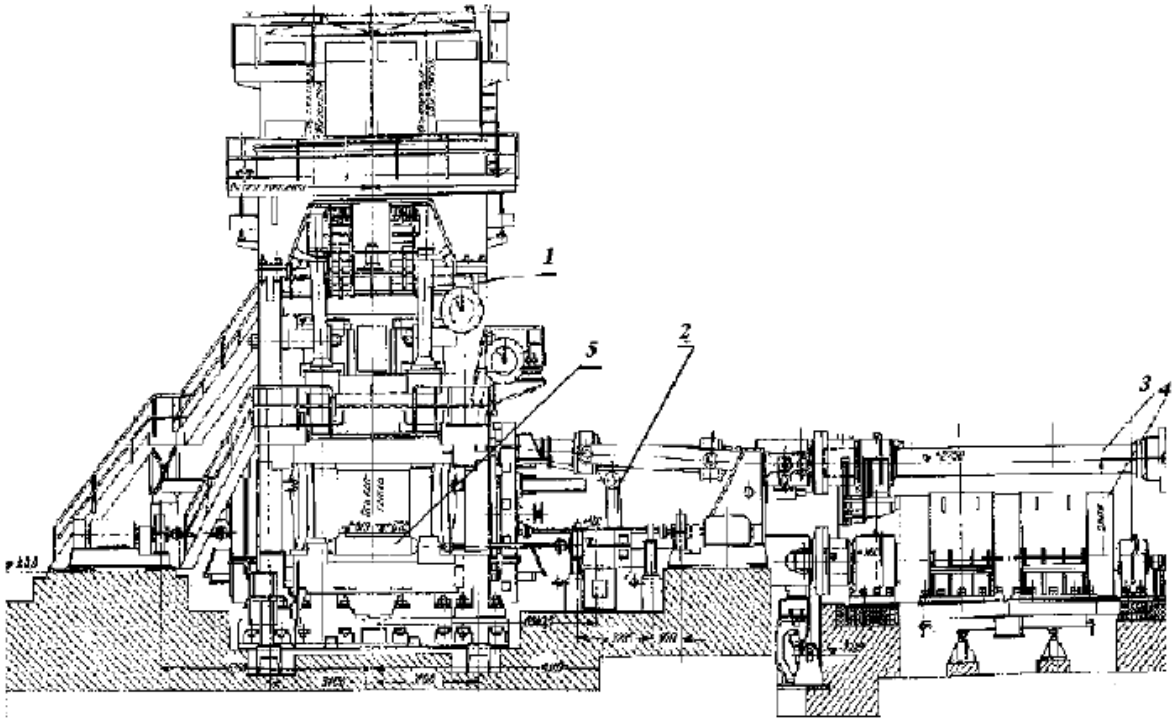


Рисунок 1.6 — Головна лінія слябінга 1150. [1]

1 — універсальні шпинделі привода вертикальних валків; 2 — універсальні шпинделі привода горизонтальних валків; 3 — проміжний вал; 4 — головні електродвигуни; 5 — горизонтальні валки.

По типу конструкції станини ділять на два типи: закритого і відкритого.

Закриті станини це масивна тверда рама, у середині якої є вікно, у яке встановлюються подушки валиків. Унизу станини є лабети, у яких передбачені отвори для болтів, якими їх кріплять.

Для забезпечення високої надійності станин при єксплуатації, їх віготовляють із сталевого вуглецевого зплаву. Станини — важливі частини прокатних станів, через це їх варто виготовляти з великим запасом міцності, бо при поломці валків станини не повинні давати залишкових напруг.

Розміри станин визначаются через можливість встановлення у вікна станин подушок валиків і кінця натискного гвинта, а також необхідною міцністю і твердістю.

Вертикальні та горизонтальні валки рухаются у спільній роботі, що досягается шляхом кінематичного зв’язку через прокатуємий розкат. тому їх деформаційно-швидкісний режим прокатки повинен бути пов'язаний постійністю секундних об'ємів металу. При цьому з метою зниження завантаження електроприводу вертикальних валків доцільно максимальне обтиснення розкату по ширині робити при виході його з горизонтальних валків. В цьому випадку з боку горизонтальних валків створюється сила підпору розкату, що знижує момент прокатки і витрати потужності приводу вертикальних валків.

Після прокату штаба потряпляє до ножиць для відрізу прибильної та донної частин. Сила різу ножиць 15 — 20 МН. На штабах з киплячої і напівспокійної сталі від донної ділянки відрізають 2 — 3 % металу, а від головної вирізують усадкову рихлість в розмірі 4 — 6 % довжини розкату. Обріз розкатів з прибуткової частини становить 10 — 14 %, на передньому кінці обріз 2 — 3 %. У разі відправки на склад штабу (довжина 10 — 15 м) ріжуть на мірні шматки, а на безперервний широкоштабовий стан - без поділу або з поділом на дві частини.

Заводські інструкції в залежності віж типу злитка і марки сталі регламентують величини відходів головної і донної частин розкату. Ножицы мають таблиці, де вказані довжини обрізів головної і донної частин зливків різних мас для будь яких марок сталі, що прокатуються. Норми обрізки встановлюють таким чином, щоб у відхід повністю потрапляла прибильна частина, а лінія різу проходила вздовж нижнього краю пояса.

Після розрізання сляби маркуються шляхом клеймування. Клеймо наносять або на торець з боку головної частини за допомогою спеціальної клеймувальної машини, або вручну на хвостовій частині сляба за допомогою молотка з набраними символами. У клеймі зазначають марку сталі, номер плавки, номер сляба, номер злитка та бригадний код.

Під час порізки здійснюється облік металу за встановленим зразком, де вказуються такі дані: номер плавки, марка сталі, поперечний переріз, довжина й кількість слябів у кожній плавці, наявність дефектів (наприклад, плівки, усадкові раковини, розшарування, рванини тощо), а також обсяг обрізки, виконаної для їх усунення. Відокремлені прибильну та донну частини подають на конвеєр обрізі, який транспортує їх у спеціальні металеві ящики. Ці відходи згодом відправляють до сталеплавильних цехів як частину шихтових матеріалів.

Поверхневий шар слябів зазвичай містить дефекти, що виникають у процесі виплавки металу (неметалеві включення, плівки) або під час прокатки (тріщини). Для їх видалення на окремих прокатних лініях використовують установку вогневої зачистки, яка знімає приблизно 2 мм металу з кожної сторони сляба за допомогою спрямованого кисневого струменя. Швидкість обробки становить близько 0,8–0,9 м/с.

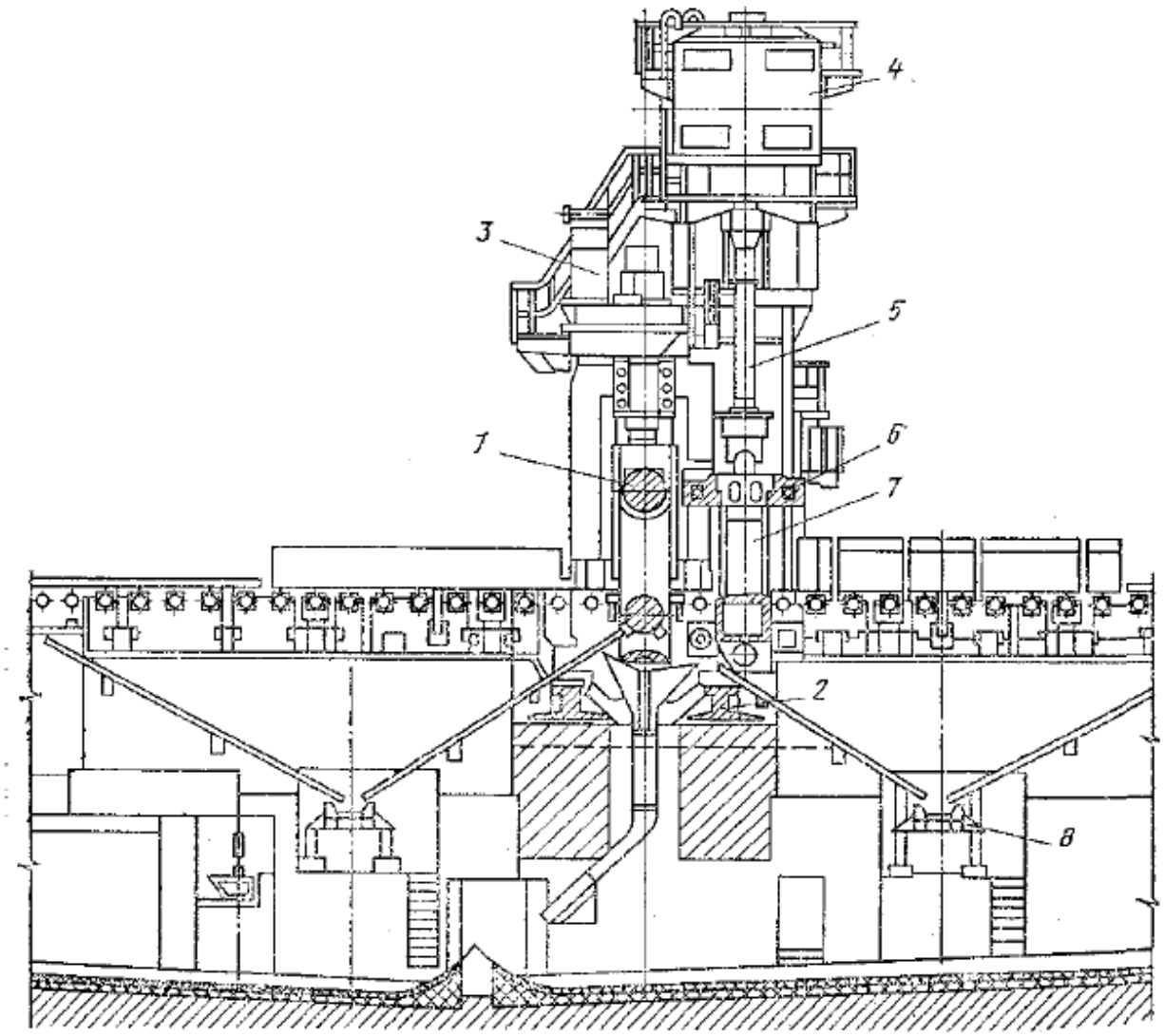


Рисунок 1.7 — Загальний вид робочої кліті слябінга 1150. [1]

1 — горизонтальні валки; 2 — робоча кліть горизонтальних валків; 3 —електродвигуни натискного пристрою; 4 — електродвигуни приводу вертикальних валків; 5 — універсальні шпинделі приводу вертикальних валків; 6 — кліть вертикальних валків; 7 — вертикальні валки; 8 — транспортери для прибирання окалини.

1.4 Опис скидального транспортеру

Робота слябінгу — тонкий процес, у якому велику увагу слід приділяти окалинам, що відокремлюються від смуги, яка прокочується під час проходження її між валками та знаходження на рольгангах. Під валками і рольгангами й накопичується окалина.

Враховувати, що загальні втрати металу у вигляді чаду на блюмінгах і слябінгах становлять близько 3%, і половина цього об’єму утворюється у вигляді окалини ще в нагрівальних колодязях, а решта — безпосередньо в процесі прокатки, то при високій продуктивності сучасних великих станів кількість окалини може сягати 165 — 210 тонн на добу. Окрім того, під час прокатки злитків, особливо тих, що мають окріп, від них можуть відшаровуватися значні об’єми шлаку — до 25 — 30 тонн на добу. Уся ця окалина та шлак, які накопичуються під прокатними клітями та рольгангами, мають бути оперативно видалені для забезпечення безперервної та безпечної роботи обладнання.

Пластинчатый транспортер — це тип безпреривного транспортера, який використовується для переміщення вантажів по трассам з крутими підйомами та складними просторовими траекторіями, а також для переміщення пирокого ассортимента вантажів.

Перевагами таких конвеєрів слід рахувати:

— Можливість роботи на крутих підйомах. Пластинчасті транспортери можуть піднімати вантажі під кутом нахилу до 35-45 градусів, а деяких випадках і до 65-70 градусів.

— Транспортування різних вантажів. Пластинчасті транспортери можуть перевозити різні види вантажів, включаючи сипучі матеріали, окремі предмети, а також вантажі, які важко або неможливо транспортувати стрічковими конвеєрами.

— Надійність. Пластинчасті транспортери зазвичай характеризуються високою надійністю та тривалим терміном служби.

— Висока продуктивність. Сучасні пластинчасті транспортери можуть забезпечувати високу швидкість транспортування та більшу пропускну здатність.

— Складна просторова траєкторія. Пластинчасті транспортери можуть бути використані для створення транспортних систем із складними траєкторіями руху.

Застосування у промисловості: Пластинчасті транспортери широко використовуються в різних галузях промисловості, наприклад, у металургійній промисловості, автомобільній промисловості, будівництві, гірничодобувній промисловості та інших.

Скидальний транспортер — це пластинчатий ланцюговий конвеер, який слугує для прибирання скрапа і окалини із під прийомного рольганга. Конвеер складається із двох замкрених ланцюгів з опорними катками, котрі огинають приводні та натяжні зірочки. Пластини, які створюють замкнений настил, прикріплені до ланцюгів, котрі рухаются по направляючим станини. Завантаження конвеєра здійснюється через воронку, а розвантаження — через кінцеві зірочки у приймальний пристрій. Транспортує скрап у скрапний проліт у короб для скрапа. Конвеер мае 4 скребки вагою 180 кг, які мають кількість кроків 242.



Рисунок 1.8 — Короб для скрапа. [1]

Привод транспортеру складається з електродвигуна ДП 42, N 23 кВт, n = 600 оборотів у хвилину. Редуктор глобидно — черв’ячний I = 232; тяговий орган — зірочкаи. Зірочки для тягових ланцюгів ділятся на приводні та неприводні. Рух від електродвигуна передається через редуктор, зубачасті муфти і промвал, к зірочці.

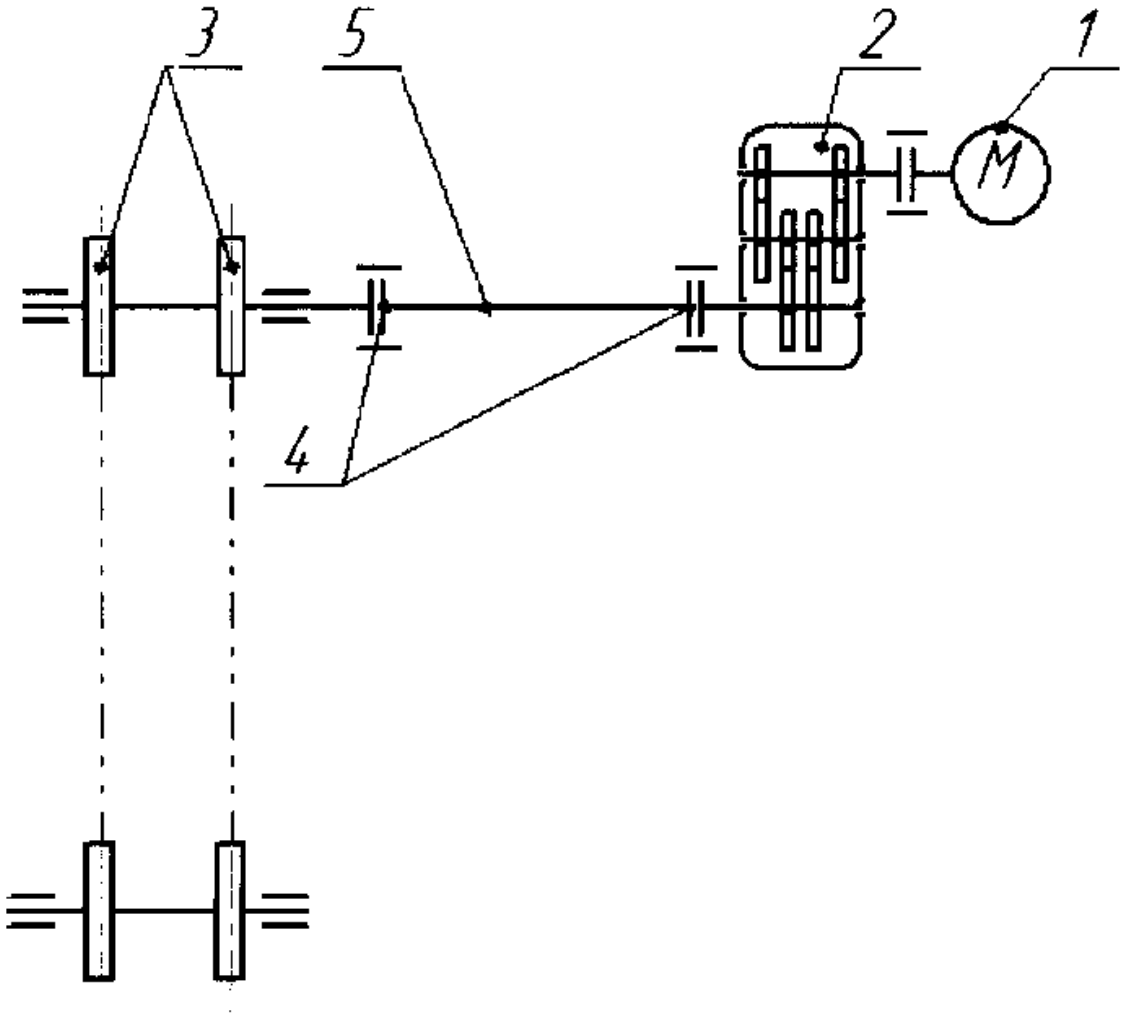


Рисунок 1.9 — Кініматична схема скидального транспортеру [1]

1 — електродвигун; 2 — редуктор; 3 — зірочки; 4 — зубчаті муфти; 5 — промвал.



Рисунок 1.10 — Процесс скидання скрапу у короб. [1]

Технологічний персонал зобов’язаний не припускати потрапляння на конвейер обрізків, маючих масу і довжину більшу, ніж вказану у технічній характеристиці конвейера, а також не допускати потрапляння мілких обрізків під ланцюги та зірочки;

Реверс конвейера рекомендовано вмикати тільки в аварійних ситуаціях.

Перед пуском конвейера необхідно підготувати короб, приймаючий обрізки від конвейера.

Пуск конвейера зі завантаженною ходовою частиною тягне за собою збільшення інерційних зусиль, перевантаження тягових ланцюгів і привода. Тому бажано без особої надібності не зупиняти навантажений конвейер. Після включення привода конвейер повинен ще до остаточного вимкнення пропрацювати у протягом 1 — 2 хвилин, доки він повністю не буде розвантажений.

1.5 Аналіз недоліків скидального транспортеру

Практика ремонтного виробництва свідчить, що навіть незначне удосконалення окремих конструктивних елементів обладнання при помірних додаткових витратах може суттєво вплинути на ефективність його експлуатації. Зокрема, це сприяє збільшенню міжремонтного ресурсу, зменшенню простоїв, економії фінансових ресурсів і підвищенню загальної продуктивності агрегатів та всього технологічного комплексу. У зв’язку з цим важливу роль відіграє модернізація, яка дозволяє усунути моральне старіння техніки, підвищити її надійність і продовжити термін служби.

Основними недоліками пластинчатих конвеєриів є:

— Низька швидкість руху. Швидкість руху вантажів пластинчастими транспортерами, як правило, нижче, ніж у стрічкових конвеєрів.

— Велика маса. Пластинчасті транспортери можуть мати більшу погонну масу в порівнянні з стрічковими конвеєрами.

— Складність обслуговування. Обслуговування пластинчастого транспортера може бути складнішим і витратним через наявність великої кількості шарнірних елементів.

При розгляді норм допустимих зносів деталей та вузлів вже можна виділити конструктивні недоліки окремих деталей. Не слід забувати про середовище, у якому працює скидальний транспортер. Постійна висока температура погано впливає на конструкцію конвеєра, що призводить до скорішого зносу деталей.

Для покращення роботи механізму пропонується заміна ланцюгів транспортеру, заміна приводних зірочок та валів, заміна та змащення настильних пластин із антифрикційного матеріалу, для зменшення зношення, та нагріву.

Також при детальному розгляді скидального транспортеру був виявлений важливий його недолік. При переміщенні скрапу та окалини, монолітні частки вантажу, котрі перевищують середню розрахункову площу, просипаються з конвеєрної стрічки. Тому, проектом модернізації пропонується розширення настилу скидального транспортеру, для усунення недоліку. Буде розрахована нова ширина конвеєру, до нових вводних данних буде підібран новій привод, або буде перевірен на експлуатаційну здібність у разі задовільнення його нинішніх показників. Також будуть розраховані основні вузли скидального транспортеру, а також перерахований фундамент через нові геометричні данні обладнання.

2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Конструкція скидального транспортеру

В процессі обтиску слябів між валками та під робочими рольгангами скопичується скрап та окалина, об’єми яких можуть досягати 165 — 210 тонн на добу, що ускладнюює та сповільнює процес безпреривного виробництва на прокатному стані 1150. Цю окалину та шлак необхідно постійно та безпреривно прибирати з під робочох клітей стану. Для усунення ручної праці на цій ділянці впроваджений спеціальний скидальний транспортер.

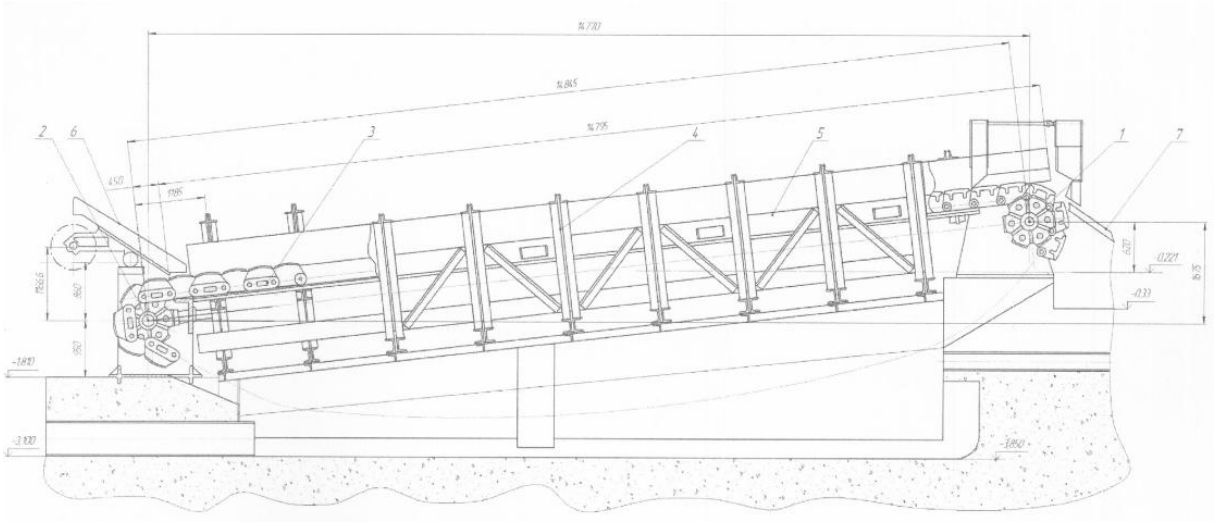


Рисунок 2.1 — Скидальний транспортер [1]

1 — Приводні зірочки; 2 — натяжні зірочки; 3 — замкнені ланцюги; 4 — рама транспортеру; 5 — станина; 6 — завантажувальний пристрій; 7 — розвантажувальний пристрій.

Конвеер складається із двох замкрених ланцюгів 3 з опорними катками, котрі огинають приводні та натяжні зірочки 1 і 2. Пластини, які створюють замкнений настил, прикріплені до ланцюгів, котрі рухаются по направляючим станини 5. Завантаження конвеєра здійснюється через

воронку, а розвантаження — через кінцеві зірочки у приймальний пристрій 7.

Механізація прибирання скрапу та окалини з під кліті прокатного стану дозволила значно зменшити травматичні ризики та витрати праці робітників. Скидальний транспортер працює безперервно, що забезпечує безперервність праці прокатного стану слябінг 1150. Скрап та окалина повністю використовується у виробництві.

2.2 Технічне обслуговування скидального транспортеру

Технологічний персонал зобов’язаний не припускати потрапляння на конвейер обрізків, маючих масу і довжину більшу, ніж вказану у технічній характеристиці конвейера, а також не допускати потрапляння мілких обрізків під ланцюги та зірочки;

Реверс конвейера рекомендовано вмикати тільки в аварійних ситуаціях.

Перед пуском конвейера необхідно підготувати короб, приймаючий обрізки від конвейера.

Пуск конвейера зі завантаженною ходовою частиною тягне за собою збільшення інерційних зусиль, перевантаження тягових ланцюгів і привода. Тому бажано без особої надібності не зупиняти навантажений конвейер. Після включення привода конвейер повинен ще до остаточного вимкнення пропрацювати у протягом 1 — 2 хвилин, доки він повністю не буде розвантажений.

2.3 Опис проекту модернізації скидального странспортеру

Проблемою скидального транспортера є недостатня ширина настилу стрічки скидального транспортера. Проектом пропонується розширення настилу стрічки для запобігання віпадання окалини з конвейєрної траси.

Вихідними даними для модернізації є узагальнені дані результату експлуатації, додаткові вимоги, виявлені в результаті виконуваних ремонтів, пусконаладжувальних та регулювальних робіт, які дозволили знайти недоліки в конструкції скидального транспортера.

2.4 Технологічна характеристика скидального транспортеру

— Продуктивність Q = 250 т/год

— Швидкість руху полотна υ = 0,8 м/с

— Крок ланки 200 мм

— Довжина ковнеєра 15 м

— Робоча ширина 600 мм

— Щільність вантажу, що транспортується ρ = 1.5 m/м^3

— Потужність приводу N 22 кВт

— Передаточне число редуктора i = 232

— Кількість кроків 242

— Частота обертів електродвигуна n = 600

2.5 Розрахуок скидального транспортера

2.5.1 Розрахунок швикості скидального транспортера

Розрахункова продуктивність транспортера Q = 250 т/год, геометричні параметри трасси: $L_г$ = 15 м; H = 1,7 м;

Розмір типичного куска окалини a' = 210 мм; насипна щільність вантажу ρ = 1.5 m/м^3; Кут натурального відкосу вантажу у покої $\alpha_н$ = 25°, а у русі

$$\alpha'_н = 0.7 \cdot \alpha_н = 0.7 \cdot 25 = 17.5° \quad (2.1)$$

Коефіцієнт терття вантажу по стальному настилу $f_в$ = 0,5; кут терття вантажу об металевий настил враховуючи кут нахилу транспортера:

$$\beta = arctg\left(\frac{H}{L}\right) = arctg\left(\frac{1,7}{15}\right) = 9° \quad (2.2)$$

Для заданих умов обираємо двухцепний конвейєр загального назначення з довголанковими тяговими пластинчатими ланцюгами і зірочками з малим числом зубів. Враховуючи це приймаємо швидкість конвейєра υ = 0,8 м/с.

Об'ємна продуктивність, що відповідає розрахунковій продуктивності Q = 250 т/год складає

$$V = \frac{Q}{\rho} = \frac{250}{1,5} = 166,6 \text{ м}^3/\text{год} \quad (2.3)$$

2.5.2 Вибір типу настилу і визначення його ширини

Тип настилу обирається з урахуванням параметрів вантажу

Таблиця 2.1 — Значення коефіцієнта $A_н$

Параметри вантажу		Тип настилу	$A_н$ (кг/м) при B (м)		
$a^{/}$, мм	ρ, т/м^3		0,4; 0,5	0,65; 0,8	більше 0,8
Менше 60	Менше 1	Легкий (ПР, ПС, В)	40	50	70
60…160	1…2	Середній (БВ, КМ)	60	70	100
Не менше 160	Більше 2	Важкий (КГ)	80	110	150

Так як для транспортування насипного вантажу пригодні тільки конвейєри з бортовим настилом або з нерухомими бортами, то при перевірці транспортоздатності по формулам приймаємо мінімальні значення кутів, вказаних цих виразах в скобках.

По формулам найбільші кути похилого транспортеру, при яких забезпечується транспортування окалини без суттєвого зниження працездатності:

При гладкому настилі:

$$\beta_д = \beta^{/} - 6 = 9° - 6° = 3° \quad (2.4)$$

При волновому настилі

$$\beta_д = \beta^{/} - 3 = 9° - 3° = 6° \quad (2.5)$$

За умовоюдля гладкого та волнистого настилів

$$\beta_д < \alpha_н^{/} - (7 \dots 10)° = (7 \dots 10)° \quad (2.6)$$

Для гладкого настилу виконані обі умови, з урахуванням цього обираємо гладкий настил важкого типу (КГ).

$$h \geq 1{,}25 \cdot a^{/} = 1{,}25 \cdot\ 210 =\ 262{,}5 \text{ мм} \quad (2.7)$$

Швидкість полотна υ = 0.8 м/с, об'ємне виробництво V = 166,6 м^3/год відповідає висота бортів h = 300 мм. Приймаємо h = 300 *мм* = 0,3*м*.

По формулі знаходимо необхідшу ширину настилу

$$B = \sqrt{\frac{Q}{900 \cdot \upsilon \cdot \rho \cdot k_n} + \left(\frac{2 \cdot h_б}{k_n}\right)^2} - \frac{2 \cdot h_б}{k_n}$$

Де

$$k_n = C_2 \cdot \tan(0{,}4 \cdot a_н)$$

Тут C_2 = 0,9 – безрозмірний коефіцієнт при $\beta > 20°$

Висота слоїв вантажу у бортів:

$$h_б = 0{,}7 \cdot h = 0{,}7 \cdot 0{,}3 = 0.21м \quad (2.8)$$

$$h_n = 0{,}9 \cdot \tan(0{,}4 \cdot 25°) = 0{,}9 \cdot \tan(0{,}4 \cdot 25°) = 0{,}58 \quad (2.9)$$

$$B = \sqrt{\frac{250}{900 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}58} + \left(\frac{2 \cdot 0{,}21}{0{,}58}\right)^2} - \frac{2 \cdot 0{,}21}{0{,}58} = 0{,}6м \quad (2.10)$$

Перевіряя ширину настилу по гранулометричному складу вантажу по формулі отримаємо

$$B > x_2 \cdot a^{/} + 200 = 557мм \quad (2.11)$$

Приймаємо найближче значення ширини настилу B_n = 650мм

$$\upsilon_{нов} = \frac{B}{B_n} \cdot \upsilon = \frac{0{,}6}{0{,}65} \cdot 0{,}8 = 0{,}738 \text{ м/с} \quad (2.12)$$

Так як найближче менше стандартне значення швидкості $\upsilon_{нов}$ = 0,8 м/с дало би зниження продуктивності в зрівнянні з розрахунковим значенням Q = 250 т/год, остаточно приймаємо B = 650мм; h = 300мм; υ = 0,8 м/с.

2.5.3 Розрахунок розподільних масс.

Розподільна маса транспортуємого вантажу

$$q = \frac{Q}{3{,}6 \cdot \upsilon} = \frac{250}{3{,}6 \cdot 0{,}8} = 86{,}8 \text{ кг/м} \quad (2.13)$$

Настила з ланцюгами

$$q_0 = 60 \cdot B + A_{\text{н}} = 60 \cdot 0{,}65 + 110 = 149 \text{ кг/м} \quad (2.14)$$

Де $A_н$ = 110 кг/м (см. Табл. 2.1)

Таблиця 2.2 — Орієнтовні значення коефіцієнта ω опору руху ходової частина на катках і опорних роликах

Умови роботи конвейєра	Катки на підшипниках	
	ковзання	кочення
Хороші (зачинені отоплені приміщення відсутність абразивного забруднення)	0,06…0,08	0,02
Середні (зачинені приміщення, наявність забруднення)	0,08…0,1	0,03
Тяжкі (на відкритому повітрі, інтенсивне забруднення)	0,1…0,13	0,045

Вибір коефіцієнтів опору руху полотна. З урахуванням експлуатації у середніх умовах (зачинені приміщення, наявність забруднення) по табл. 2.2 приймаємо коефіцієнт опору руху для ребордних катків на підшипниках ковзання ω = 0,1. k_1 = 1,08 при куті перегину 180°.

Визначення точки з найменшим натяжінням тягового елемента. Найменше натяжіння тягового елемента буде у нижній точці холостої гілки, так як $tg\beta = tg9° > \omega = 0{,}1$.

2.5.4 Визначення натяжіння в характерних точках траси

Приймаємо натяжіння S_1 = 2000H. При огині траси по направленню руху полотна визначаємо

$$S_2 = k_1 \cdot S_1 = 1{,}08 \cdot 2000 = 2160\ H \quad (2.15)$$

$$S_3 = S_2 + (q + q_0) \cdot g \cdot (L_г \cdot \omega + H) = 2160 + (86{,}8 + 149) \cdot 9{,}81 \cdot (15 \cdot 0{,}1 + 1{,}7) = 9562\ H \quad (2.16)$$

$$S_4 = k_1 \cdot S_3 = 1{,}08 \cdot 9562 = 10327\ H \quad (2.17)$$

Визначення тягового зусилля на приводних зірочках і потужності привода.

Тягове зусилля на приводній зірочці

$$W_0 = S_{нб} - S_{сб} + (S_{нб} + S_{сб}) \cdot (k_1 - 1) = S_4 - S_2 + (S_4 + S_2)(k_1 - 1 = 10327 - 2160 + 10327 + 2160 \cdot 1{,}08 - 1 = 9166\ H \quad (2.18)$$

При коефіцієнті запаса k_2 = 1,5 і КПД привода η_0 = 0,5 потужність двигуна

$$P = \frac{k_2 \cdot W_0 \cdot \upsilon}{1000 \cdot \eta_0} = \frac{1{,}5 \cdot 9166 \cdot 0{,}8}{1000 \cdot 0{,}5} = 21{,}9\ \text{кВт} \quad (2.19)$$

По отриманому значенню потужності встановлений двигун ДП 42 потужністю P = 22 кВт, частотою обертання $n_д$ = 600 об/хв задовільняе усі потреби.

2.5.5 Визначення розрахунового натяжіння тягового елемента

Аналогічно використовуючимися конструкціями приймаємо тяговий елемент, складений із двох паралельно розташованих пластинчастих ланцюгів з кроком t = 200$мм$ = 0,2$м$; приводну зірочку з числом зубів z_0 = 6

При заданій схемі траси транспортера максимальне натяжіння тягового елемента

$$S_{max} = S_{нб} = S_4 = 10327\ H$$

Для находження динамічного зусялля визначаємо: K_u =1,5 (закон інтерференції пружних хвиль)

Довжина контура тягового елемента

$$L = 2 \cdot L_г = 2 \cdot 15 = 30м \quad (2.20)$$

Коефціцієнт участі в коливальному процессі маси ходової частини транспортеру $k^{//} = 1$ (при $L = 30м$)

Маса вантажу, знаходячогося на транспортері

$$m_г = q \cdot L/2 = 86{,}8 \cdot 30/2 = 1302\ кг \quad (2.21)$$

Маса ходової частини транспортера

$$m_x = q_0 \cdot L = 149 \cdot 30 = 4470\ кг \quad (2.22)$$

Визначаємо динамічне зусилля

$$S_{дин} = K_u \cdot \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot \upsilon}{z_0}\right)^2 \cdot \left(\frac{m_г + k^{//} \cdot m_x}{t}\right) = 1{,}5 \cdot \left(\frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}8}{6}\right)^2 \cdot \left(\frac{1302 + 1 \cdot 4470}{0{,}2}\right) = 30351\ H \quad (2.23)$$

По виразу визначаємо розрахункове натяжіння тягового елемента

$$S_{роз} = S_{max} + S_{дин} = 10327 + 30351 = 40678\ H \quad (2.24)$$

2.5.6 Визначення розрахункового натяжіння тягового ланцюга

За формулою розрахункове натяжіння ланцюга дволанцюгового транспортеру

$$S_{роз.л} = \frac{S_{роз}}{C_н} = \frac{40678}{1{,}8} = 22599\ H \quad (2.25)$$

Де $C_н$ = 1,8 — коефіцієнт нерівномірності натяжіння (прийнят орієнтовно)

Попередньо обираємо катковий ланцюг М224 зі знищуючим навантаженням $Q_{р.в}$ = 224 кН.

Запас міцності цього ланцюгу $k_З = Q_{р.в} / S_{роз.л}$ = 224000 / 22599 = 9,9 що відповідає допускаємому ($k_З$ = 8…10) для конвейерів, маючі нахилені участки.

2.5.7 Розрахунок редуктора скидального транспортеру

Частота обертання барабана приводу

$$n_{\text{в}} = \frac{60 \cdot \upsilon}{z_0 \cdot t} = \frac{60 \cdot 0{,}8}{6 \cdot 0{,}2} = 40 \text{ об/хв} \qquad (2.26)$$

Передавальне число редуктора

$$\text{i} = \frac{n_{\text{д}}}{n_{\text{в}}} = \frac{600}{40} = 15 \qquad (2.27)$$

Вибираємо двухступеневий черв’ячно – глобидний ЧГ – 80 з параметрами: передавальне число $u_{\text{р}}$= 16, потужність $P_{\text{р}}$ = 1,6 кВт, при режимі ВТ і частоті обертання $n_{\text{р}}$ = 750 об/хв.

Фактична швидкість ходової частини

$$\upsilon_{\text{ф}} = \frac{6 \cdot 0{,}2 \cdot 600}{60 \cdot 16} = 0{,}75 \text{ м/с} \qquad (2{,}28)$$

Фактична продуктивність транспортера

$$u = \frac{\text{i}}{u_{\text{р}}} = \frac{15}{16} = 0{,}94 \qquad (2{,}29)$$

3 ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Технічна експлуатація скидального транспортеру

Скидальний транспортер прокатного стану безперервно прибирає з під робочої кліті окалину та скрап. Транспортер переміщує понад 6000т вантажу на добу. В процесі екслуатації стандартним явищем можна рахувати фізичний знос деталей та вузлів. При проектуванні та виготовленні деталі виробник ураховує її фізичний знос, та розробляє рекомендації з експлуатації деталі. В них також входить границя зносу, до якої деталь важається здібною до її єксплуатації. Даталі та вузли скидального транспортеру мають свої гранично допустимі показники зносу, які зібрані у заводській документації трансортеру. У таблиці 3.1 наведені основні норми допустимих зносів деталей та вузлів скидального транспортеру.

Таблиця 3.1 — Норми допустимих зносів деталей й вузлів скидального транспортеру

Елементи	**Дефекти, за наявності котрих деталь бракується**
Ланки ланцюга	Відпрацювання отворів по діаметру більших, ніж на 3мм; Наявність тріщин.
Валики	Знос по діаметру більш 3 мм Зазор між валиками та ланками ланцюга більш 5 мм
Зірочки	Знос зубів по товщині більш ніж на 30%
Направляючі	Знос по товщині більший ніж на 30%
Планки	Знос по товщині більший ніж на 10 мм
Повзунки	Знос по ширині більший ніж на 8 мм
Пружини	Тріщини, зколи або остаточна деформація
Плити настилу	Глубокі тріщини; Відпрацювання по товщині більшої 30%

Невід’емною частинюо виробничого процесу у важиких умовах праці також є несправності і поломки машин та агрегатів, які призводять до остаточної зупинки обладнання, а іноді і до зупинки цілої лінії обладнань. Простої обладнання негативно сказуються на економічному стані підприємства. На такі випадки підприємство створює ряд заходів, спрямованих на виявлення та усунення несправностей обладнання. Для кожної одиниці обладнання створює документацію, в якій подрібно описані потенційні насправності конкретного обладнання, можливі причини їх утворення, та описують заходи, завдяки яким усуваются несправності в роботі обладнання. Потенційні несправності та способи їх усунення наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 — Потенційні несправності та способи їх усунення

№ п/п	Несправність	Причина	Спосіб усунення
1	Знос підшипників зірочок	Робота у важких умовах, недостатня подача мастильних матеріалів	Забезпечення достатньої кількості мастильних матеріалів, заміна зірочок
2	Зношування зірочок і холостого блока	Робота у важких умовах, реверс	Заміна зірочок
3	Знос і розтягування ланцюгу	Робота у важких умовах	Заміна ланцюгу
4	Відпрацювання елементів ланцюгу	Робота у тяжких умовах	Заміна ланцюгу
5	Тріщини металоконструкції лотка	Робота у тяжких умовах при високих температурах	Заміна лотка

6	Облом вала і вкладишів зірочки	Робота у важких умовах	Заміна зірочки

3.2 Розрахунок стропів для стропування натяжної станції

Рорзахуємо стропа, необхідні для диконання монтаху натяжної станції $G_{ред}$ = 670 кг ≈ 6570 *Н*. Встановлення натяжної станції виконаємо монтажною траверсою.

Зусилля в гілці стропа при куті нахилу $\alpha = 90°$

$$S_{стр} = \frac{G_{ред}}{n \cdot \sin \alpha} \cdot K_{н} \quad (3.1)$$

Де *n* — число гілок стропа, *n* = 2

$К_{н}$ — коефіцієнт нерівномірності навантаження на гілці стропа, при $n \leq 2$, $К_{н} = 1$

Тому

$$S_{стр} = \frac{6{,}57}{2 \cdot \sin 90°} \cdot 1 = 3{,}674 \text{ кН}$$

Вибір стропу здійснюємо по розрахунковому розривному зусиллю

$$P_{розр} = S_{стр} \cdot \text{ к} \quad (3.2)$$

Де к — коефіцієнт запасу міцності, к = 6

Тому

$$P_{розр} = 3{,}674 \cdot 6 = 22{,}04 \text{ кН}$$

Приймаємо тип ланцюгового стропу типу 2 СЦ конструкції 6х18

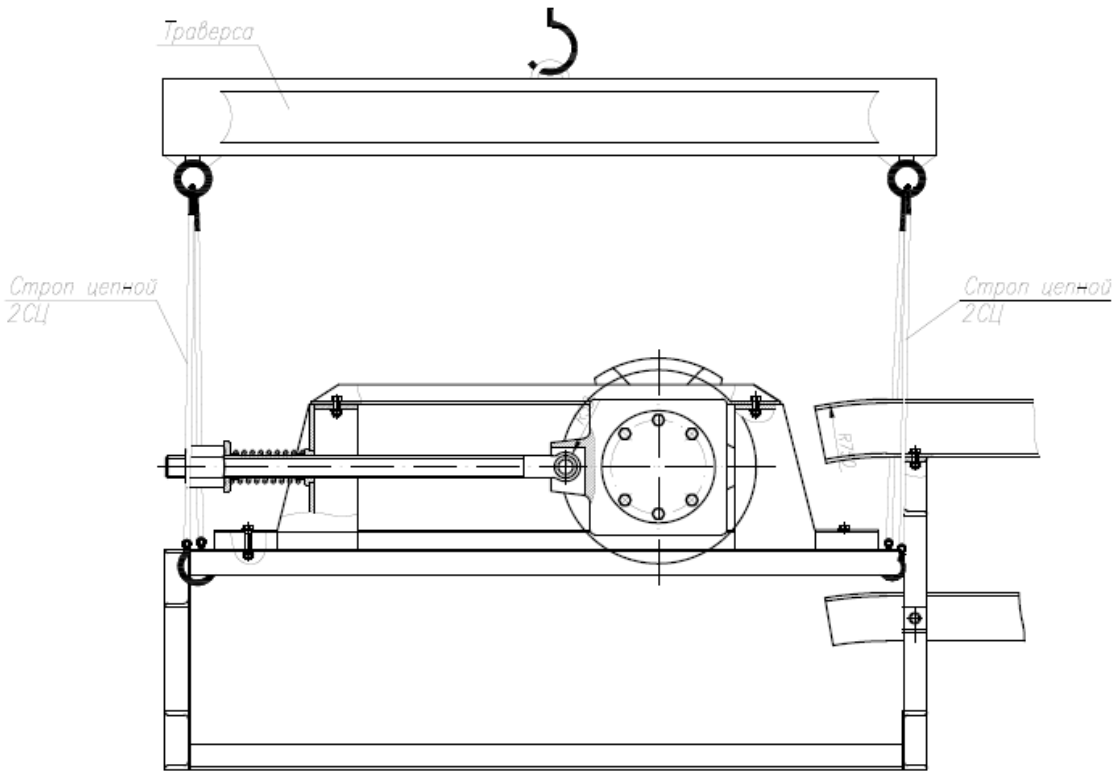


Рисунок 3.1 — Схема стропування натяжної станції

3.3 Розрахунок фундаменту скидального транспортеру

Призначенням фундаментів є зменшення вібрацій обладнання у процессі експлуатації та передачі зусиль на ґрунт. Зазвичай виконуються у вигляді блоків із бетону, розділених дуформаційними швами які мають різні призначення. Вихідними даними для проектування фундаментів є параметри й габаритні розміри підстав машин, схема наввантаження фундаменту, дані про геологію, гідрогеологію й фізико — механічні властивості ґрунту, схеми прив’язки фундаменту.

Фундамент повинен бути спроектований так, щоб дотримувалася умова:

$$\rho = \frac{G_м + G_ф + P_{mex}}{a'' \cdot b''} + \sum \frac{M_1}{W_1} \leq [\rho] \qquad (3.3)$$

Де $G_м$ — вага устаткування, установленого на фундаменті, кг;

$G_ф$ — вага фундаменту, кг;

$P_{тех}$ — вертикальна складова технологічного навантаження, кг;

a'', b'' — розміри підошви фундаменту, м;

$[\rho]$ — допускаємий тиск, на ґрунт, кг/см^2.

Вага скидального транспортеру становить $G_м$ = 27328 кг

$$G_ф = V_ф \cdot \rho_ф \quad (3.4)$$

Де $V_ф$ — обсяг фундаменту, приймається з розрахунку, що на одну тонну встановленої маси устаткування витрачують 3 м^3 бетону.

Приймаємо $V_ф$ = 911 м^3

$\rho_ф$ — щільність бетону.

Для армованого бетону приймаємо $\rho_ф = 2{,}3 \cdot 10^3 кг/м^3$

$$G_ф = 911 \cdot 2{,}3 \cdot 10^3 = 2096 \cdot 10^3 кг = 2096 \text{ тонн}$$

$$P_{тех} = P_{max} \cdot 20\% = 1250 \cdot 10^3 \cdot 0{,}2 = 250 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

Фундамент складається із підошви і самого фундаменту.

Розміри фундаменту приймаються з урахуванням довжини й ширини встановлюваного устаткування.

Визначаємо геометричні параметри фундаменту

$$a' = a + 2 \cdot \delta = 1{,}1 + 2 \cdot 0{,}1 = 1{,}3м;$$

$$b' = b + 2 \cdot \delta = 15 + 2 \cdot 0{,}1 = 15{,}2м;$$

$$a'' = a' + 2 \cdot \delta = 1{,}3 + 2 \cdot 2 = 5{,}3\text{м};$$

$$b'' = b' + 2 \cdot \delta = 15{,}2 + 2 \cdot 2 = 19{,}2\text{м};$$

Припустимий тиск на ґрунт для Запорізької області приймають $[\rho] = 2\text{кг/см}^2$

У розрахунках ураховується й перекидаючий момент, що дорівнює $M_{\text{опр.max}} = 26000H \cdot \text{м}$

Розраховуємо момент опору фундаменту

$$W = \frac{(a'')^2 \cdot b''}{6} = \frac{5{,}3^2 \cdot 19{,}2}{6} = 89{,}9\text{м}^3 \qquad (3.5)$$

Визначаємо діючий тиск на ґрунт

$$\rho = \frac{27328 + 2096000 + 250000}{5{,}3 \cdot 19{,}2 \cdot 10^4} + \frac{2600000}{8990000} = 2{,}6\ \text{кг/см}^2$$

$$2{,}6\ \text{кг/см}^2 > 2\ \text{кг/см}^2$$

У зробленому розрахунку умова не виконується.

Для дотримання умови, варто збільшити розміри: *a''*, *b''*.

$$a' = a + 2 \cdot \delta = 1{,}1 + 2 \cdot 0{,}1 = 1{,}3\text{м};$$

$$b' = b + 2 \cdot \delta = 15 + 2 \cdot 0{,}1 = 15{,}2\text{м};$$

$$a'' = a' + 2 \cdot \delta' = 1{,}3 + 2 \cdot 3 = 7{,}3\text{м};$$

$$b'' = b' + 2 \cdot \delta' = 15{,}2 + 2 \cdot 3 = 21{,}2\text{м};$$

Розраховуємо момент опору фундаменту

$$W = \frac{(a")^2 \cdot b"}{6} = \frac{7{,}3^2 \cdot 21{,}2}{6} = 188{,}3\text{м}^3$$

Тоді

$$\rho = \frac{27328+2096000+250000}{7{,}3 \cdot 21{,}2 \cdot 10^4} + \frac{2600000}{188300000} = 1{,}55 \text{ кг/см}^2$$

$$1{,}55 \text{ кг/см}^2 < 2 \text{ кг/см}^2$$

Умова виконується.

Визначаємо загальну висоту фундаменту і його складових частин

$$h_{\text{общ}} = \frac{V_{\text{ф}}}{a' \cdot b'} = \frac{911}{1{,}3 \cdot 15{,}2} = 46{,}1\text{м} \quad (3.6)$$

Висота підошви фундаменту

$$h_n = \frac{1}{5} \cdot 46{,}1 = 9{,}22\text{м} \quad (3.7)$$

Власна висота фундаменту

$$h_{\text{ф}} = h_{\text{общ}} - h_n = 46{,}1 - 9{,}22 = 36{,}88\text{м} \quad (3{,}8)$$

Об’єм підошви фундаменту

$$V_n = h_n \cdot a" \cdot \text{b}" = 9{,}22 \cdot 7{,}3 \cdot 21{,}2 = 1426{,}8 \text{ м}^3 \quad (3{,}9)$$

Для підошви фундаменту приймаємо бетон Б50

Об’єм фундаменту

$$V_{\text{ф}} = h_{\text{ф}} \cdot a' \cdot \text{b}' = 36{,}88 \cdot 1{,}3 \cdot 15{,}2 = 728{,}8 \text{ м}^3 \quad (3.10)$$

Для підошви фундаменту приймаємо бетон Б200

Загальний об’єм фундаменту:

$$V_{\sum} = V_n \cdot V_{\text{ф}} = 1426{,}8 + 728{,}8 = 2155{,}6 \text{ м}^3$$

Вага фундаменту

$$G_{\text{ф}} = V_{\sum} \cdot \rho = 2155{,}6 \cdot 1{,}55 = 3341{,}18 \text{ т}$$

Уточнюємо вагу фундаменту:

$$\Delta G_{\text{ф}} = 3341{,}18 - 2096 = 1245{,}18 \text{ т}$$

Уточнюємо тиск на ґрунт

$$\Delta\rho = \frac{1245{,}18}{7{,}3 \cdot 21{,}2 \cdot 10^4} = 0{,}0008 \text{ кг/см}^2$$

$$\rho_{\text{факт}} = \rho + \Delta\rho = 1{,}55 + 0{,}0008 = 1{,}558 \text{ кг/см}^2 > 2 \text{ кг/см}^2$$

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Кардинальні правила охорони праці в безпеці промислового середовища ПАТ «Запоріжсталь»

Працівник повинен знати та виконувати: «Кардинальні правила охорони праці в промисловій безпеці ПАТ «Запоріжсталь», вимоги нормативно-правових актів про охорону праці, Закон України

— «Про охорону праці»;

— «Інструкцію з охорони праці №0.01 Загальні вимоги безпеки для усіх працівників ВАТ «Запоріжсталь»;

— «Інструкцію з охорони праці №0.24 при експлуатації персональних електронно-обчислювальних машин»;

— «Інструкцію з охорони праці № 0.25 при роботі зі спиртом етиловим технічним»;

— «Інструкцію з охорони праці №0.30 для осіб з першою кваліфікаційною групою по електробезпеці»;

— «Інструкцію з охорони праці №0.45 з захисту від статичного струму»;

— «Інструкцію з охорони праці №0.51 з надання долікарської допомоги»;

Правила внутрішнього трудового розпорядку робітників;

— «Положення про систему управління охороною праці в ВАТ «Запоріжсталь»;

— «Порядок проведення розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві».

Кардинальні правила ПАТ «Запоріжсталь»:

Працівник зобов’язаний:

— Користуватися засобами колективного та особистого захисту;

— Проводити Аналіз Безпеки Виконання Робіт (АБВР) перед початком роботи, під час роботи та по закінченню роботи;

— Відмовитись від виконання роботи, якщо вона не може бути виконана безпечно;

— Зупинити роботу при виникненні небезпечної ситуації та провести повторний АБВР;

— Піклуватись про особисту безпеку та здоров'я, а також про безпеку та здоров'я оточуючих людей в процесі виконання будь-яких робіт або від час знаходження на території комбінату;

— Дотримуватися вимог нормативно-правових актів з охорони праці, передбачених колективним договором та правилами внутрішнього трудового розпорядку робітників;

— Ознайомитися з реєстром ідентифікації небезпек та оцінки ризиків відділу та з реєстром ідентифікації небезпек та оцінки ризиків, відвідувачів структурних підрозділів під розпис;

— Виконувати роботи у відповідності до затвердженого графіку або позапланові роботи за вказівкою начальника управління, начальника відділу;

— Проходити в установленому порядку попередні та періодичні медичні огляди;

— Знати та виконувати схеми безпечних маршрутів пересування по території комбінату, цехів;

— Знаходитись тільки в місцях, пов'язаних з дорученою роботою, під час роботи бути уважним, не відволікатися;

— Виконувати вимоги звукових, світлових сигналів, знаків безпеки та попереджувальних написів;

— Своєчасно відходити на безпечну відстань з шляху транспорту,що рухається та транспортуємого вантажу;

— Знати та виконувати правила особистої гігієни;

— Вміти надавати першу медичну допомогу постраждалим у відповідності до вимог інструкції з охорони праці №0.51 з надання долікарської допомоги;

— Вміти користуватися первинними засобами пожежогасіння;

— При нещасному випадку одразу сповістити безпосереднього керівника робіт або іншій повноважній особі підприємства (начальнику цеха) та прийняти заходи по надання необхідної допомоги потерпілому;

— При отриманні навіть незначної травми сповістити про це начальника відділу;

— Працювати в справному, чистому спецодязі, спецвзутті та засобах індивідуального захисту (далі ЗІЗ) (в залежності від роду виконуваної роботи);

— Тримати у порядку та чистоті своє робоче місце;

— Працювати лише на справному обладнанні та користуватися справним хімпосудом;

— Виконувати тільки ті роботи та тільки в тому об’ємі, який визначений завданням безпосереднього керівника.

Співробітнику забороняється:

— Використовувати несправні та брудні ЗІЗ;

— Використовувати ЗІЗ — туфлі кожані поза лабораторією;

— Допускати знаходження сторонніх осіб у хімічному залі, ваговій, фотометричній та атомно — абсорбційній кімнаті;

— Забруднювати проходи, робоче місце та робочий стіл у витяжній шафі;

— Вживати алкогольні, наркотичні та токсичні речовини на території підприємства;

— Працювати у прикрасах на руках, шиї, задля запобігання зачеплення за елементи конструкції, обладнання або інструменту, яке може привести до травмування;

— Під час руху по території комбінату, структурних підрозділів, а також при виконанні виробничого завдання використовувати мобільний зв'язок у особистих цілях;

4.2 Безпека праці в обтискному цеху

Забезпечення безпечних умов праці в обтискному цеху є одним із ключових пріоритетів функціонування виробничого процесу, адже саме тут поєднуються високі температури, значні механічні навантаження та динамічні технологічні дії. Комплекс заходів з охорони праці спрямований на створення таких умов, за яких мінімізуються ризики виникнення аварійних ситуацій, виробничих травм та інших небажаних наслідків.

У межах обтискного виробництва безпека працівників забезпечується на основі системного підходу, що включає як дотримання нормативно-правових документів, так і реалізацію внутрішніх регламентів підприємства. Велике значення мають заходи профілактичного характеру, зокрема постійний контроль за технічним станом обладнання, періодичне інструктування персоналу, а також підтримання належного рівня організаційної культури у сфері охорони праці.

Особливу увагу приділяють запобіганню негативному впливу фізичних і технологічних чинників, характерних для цеху: теплового випромінювання, шуму, вібрацій, а також механічної небезпеки від рухомих елементів машин та механізмів. Роль відіграє також використання засобів індивідуального захисту, що є обов’язковою умовою перебування у виробничій зоні.

У виробничому середовищі обтискного цеху ПАТ «Запоріжсталь» функціонує широкий комплекс механізованих та електричних транспортно-підйомних систем, робота з якими вимагає суворого дотримання правил охорони праці та санітарно-гігієнічних норм. Особливість прокатного виробництва полягає у високій динаміці операцій,

вантажопотоків і значних контрастах мікроклімату між окремими технологічними зонами.

Для зниження виробничих ризиків передбачено використання комплексу інженерно-технічних засобів безпеки, серед яких:

— захисні бар’єри, що фізично ізолюють потенційно небезпечні ділянки від персоналу, діючи незалежно від людського фактора;

— автоматичні системи аварійного відключення, які зупиняють обладнання при порушенні параметрів безпечної експлуатації;

— гальмівні пристрої, призначені для негайної зупинки механізмів, що перебувають у русі;

— блокувальні механізми, які фіксують рухомі елементи агрегатів у заданому положенні для унеможливлення випадкового запуску;

— сигналізаційні засоби, що оперативно інформують про можливу небезпеку за допомогою звукових або світлових сигналів.

Виробниче середовище характеризується комплексом несприятливих чинників, серед яких слід виділити високу запиленість, наявність газоподібних відходів, інтенсивне теплове випромінювання та шумові навантаження. Пил утворюється під час технологічних процесів і містить компоненти, пропорційні хімічному складу сталі. Викиди шкідливих газів, у свою чергу, є побічним результатом роботи теплових установок, прокатного обладнання та інших агрегатів, задіяних у металургійному процесі.

4.3 Характеристика небезпек обтискного цеху

У прокатному виробництві багато операцій супроводжуються виникненням шумів низьких та високих частот. Шуми виникають у результаті роботи агрегатів обтискного цеху: транспортування вантажів, різання на ножицях, а також робота прокатного стану слябінг 1150.

Шум, вироблений від прокатки металу прокатним станом, рольгангами, ножицями та іншими приладами становить 90 дБА при нормативних значеннях 80 дБА.

У процессі виробництва у обтискному цеху важливим небезпечним чинником є висока температура на ділянках виробничого процесу, устаткуванні стану і нагрітих заготівлях. У деяких місцях виділення тепла досягає 930 Вт/м^2 при нормативних значеннях 140 Вт/м^2. Інтенсивне інфрачервоне випромінювання, крім прямого впливу на робітників, нагріває навколишні поверхні і предмети, які стають додатковими потужними джерелами тепловиділення. У літній період температура повітря в цеху може досягати 37 °С через значні тепловиділення. Водночас у холодну пору року ці ж теплові надлишки створюють виражений тепловий напір, що посилює повітрообмін, унаслідок чого повітря в робочій зоні часто істотно охолоджується нижче комфортного рівня.

Характеристику трудового процесу та оцінку факторів виробничого середовища для робочого місця оператора керування слябінгом 1150 складено згідно з гігієнічною класифікацією умов праці, що наведена в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 — Оцінка чинників виробничого й трудового процесу оператора управління слябінгом 1150 ПАТ «Запоріжсталь».

№ п/п	Фактори виробничого середовища й трудового процесу	Норм. Знач. (ГДК, ГДЗ)	Факт. знач.	III клас: шкідливі й небезпечні умови праці			Час дії фактора за зміну, %
				I ст.	II ст.	III ст.	
1	Шкідливі хімічні речовини, мг/м^3 1 клас небезпеки						
	Ангідрид хромовий	0,01	0,011	1,1 р			90
	Оксид марганцю	0,3	0.28				90
	III клас небезпеки						90
	Ангідрид сірчистий	10	6,5				90
	Вуглецю оксид	20	6,25				90
	Масла мінеральні	5,0	3,95				
2	Пил, переважно фіброгенної дії мг/м^3	4,0	8,5			2,13 р.	90
3	Шум, дБА	80	90	10			100
4	Мікроклімат у приміщені:						
	-температура повітря °С	16-27	37			10	90
	-швидкість руху повітря м/с;	0,2-0,5	0,4				
	-відносна вологість повітря, %;	40-60	45				
	-інфрачервоне випромінювання, Вт/м^2	140	930		930		83
5	Тяжкість і напруженість праці	Категорія робіт – важка, III напружена					

Отже, на підставі проведеного аналізу умов праці можна дійти висновку, що на робочому місці присутні два чинники I ступеня, два чинники II ступеня та один чинник III ступеня. Враховуючи ці показники, дане робоче місце класифікується як те, що характеризується шкідливими та важкими умовами праці.

4.4 Заходи, спрямовані на поліпшення умов праці

Пил чинить шкідливий вплив на організм людини, викликаючи подразнення шкірного покриву, слизових оболонок очей, ясен і вух. При потраплянні в дихальні шляхи він може стати причиною виникнення професійних захворювань, таких як силікоз, антракоз, силікатоз тощо. Найбільш результативними методами боротьби з пилом вважається автоматизація технологічних процесів з одночасним видаленням пилу безпосередньо в місцях його виникнення, а також зрошення робочих зон водою під час операцій, які супроводжуються активним пилоутворенням. Важливим заходом також є використання засобів індивідуального захисту органів дихання, наприклад, респіратора типу ШБ-2 «Лепесток», який ефективно знижує вплив пилу на здоров’я працівників.

З метою запобігання отруєнню шкідливими газами (оксид вуглецю, сірчистий ангідрид, оксид марганцю та інші) необхідно оперативно виявляти ділянки їх можливого виділення або накопичення, що мають статус газонебезпечних зон. Перелік таких ділянок формується завчасно і затверджується головним інженером підприємства. Контроль за повітряним середовищем на цих ділянках здійснюють газорятувальні підрозділи та санітарно-технічні лабораторії згідно з затвердженим графіком. У разі виявлення скупчень шкідливих газів оперативно вживаються заходи щодо недопущення працівників у небезпечні зони та усунення джерел забруднення.

Серед основних методів контролю за пиловим забрудненням у прокатному виробництві виділяють: 1. впровадження оптимізованих технологічних рішень і модернізацію обладнання; 2. герметизацію джерел пилоутворення, зволоження середовища водою або парою; 3. обладнання місць пилоутворення витяжною вентиляцією з очищенням повітря за допомогою фільтрів перед викидом у зовнішнє середовище; 4. регулярне

прибирання пилу із застосуванням промислових пилососів; 5. застосування індивідуальних засобів захисту (респіратори, захисні окуляри, спецодяг тощо).

Зменшення загазованості досягається шляхом дотримання технологічної дисципліни, своєчасної профілактики та огляду обладнання, підтримки оптимальних режимів горіння та функціонування вентиляційних систем.

Для підтримання належного мікроклімату передбачено як природну, так і механічну подачу повітря за допомогою душуючих пристроїв, які очищують та кондиціонують повітря на постійних робочих місцях. Окрім цього, використовується витяжна вентиляція (місцева та загальнообмінна) для ефективного видалення теплого та забрудненого повітря з верхніх зон приміщення.

У зимовий період опалення цеху здійснюється за допомогою водяних нагрівальних пристроїв, розташованих уздовж стін поблизу робочих зон. Повітря перемішується за допомогою калориферів типу СТД-300, які спрямовують повітряні потоки уздовж прольотів. Для запобігання потраплянню холодного повітря ззовні через в’їзні ворота встановлено теплові завіси. Система обігріву дозволяє підтримувати температуру в межах 16–20 °С.

Ефективна вентиляція забезпечує нормативні параметри повітряного середовища. Через інтенсивне тепловиділення від розігрітого металу передбачено природну вентиляцію через три рівні отворів у стінах цеху (на висоті 1,5 м, 4,5 м тощо). Освітлення в цеху реалізовано за допомогою природного світла через бічні прорізи та дахові ліхтарі, а також штучного освітлення для забезпечення належних умов видимості на всіх робочих ділянках.

Для зменшення впливу шумового навантаження на працівників застосовуються спеціальні засоби індивідуального захисту слуху, зокрема вушні вставки (беруші) та протишумові навушники.

У процесі прокатки металу виділяється велика кількість теплової енергії, що надходить від розігрітих заготовок і працюючого обладнання. Надмірне теплове навантаження впливає на організм людини, перевантажуючи механізми терморегуляції, що може спричинити порушення теплового балансу. Інтенсивне потовиділення в умовах високої температури, особливо при фізичному навантаженні, призводить до втрати з організму хлоридів, зокрема хлористого натрію — речовини, що забезпечує утримання води в крові. Втрата солей може спричинити зниження кислотності шлункового соку та розвиток розладів з боку шлунково-кишкового тракту.

Щоб зменшити негативний тепловий вплив на персонал, конструктивні елементи виробничих приміщень, такі як стіни та колони, повинні бути обладнані теплоізоляцією. Над нагрівальними пристроями доцільно встановлювати витяжні зонти з підключенням до вентиляційної системи. Для екранування теплового випромінювання з боків електропечей встановлюють захисні щити з металу та азбесту або водозрошувані сітки. Додатковим засобом захисту персоналу є використання спеціального теплозахисного одягу, який запобігає впливу інтенсивного випромінювання і знижує ризик термічних уражень.

4.5 Правила технічної експлуатації скидального транпортеру

Технологічний персонал зобов’язаний забезпечувати експлуатацію конвеєра відповідно до встановлених технічних параметрів, не допускаючи потрапляння на його робочу поверхню обрізків, маса та довжина яких перевищують допустимі значення, зазначені в технічній документації. Також необхідно запобігати потраплянню дрібних обрізків у зону

приводного ланцюга та зірочок, що може призвести до порушень у роботі механізму.

Режим реверсу конвеєра слід застосовувати виключно у разі виникнення аварійної ситуації.

Перед запуском конвеєра необхідно перевірити готовність приймального короба, призначеного для збору обрізків, що скидаються з конвеєра.

Запуск конвеєра за наявності навантаження на ходовій частині призводить до зростання інерційних навантажень, що, у свою чергу, викликає підвищене навантаження на тягові ланцюги та привод. Тому не рекомендується зупиняти повністю навантажений конвеєр без нагальної потреби. Після запуску приводу конвеєр повинен продовжити роботу щонайменше 1–2 хвилини, щоб забезпечити повне вивантаження матеріалу перед його зупинкою.

4.6 Розрахунок циркуляції повітря в обтискому цеху

Розрахунок аерації в обтискному цеху необхідний для забезпечення задовільної температурі повітря у робочій зоні. Розрахунок проводится для насприятливого режиму роботи , що відповідає відсутності вітру у теплий період року.

Вихідними даними є: кількість надлишкового тепла, виділюваного в цеху $W_{над}$ = 12000 кДж/с; кількість питомих надлишкових теплових виділень W0 = 150 Дж/с; відстань між центрами проточних і витяжних отворів H = 21 м; висота від рівня підлоги до площини робочої зони $h_{рз}$ = 1,5 м; температура припливного повітря $t_{пр}$ = 27°C; надлишкова температура повітря в робочій зоні $\Delta t_{рз}$ = 5°C.

$$t_{yx} = \frac{\pi \cdot W_0^{2/9} \cdot \Delta t_{рз}^{2/3} \cdot h_{рз}^{2/3}}{H^{1/9}} + t_{пр} = \frac{3{,}14 \cdot 150^{2/9} \cdot 5^{2/3} \cdot 1{,}5^{2/3}}{21^{1/9}} + 27 = 48℃ \quad (4.1)$$

Кількість приливного повітря, необхідного для асиміляції надлишків тепла

$$G = \frac{W_{над}}{0{,}24 \cdot (t_{yx} - t_{пр})} = \frac{12000}{0{,}24 \cdot (48-27)} = 23800\ Н/с \quad (4.2)$$

Розподіляємо повітреобмін між проточними отворами

$G_3 = G_1$; $G_3 + G_1 = 23800\ Н$

$G_2 = G_2^{/}$

Де G_1, G_3 — маси повітря, що проходять через проточні отвори;

G_2, $G_2^{/}$ — маси повітря, що проходять через витяжні отвори.

Середня температура цеху

$$t_{ср} = \frac{t_{yx} + t_{пр}}{2} = \frac{48+27}{2} = 37{,}5\ ℃ \quad (4.3)$$

Середня щільність повітря у цеху

$$\gamma_{ср} = 11{,}404\ \frac{Н}{м^3} \quad (4.4)$$

Визначаємо площу отворів при відсутності вітру:

Розраховаваний тиск:

$$\Delta p_т = Н \cdot (\gamma_{пр} - \gamma_{yx}) = 21 \cdot (11{,}97 - 11{,}05) = 19{,}32\ Н/м^3 \quad (4.5)$$

Де $\gamma_{yx} = 11{,}05$ Н/м^3 — щільність повітря, що видаляється;

$\gamma_{yx} = 11{,}97$ Н/м^3 — щільність припливного повітря.

Приймаючі різниці тисків на рівні нижніх отворів однакової, маємо:

$$\Delta p_1 = \Delta p_2 = \frac{\Delta p_т}{2} = \frac{19{,}32}{2} = 9{,}66\ Н/м^3 \quad (4.6)$$

Виходячи, що $G_1 = G_2$; $G_2 = G_2^{/}$, знаходимо площі проточних і витяжних отворів

$$F_1 = F_3 = \frac{G_1}{0{,}64 \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta p_1 \cdot \gamma_{\text{пр}}}} = \frac{11900}{0{,}64 \cdot \sqrt{2 \cdot 9{,}66 \cdot 11{,}97}} = 1222\text{м}^2 \quad (4.7)$$

Де G_1 = 11900 Н/с — кількість повітря, що проходить через протяжний отвір;

Δp_1 — різниця тисків на рівнях, Н/м^2

Підставивши дані одержимо:

$$F_2 = \frac{G_1}{0{,}64 \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta p_1 \cdot \gamma_{yx}}} = \frac{11900}{0{,}64 \cdot \sqrt{2 \cdot 9{,}66 \cdot 11{,}05}} = 1272\text{м}^2 \quad (4.8)$$

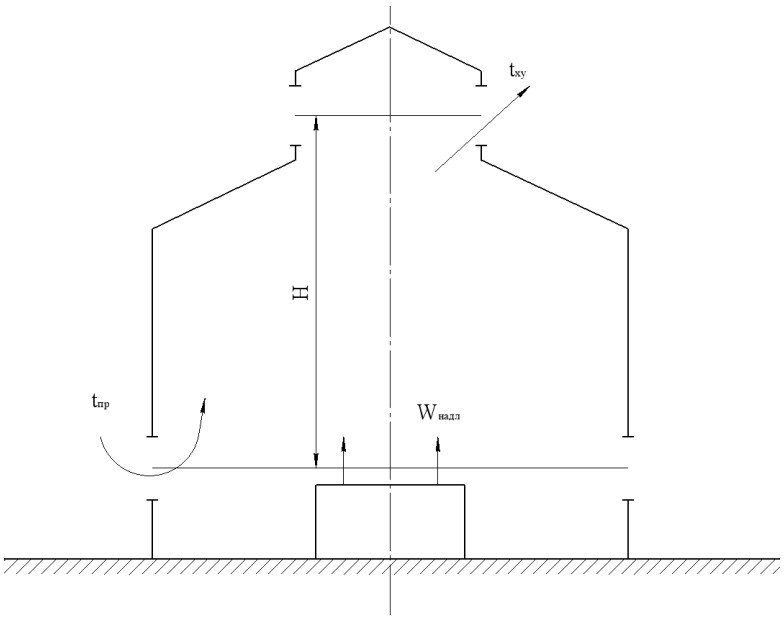


Рисунок 4.1 — Схема аерації прольоту обтискного цеху

За результатами розрахунків видно, що для забезпечення прийнятної температури повітря в робочій зоні необхідно щоб площа проточних аераційних прорізів становила мінімум 1222 м^2 , а площа витяжних аераційних прорізів була мінімум 1272 м^2 .

Висновки

Ознайомлення з технологією й устаткуванням обтискного цеху металургійного комбінату «Запоріжсталь» показало, що одним із основних «вузьких місць» цеху є ширина пластинчатого настилу скидального транспортеру.

У кваліфікаційній роботі описано процес прибирання окалини в скрапу з під приймального рольганга і с робочих клітей прокатного стану.

Недоліком існуючої конструкції скидального транспортера є недостатня ширина пластинчатого настилу скидального транспортеру. Окалина і скрап спадають з ковеєрної смуги, що призводить до втрати деякої кількості вантажу у процесі експлуатації обладнання.

Пропонується провести модернізацію конуструкції скидального транспортера, шляхом збільшення ширини настилу конвеєра. Удосконалення дозволить збільшити площу переміщення скрапу і окилни по конвеєрній трасі. Наслідком цього є суттєве зменшення втрат продукції у процесі експлуатації.

Проведено розрахунки на міцність і на витривалість найбільш навантажених деталей і вузлів скидального транспортера.

Отримані результати можуть знайти застосування не лише на підприємстві «Запоріжсталь», а й на інших об’єктах чорної так кольорової металургії.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. https://metinvestholding.com

2. https://iz.com.ua

3. https://ldaily.ua

4. https://delo.ua

5. https://gmk.center/

6. В. С. Бондарєв, О. І. Дубинець, М. П. Колісник, С. В. Бондарєв, Ю. П. Горбатенко, В. Я. Барабанов Розрахунки підіймальних і транспортувальних машин. Підручник для студентів вищих навчальних закладів. - Київ.: Вища школа, 2009, 736с.

7. Кузьмин А.В., Марон Ф.Л. Довідник по розрахункам механизмів подйомно транспортних машин. - Мн.: Вища школа, 1983 – 350с.

8. Ю.П. Калініченко, А.А. Хіноцька Транспортувільні машини і комплекси металургійних заводів – Кривий Ріг.: Бібліограф, 2014 – 266с.

9. Ю.П. Калініченко, А.А. Хіноцька Конструкція і розрахунок транспортувальних машин основних цехів металургійних заводів – Кривий Ріг.: Бібліограф, 2013 – 226с.

10. Баришев А.І., Будишевський В.А Розрахунок і проектування транспортних засобів безпреривної дії – Науковий посібник для вищих навчальних закладів, – Донецьк, 2005 – 689с.

11. Охорона праці / За ред. В.Кучерявого. – Львів: Оріяна-Нова, 2007. – 368с.

12. Закон України «Про охорону праці». - Київ.: Основа, 2003. - 56 с.

13. Гогіташеілі Г. Г. Управління охороною праці на підприємстві. — Л.: Львів, політехн. ін-т, 1991. — 38 с.

14. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності чинників виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу / МОЗ України. — К., 1998. — 34 с.

ДОДАТКИ

СПИСОК ГРАФІЧНОГО МАТЕРІАЛУ

№ п/п	Найменування	Кількість листів	Формат
1	Креслення загального виду	1	А1
2	Складальні креслення	2	А1
3	Деталювання	1	А1
4	Специфікації	5	А4

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
				Документація		
А1				Складальне креслення	1	
				Складальні одиниці		
А1		1		Секція натяжна	1	
А3		2		Полотно	1	
БК		3		Рама зварна	12	
А1		4		Секція приводна	1	
				Стандартні вироби		
		5		Швелер 12 ГОСТ 8240–89		

Підп. і дата | Інв. N дубл. | Замість інв.N | Підп. і дата | Інв.N

Змн.	Лист	N Докум.	Підп.	Дата		
Розроб.		Трирог			Транспортер скидальний	Лит. / Лист 1 / Листов 1
Перевір.		Шевченко				ІНН ЗНУ група 6.1332–с
Т. контр.						
Н. контр.						
Затв.						

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				Документація		
				.		
А1				Складальне креслення	1	
				Складальні одиниці		
БК		1		Рама зварна	1	
БК		2		Вал у зборі	1	
				Стандартні вироби		
		3		Муфта МЗ 19000		
				ГОСТ 5006-83	1	
		4		Редуктор 1Ц2У-250	1	
		5		Муфта МУВП 500		
				ГОСТ 21424-75	1	
		6		Електродвигун		
				4АР200L6У3	1	
		7		Болт М30х100		
				ГОСТ 7798-70	4	
		8		Болт М24х75		
				ГОСТ 7798-70	4	

Підп. і дата | Інв.N дубл. | Взаєм. інв.N | Підп. і дата | Інв.N

Змін.	Лист	N докум.	Підп.	Дата
Розроб.		Трирог		
Перевір.		Шевченко		
Т. контр.				
Н. контр.				
Затв.				

Секція приводна

Літ.	Лист	Листов
	1	2

ІНН ЗНУ
група 6.1332-с

Формат А4 ГОСТ 2.108-68

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
		9		Болт М16х65		
				ГОСТ 7798–70	4	
		10		Гайка М30 ГОСТ 5929–70	4	
		11		Гайка М24 ГОСТ 5929–70	4	
		12		Гайка М16 ГОСТ 5929–70	4	
		13		Шайба 30 ГОСТ 6957–70	8	
		14		Шайба 24 ГОСТ 6957–70	8	
		15		Шайба 16 ГОСТ 6957–70	8	
		16		Шайба 30 ГОСТ 6402–70	4	
		17		Шайба 24 ГОСТ 6402–70	4	
		18		Шайба 16 ГОСТ 6402–70	4	
		19		Рим болт М16		
				ГОСТ 4751–73	2	
		20		Шпонка 28х16х115		
				ГОСТ 8788–68	2	

Інв.N | Підп. и дата | Заміст. інв.N | Інв. N дубл. | Підп. и дата

Змн.	Лист	N Докум.	Підп.	Дата	Лист 2

Формат А4 ГОСТ 2.109–68

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
				Документація		
А1				Складальне креслення	1	
				Складальні одиниці		
БК		1		Рама зварна	1	
БК		2		Вал в зборі	1	
БК		3		Направляюча нижня	2	
БК		4		Направляюча-верхня	2	
				Деталі		
БК		5		Шайба	2	
БК		6		Шайба	2	
БК		7		Пружина	2	
БК		8		Гайка	2	
БК		9		Гвинт натяжний	2	
БК		10		Втулка	2	

Підп. и дата | Інв.N дубл. | Взам.інв.N | Підп. и дата | Інв.N

Змін.	Лист	N докум.	Підп.	Дата
Розроб.		Трирог		
Перевір.		Шевченко		
Т. контр.				
Н. контр.				
Затв.				

Секція натяжна

Літ.	Лист	Листов
	1	2

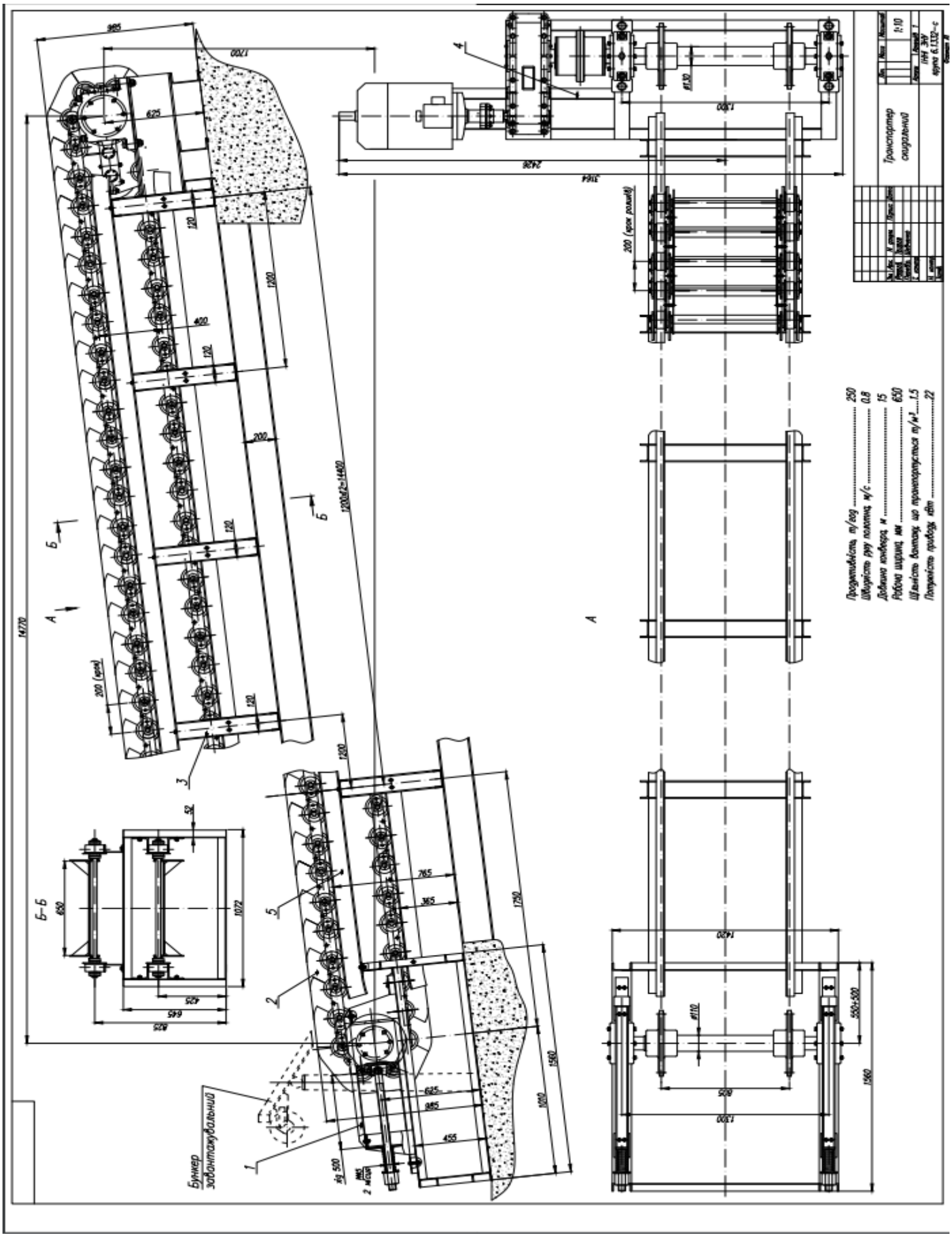
ІНН ЗНУ
група 6.1332–с

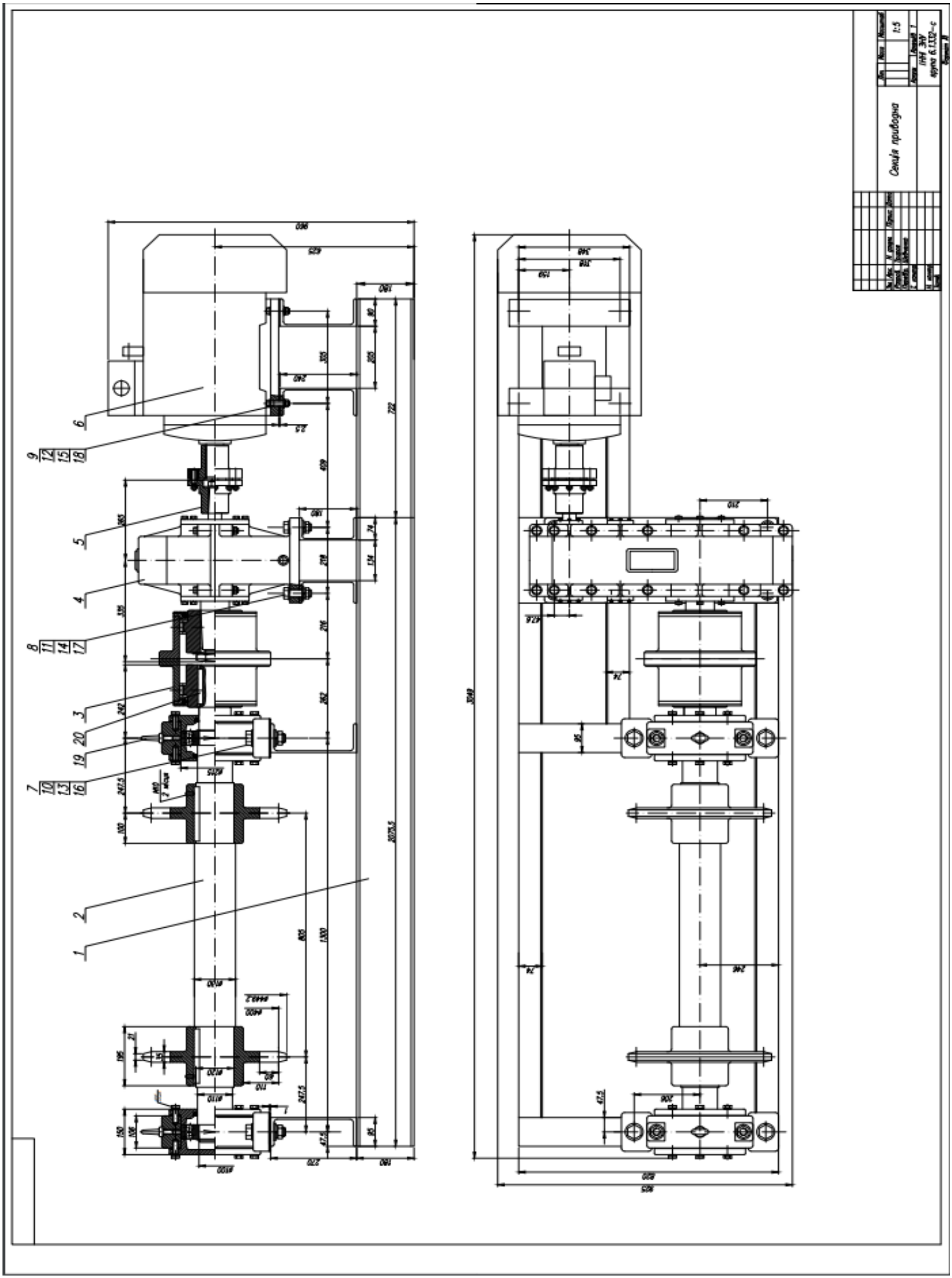
Формат А4 ГОСТ 2.108–68

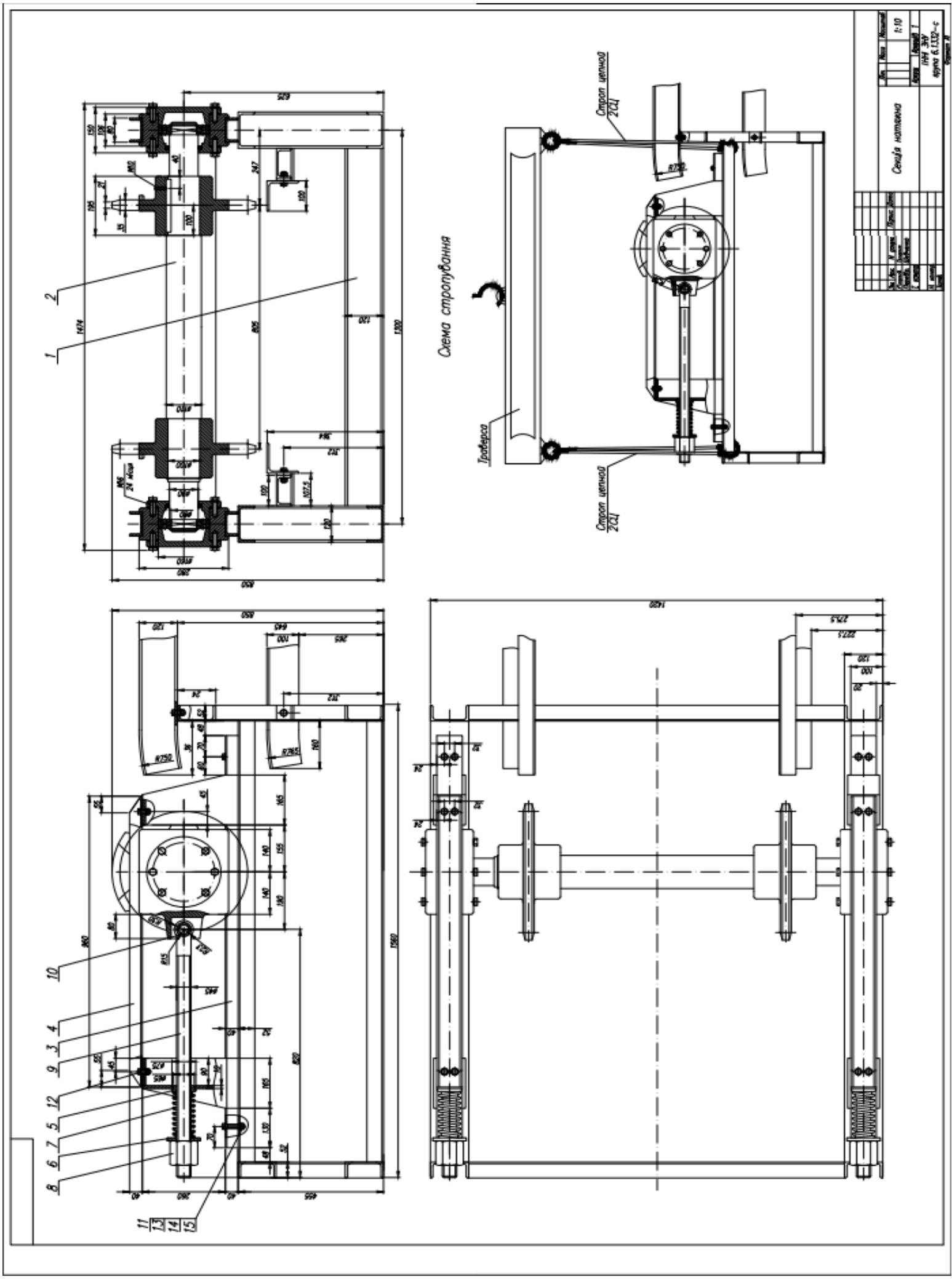
Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.к.	Примітка
				Стандартні вироби		
		11		Болт М12х65		
				ГОСТ 7798–70	8	
		12		Болт М12х35		
				ГОСТ 7798–70	8	
		13		Шайба 12 ГОСТ 6957–70	32	
		14		Шайба 12 ГОСТ 6402–70	16	
		15		Гайка М12 ГОСТ 5929–70	16	

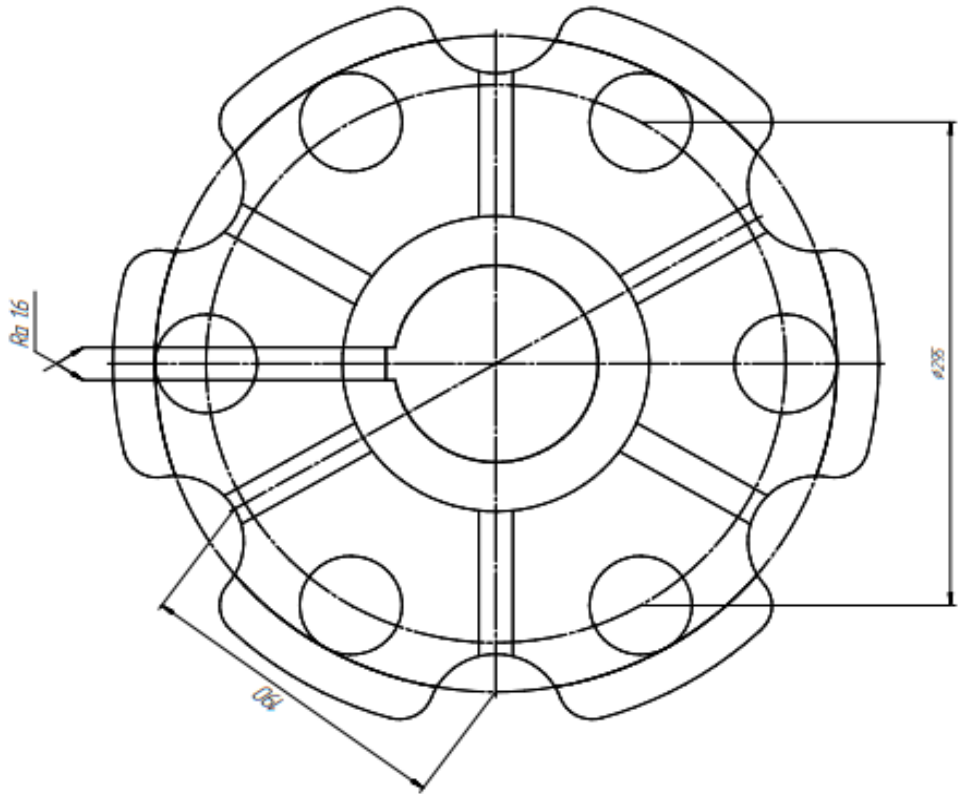
Інв.N | Підп. і дата | Взам.інв.N | Інв.N дубл. | Підп. і дата

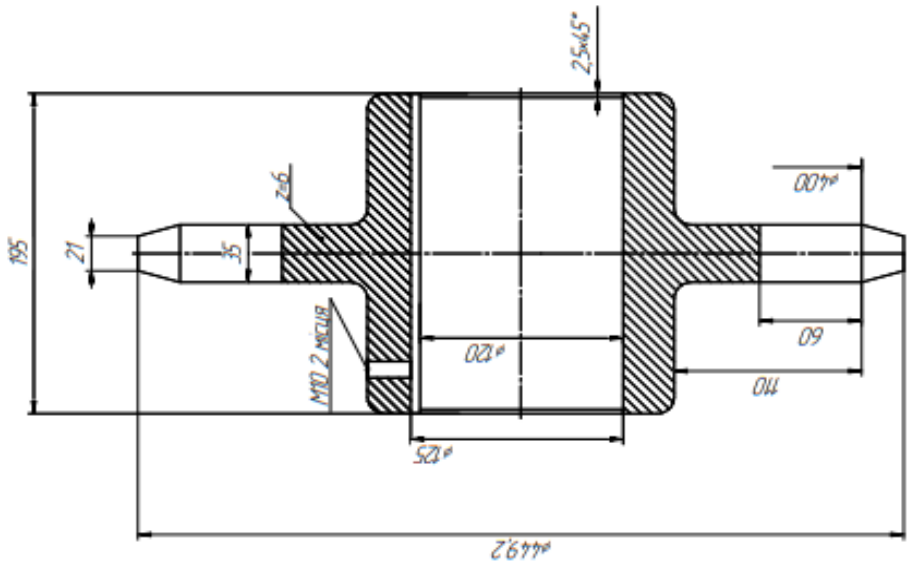
Змін.	Лист	N докум.	Підп.	Дата	Лист 2


Транспортер спіральний
Бункер зовнішній
Б–Б
А
Б
Продуктивність т/год 250
Швидкість руху полотна м/с 0,8
Довжина конвеєра м 15
Робоча ширина мм 650
Щільність вантажу що транспортується т/м³ 1,5
Потужність приводу кВт 22


Секція приводна
1:5


Схема строповання
Строп цепной 2СД
Траверса
Строп цепной 2СД
Секція натягача
1:10


Ra 16
ø205
ø64


2,5x45°
195
21
35
Z=6
M10 2 места
ø120
ø125
ø44,92
ø40
60
110