

Міністерство освіти і науки України
Запорізький національний університет
(повне найменування вищого закладу)

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

кафедра металургійного обладнання
(повна назва кафедри)

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

На тему Модернізація барабанного змішувача агломераційної машини «К-2-50» в умовах агломераційного цеху ПАТ «Запоріжсталь»

Виконав: студент групи 6.1331-с

Поветкін А.А.

(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 Васильченко Т.О.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Запоріжжя – 2024 року

Запорізький національний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

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

Кафедра Металургійного обладнання

Рівень вищої освіти бакалавр

(перший (бакалаврський) рівень)

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

Спеціалізація _____

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма 133.00.12 Галузеве машинобудування

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедру А.О. Власов

_____” _____ 20__ року

Завдання

До випускної кваліфікаційної роботи бакалавра

Повсткіна Антона Андрійовича

1. Тема кваліфікаційної роботи: Модернізація барабанного змішувача агломераційної машини «К-2-50» в умовах агломераційного цеху ПАТ «Запоріжсталь»

Керівник кваліфікаційної роботи ст.викладач Ph.D. Шевченко І.А.

Затверджені наказом вищого навчального закладу від ”26” грудня 2023 року №2215-с

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 14 червня 2024 року.

3. Вихідні дані кваліфікаційної роботи техніко-економічні показники роботи агломераційного цеху

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які розробити): 1. Загальна частина; 2. Спеціальна частина; 3. Експлуатаційна частина; 4. Охорона праці та техногенна безпека. Загальні висновки та рекомендації

5. Перелік графічного матеріалу (з точним значенням обов’язкових креслень): 1. Змішувальний барабан – 2А1; 2. Змішувальний барабан – 2А1; 3. Привід змішувального барабана – 1А1; 4. Встановлення змішувального барабану – 1А1.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної 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 етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи | Примітки |
|-------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------|
| 1 | Збір матеріалу на проектування | 13.05.2024- 20.05.2024 | |
| 2 | Групування та аналіз зібраного матеріалу. Уточнення завдань проектування | 21.05. 2024- 27.05. 2024 | |
| 3 | Виконання теоретичної частини проекту | 26.05. 2024- 29.05.2024 | |
| 4 | Виконання графічної частини проекту | 30.052024- 05.06. 2024 | |
| 5 | Написання та оформлення пояснювальної записки | 06.06. 2024- 10.06. 2024 | |
| 6 | Перевірка проекту консультантами | 11.06. 2024- 13.06.2024 | |
| 7 | Попередній захист проекту | 14.062024 | |
| 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

Поветкін А. А. Модернізація барабанного змішувача агломераційної машини «К-2-50» в умовах агломераційного 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, 2024.

Запропоновано вдосконалення роботи барабанного змішувача шляхом заміни відкритої зубчастої передачі на привідні гумовані котки. Виконані розрахунки необхідні для впровадження модернізації.

Ключові слова: барабанний змішувач, агломераційна фабрика, агломерат, шихта, змішування, тарілчасті пружини.

ABSTRACTS

Povetkin A. A. Modernization of the drum mixer of the sintering machine "K-2-50" in the conditions of the sinter shop of PJSC "Zaporizhstal"

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, 2024.

The paper proposes to improve the operation of the drum mixer by replacing the open gearing with driven rubberized rollers. The calculations performed are necessary for the implementation of modernization.

Keywords: drum mixer, sinter plant, sinter, charge, mixing, plate springs.

ЗМІСТ

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Вступ | 7 |
| 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА | 8 |
| 1.1 Коротка характеристика підприємства ПАТ «Запоріжсталь» | 8 |
| 1.2 Опис технологічного процесу агломераційного цеха підготовки шихти | 11 |
| 1.3 Механічне обладнання агломераційного цеха | 14 |
| 1.4 Місце змішувальних процесів | 18 |
| 1.5 Огляд та аналіз барабанних змішувачів | 21 |
| 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА | 28 |
| 2.1 Огляд конструкції барабанного змішувача | 28 |
| 2.2 Технологічна характеристика агломераційної машини «К-2-50» | 30 |
| 2.1.2 Розрахунок потужності привода конвеєра агломераційної Машини | 31 |
| 2.1.3 Розрахунок потужності привода барабанного змішувача | 37 |
| 2.1.4 Розрахунок тарілчастих пружин | 44 |
| 3 МОНТАЖ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ | 55 |
| 3.1 Монтаж барабанного змішувача | 55 |
| 3.2 Вибір і розрахунок стропів | 56 |
| 3.3 Мазило редуктора привода барабанного змішувача | 61 |
| 3.4 Розрахунок болтів | 64 |
| 4 ОХОРОНА ПРАЦІ | 67 |
| 4.1 Кардинальні правила охорони праці в промисловій безпеці ПАТ «Запоріжсталь» | 67 |
| 4.2 Безпека праці в агломераційному виробництві | 69 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3 Характеристика виробництва агломерату з точки зору шкідливих та небезпечних факторів | 70 |
| 4.4 Безпека при роботі з шихтовими матеріалами | 74 |
| 4.4.1 Небезпека при обслуговуванні приймальних і шихтових бункерів | 74 |
| 4.4.2 Безпека при експлуатації змішувальних барабанів та при транспортуванні матеріалів | 75 |
| 4.5 Умови праці дозувальника шихтового відділення | 78 |
| Висновки | 81 |
| Список використаних джерел | 82 |
| Додатки | 84 |

ВСТУП

Найважливішою галуззю промисловості України є чорна і кольорова металургія. Від рівня розвитку металургійної промисловості залежить розвиток інших галузей промисловості й зміцнення обороноздатності країни.

Питання удосконалення процесів та обладнання призначених для якісної підготовки шихтової металургійної суміші перед спіканням та випалом є актуальною сучасною задачею.

Вдосконалення змішувачів, як базисного устаткування для підготовки компонентів металургійної шихти, є дуже важливим, з точки зору підвищення ефективності процесів підготовки шихти перед спіканням та випалом.

На сьогоднішній період часу в діючих технологічних схемах підготовки металургійної шихти до агломерації й випалу застосовується велика кількість різних типів змішувачів безперервної дії, головною відмінністю яких є спосіб дії на шихтовий матеріал. Шихта в цих змішувачах, зазвичай, є сипкою гетерогенною масою, яка більшою мірою набуває пластичних властивостей з великими неоднорідними грудками, що потребують достатньої гомогенізації суміші. Однак змішувачі, які використовують для металургійних шихтових матеріалів потребують модернізації для забезпечення покращення ефективності роботи.

Пояснювальна записка до кваліфікаційної випускної роботи містить 83 сторінки тексту комп'ютерного набору, 21 рисуноків, 12 таблиць, 4 додатків. Бібліографічний список має 21 найменування літературних джерел.

Об'єкт проектування - барабанний змішувач агломераційної машини «К-2-50» в умовах агломераційного цеху ПАТ «Запоріжсталь».

Ціль роботи - вдосконалення роботи барабанного змішувача шляхом заміни відкритої зубчастої передачі на привідні гумовані котки.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Коротка характеристика підприємства ПАТ «Запоріжсталь»

Виробничі потужності «Запоріжсталь» [1. с. 80] складають:

- Агломераційний цех (6 агломашин),
- Доменний цех (4 доменні печі),
- Мартенівський цех (7 мартенівських печей і 1 двох ванний сталеплавильний агрегат),
- Цех підготовки складів,
- Обжимний цех,
- Цех гарячого прокату тонкого листа,
- Цех холодного прокату № 1,
- Цех холодного прокату № 3.

У агломераційному цеху комбінату виробляється основний залізорудний агломерат. Практично всі процеси виробництва автоматизовані.

Агломераційне
виробництво

Доменне
виробництво

Сталеплавільне
виробництво

6 млн т

3, 8 млн т

4 млн т



Аглофабрика
(6 агломашин)



Домений цех
(4 доменних печі)



Мартенівський цех

Прокатне виробництво

3,6 млн т

1 млн т



Обжимний цех,
цех горячої прокатки
тонкого листу



Цех холодної
прокатки №1, №3

Доменне виробництво щорічно виплавляє близько 3,8 млн. т чавуну/рік. Відмінною особливістю чавуну виробництва ПАТ «Запоріжсталь» є низький вміст у ньому сірки і фосфору.

Виробництво мартенівського цеху становить близько 4,0 млн. т сталі/рік. Мартенівські печі використовують природний газ. Сталь продувається киснем і аргоном. Виплавляється сталь розливається в злитки масою до 18,6 т, які використовуються для виробництва листового прокату.

Цех гарячого прокату тонкого листа виробляє гарячекатаний прокат в листах і рулонах товщиною від 2,0 до 8,0 мм. Цех гарячого прокату тонкого листа оснащений агрегатами для забезпечення постачання прокату в листах і рулонах. Безперервний тонколистовий стан «1680» максимальної виробничою потужністю 3,7 млн т. на рік призначений для виробництва гарячекатаних смуг товщиною 2,0-8,0 мм, шириною 860-1500 мм, масою рулону до 16 т. На трьох профілегибочних агрегатах виробляється більше 500 типорозмірів холодногнутих профілів з вуглецевих і низьколегованих марок сталі товщиною від 1,0 до 8,0 мм і з шириною розгортки профілю до 1440 мм.

Цех холодного прокату № 1 виробляє холоднокатаний плоский прокат товщиною від 0,5 до 2,0 мм, шириною від 850 до 1500 мм в листах завдовжки до 4000 мм і в рулонах масою до 16 т, а також холоднокатану стрічку товщиною від 0,2 до 2,0 мм.

У ЦХП № 1 на безперервному чотирьохкільтовому стані «1680», двох однокільтових реверсивних станах «1680» і «1200» і двох безперервних вузькосмугових чотирьохкільтових станах, двадцятивалковому стані «1700» і двох безперервних вузькосмугових чотирьохкільтових станах «450» і «650» виробляється холоднокатаний прокат з вуглецевої і низьколегованої сталі. Цех оснащений засобами для дресирування, поперечного різання і подовжнього розпуску, що забезпечують поставку холоднокатаного

прокату товщиною від 0,2 до 2,0 мм, шириною від 10 до 1500 мм і довжиною листа до 3950 мм, а також рулонів масою до 15 т.

Цех холодного прокату № 3 на стані «2800» виробляє холоднокатаний лист товщиною від 1,5 до 5,0 мм, шириною 1000-2300 мм і довжиною до 3500 мм з вуглецевих марок сталі. У складі цеху мається спеціалізоване відділення з виробництва шліфованих і полірованих листів і рулонів. Максимальна виробнича потужність по гарячекатаному прокату – до 3,6 млн. т, по холоднокатаному прокату – 1 млн. т, по холодногнутих профілів – до 500 тис. т.

1.2 Опис технологічного процесу агломераційного цеха підготовки шихти

Для отримання окускованого продукту високої якості з дрібних пилових руд і концентратів, а також добавок відходів металургійного виробництва та флюсів, на ВАТ «Запоріжсталь» передбачається наступний цикл операцій:

- прийом, розвантаження, складування і усереднення сировинних матеріалів;
- попередня механічна і теплотехнічна підготовка сировинних матеріалів, що надходять на агломерацію, яка полягає в дробленні і сортуванні твердого палива, подрібненні, сортуванні і випалюванні флюсів - звичайного і доломітизованого вапняків;
- дозування компонентів шихти (або сумішей компонентів) згідно з розрахунком шихти на заданий хімічний склад агломерату;
- змішування, зволоження і огрудкування шихти з попереднім підігрівом перед завантаженням, шляхом введення в її склад гарячого повернення і обпаленої вапна;
- завантаження шихти на палети агломераційної машини;

- запалювання шихти газовими сурмами; – відсмоктування продуктів згоряння ексгаустерів;
- розвантаження і механічна обробка агломерату з попередніми дробленням, грохоченням і виділенням повернення;
- транспортування готового агломерату в доменний цех залізничним транспортом в хоперах;
- випробування і контроль якості агломерату: міцності і хімічного складу безпосередньо на аглофабриці та в доменному цеху. На сучасну агломераційну фабрику для приготування шихти поступають: рудні компоненти, колошниковий пил і паливо (рис. 1.1).

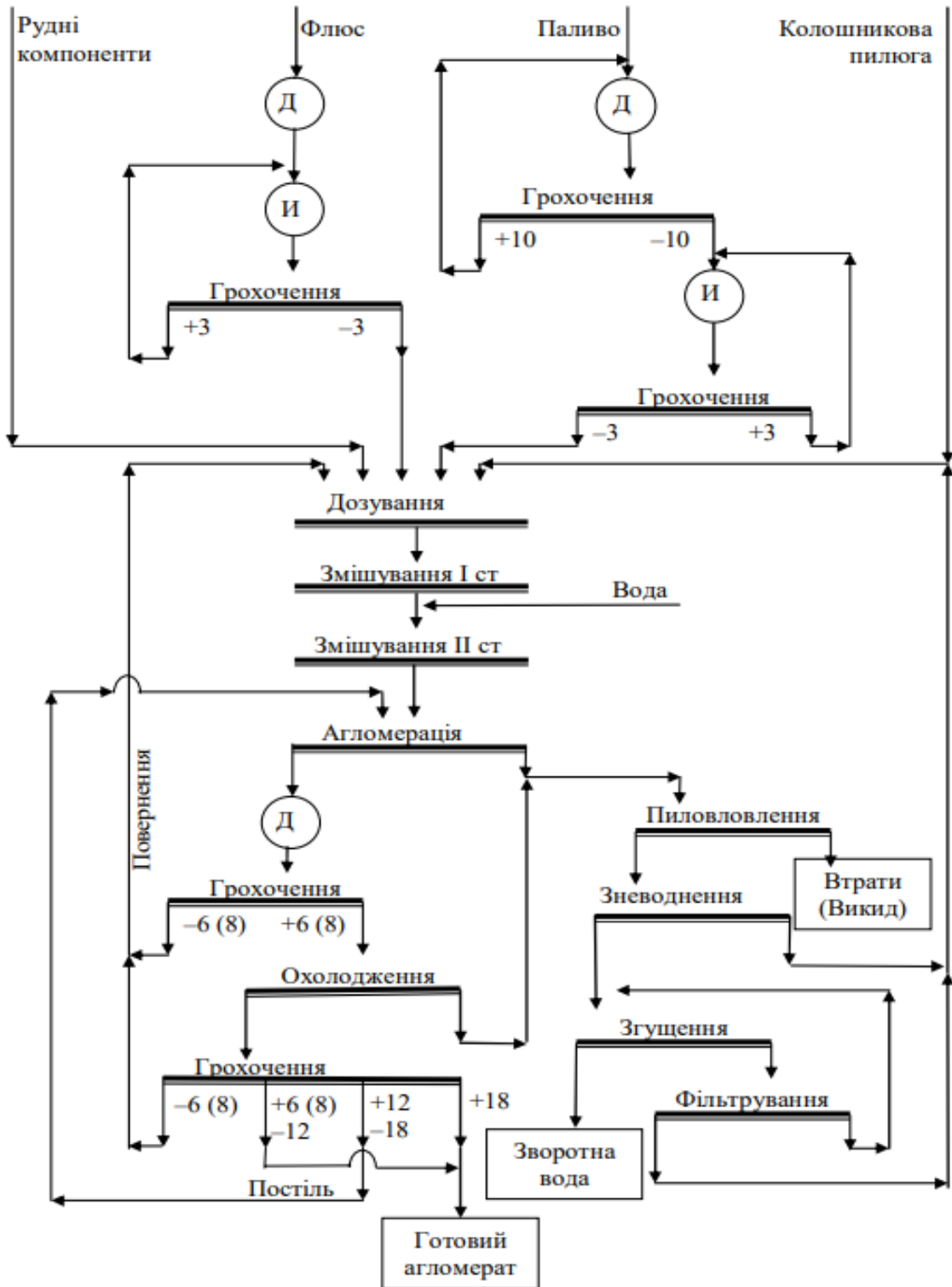


Рисунок 1.1 – Технологічна схема виробництва агломерату

При виробництві офлюсованого агломерату поступає додатково флюс у вигляді вапняку, доломіту або магнезиту. Часто рудні компоненти і шихта мають необхідну крупність. Паливо і флюс мають завищену

крупність, а тому для їх підготовки до необхідної крупності застосовують операції дроблення, грохочення і подрібнення. Підготовлені компоненти до необхідної крупності поступають в спеціальні бункери - силоси, звідки дозуються в заданому співвідношенні для приготування шихти. Змішення відбувається залежно від крупності компонентів в одну або дві ступені. Після чого отримана шихта направляється на агломерацію.

Готовий агломерат піддається дробленню і грохоченню. Гаряче повернення застосовують для інтенсифікації процесу (підігріву шихти) і направляють в операцію змішення. Готовий же за крупністю агломерат охолоджують, повторно класифікують, де з нього виділяється постіль, що направляється на агломерацію, і новоутворений дріб'язок. Готовий за крупністю і охолоджений агломерат направляють на склад готової продукції, або безпосередньо в металургійний цех на плавку.

1.3 Механічне обладнання агломераційного цеха

Агломераційна фабрика призначена для підготовки сировини для доменної плавки і оснащена комплексом машин і агрегатів, які створюють безперервний технологічний процес.

До складу аглофабрики входять такі відділення і дільниці :

- відділення приймальних бункерів;
- корпус дробіння палива;
- шихтові бункера для дрібної фракції концентрату і коксу;
- корпус агломерації 8 з агломераційними машинами;
- відділення приймальних бункерів коксу;
- приймальне відділення колошникового пилу;
- ділянка приймальних воронко вапняку;
- відділення дрібнення вапняку;

- Подавання агломерату від агломашин до доменних печей здійснюється вагонами;

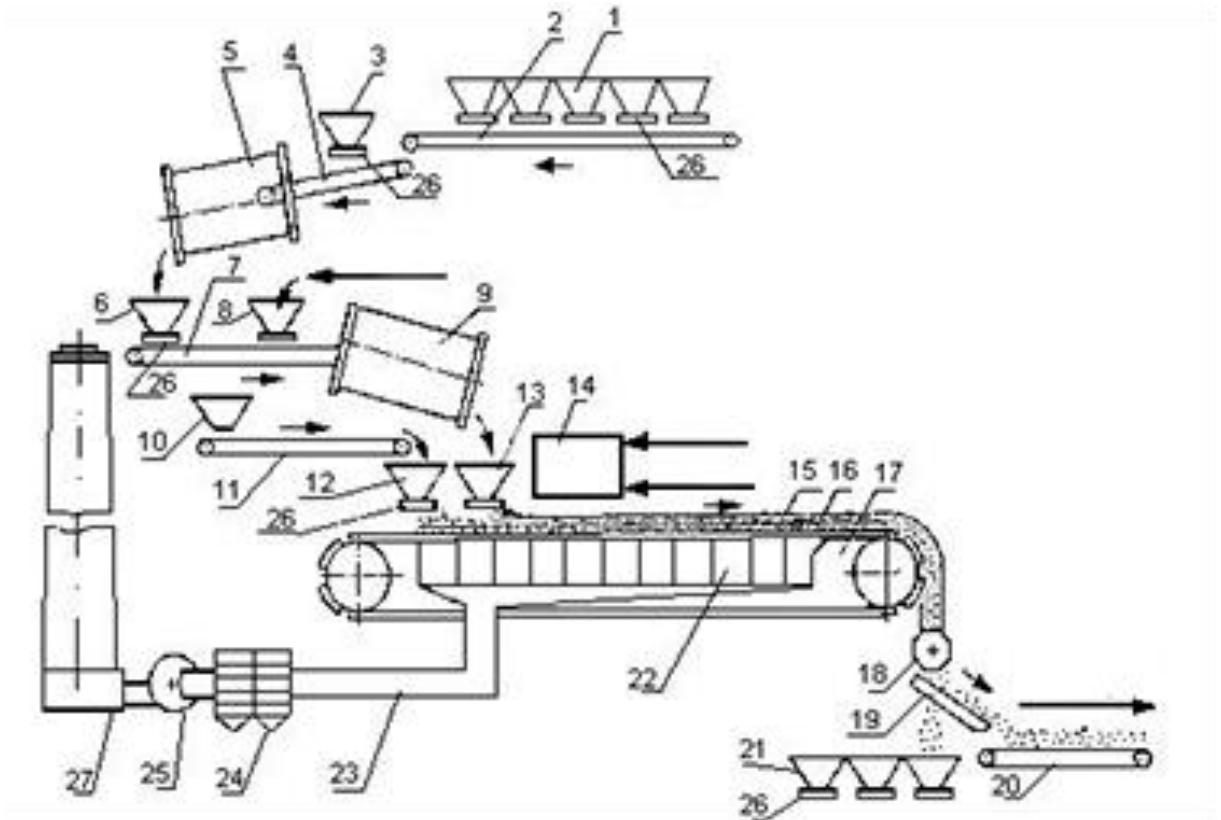


Рис. 1.4 - Схема розташування обладнання агломераційного цеху

Схема розташування обладнання агломераційного цеху зображені на (Рис. 1.4)

Залізницею 1 в корпус приймальних бункерів руди прибуває трансферкар з рудою $Q = 65$ т, де її розвантажують. Із приймальних бункерів руду подають на стрічкові конвеєри 2, 3 за допомогою електровібраційного живильника 4. Конвеєрами 5, 6, 7, 8 руда подається до корпусу шихтових бункерів і завантажується в бункера. Залізницею в корпус приймальних бункерів коксу надходять трансферкарі з коксом. З приймальних бункерів кокс подається на стрічкові конвеєри 9,10 за допомогою електровібраційного живильника 11. А потім конвеєрами 12, 13, 14, 15

завантажують в бункера зберігання в корпусі дроблення коксу. З бункерів стрічковим конвеєром 16 кокс надходить на чотирьохвалкову дробарку 17 та інерційну дробарку 18.

Подріблений кокс подають стрічковими конвеєрами 19,20 в приймальні бункери корпусу шихтових бункерів.

В корпус приймальних бункерів колошникового пилу надходять вагони з колошниковим пилом, де його розвантажують в бункери. З приймальних бункерів колошниковий пил подається на стрічковий конвеєр 21 за допомогою тарілчастого живильника 22 і конвеєрами 23, 24, 25 транспортується в бункера корпусу шихтових бункерів.

Вапняк з приймальних воронки корпусу приймальних бункерів вапняку подається на стрічковий конвеєр 26 через барабанний охолоджувач 27.

З барабанного охолоджувача конвеєром завантажується в перевантажувальні бункери в корпусі подрібнення вапняку, потім конвеєрами подається в перевантажувальні бункера, із яких допомогою електровібраційних живильників подається на грохот.

Дрібна фракція (до 3 мм) перевантажується на стрічковий конвеєр і подається в бункера корпусу шихтових бункерів. Крупна фракція вапняку їх грохотів перевантажується на стрічковий конвеєр 40 рухається на конвеєрах і надходить до перевантажувальних бункерів за допомогою стрічкового живильника завантажується елеватор, звідки вапняк подається в випалювальну машину, а потім на конвеєр, де змішується з іншими компонентами шихти (руда, колошниковий пил, кокс, дрібний вапняк), які надходять сюди із приймальних бункерів корпусу шихтових бункерів за електровіброживильника і стрічкового живильника.

З конвеєра компоненти шихти рухаються по конвеєрах і подаються в приймальні бункери в корпусі агломерації за допомогою

електровібраційних живильників. Із бункерів шихта подається в змішувальний барабан. В змішувальних барабанах змішуються компоненти шихти з додаванням вологи. Перемішана шихта за допомогою барабанних живильників подається на аглострічку, вкладаються на безперервно рухомі спікальні візки, на яких надходить під запалювальні горни, які запалюють кокс в шихті і в наслідок безперервного просмокування через шар шихти повітря ексаустером, відбувається її спікання. Ексаустером створене розрядження під робочою віткою машини в вакумкамері, що забезпечує видалення в атмосферу через димову трубу газових продуктів згорання палива. На ділянці газового колектора між машиною і ексаустером продукти горіння очищуються в газоочисному устрої, від пилу і часток шихти агломерата.

Готовий агломерат поступає на стаціонарні грохоти. Агломерат, необхідної для доменного процесу фракції, попадає на перекидні жолоба, за допомогою яких завантажуються в вагони і транспортується в доменний цех.

Дрібна фракція за допомогою електровібраційних живильників знаходить до барабанних охолоджувачів діаметром 2000 мм, з яких поступає на конвеєри і за допомогою конвеєрів попадає в бункера повороту корпусу шихтових бункерів. Пил, що створився від спікання агломерату, через пилеві конусні затвори подається на стрічкові конвеєри, а потім в бункера повороту корпусу шихтових бункерів.

В бункери вапняк надходить із приймальних воронки корпусу приймальних бункерів вапняку. Із бункерів вапняк видається певних співвідношеннях віброживильником на стрічковий конвеєр і в молоткову дробарку, де підлягає подрібненню. Подріблений вапняк знаходить на приймальний конвеєр і конвеєром направляється до приймального бункеру відділення розсіву і сортування. Віброживильником вапно подають на грохот де здійснюється розсіву дрібна фракція конвеєрами направляється в

бункери змішувального відділення, а крупна фракція всипається на конвеєр, де 30-35% f об'єму конвеєром відправляють на відпал в відділення спікання вапняку, решта повертається конвеєром в бункери для повторного дрібнення.

1.4 Місце змішувальних процесів

Змішування компонентів агломераційної шихти - це останній етап процесу її усереднення, який починається на шихтових складах і триває весь час дозування компонентів із шихтових бункерів. Ніякий найідеальніший змішувальний пристрій не забезпечить високий ступінь однорідності шихти та сталість її складу без попереднього усереднення або при нерівномірному дозуванні. І навпаки, навіть за досить високої однорідності сирих матеріалів і точному дозуванні тільки гарний змішувач може забезпечити рівномірність складу компонентів у пробі невеликої маси. Тому до конструкції змішувача пред'являють підвищені вимоги.

В агломераційному виробництві широко застосовують змішувальні барабани, які забезпечують досить високу продуктивність, що дозволяє використовувати для первинного змішування один змішувач на кожну агломераційну машину. Однак змішувальні барабани не забезпечують необхідної однорідності суміші. Коефіцієнт ефективності перемішування, обумовлений як відношення мінімального вмісту даного компонента в шихті до максимального, для різних компонентів становить у середньому 0,7.

На рис. 1.5 показане відділення первинного змішування в розрізі. Шихта надходить у корпус на збірний конвеєр 1 і через прийомну вирву 2 подається в барабанний змішувач 3. На аглофабриках НЛМЗ (1-я черга) і КГЗКа використовують змішувачі.

Змішана шихта вивантажується на стрічковий конвеєр 4, що транспортує її у відділення агломерації. Для скорочення пиловиділення завантажувальна та розвантажувальна вирви, а також конвеєри закриті кожухами, витяжними й пилоочисними пристроями.

Зусилля дослідників і конструкторів спрямовані на пошуки методів збільшення ступеня однорідності при змішуванні в барабанах, а також на створення нових способів змішування і змішувальних пристроїв.

Сучасна схема ланцюгу апаратів передбачає подачу двома збірними конвеєрами (по одному від кожної лінії бункерів корпусу дозувальних бункерів) дозовану моношихту (рисунок 1.6). Кожен з конвеєрів завантажує моношихту в змішувач інтенсивного змішування типу «EIRICH», що забезпечує її ретельне перемішування. Продуктивність змішувачів 1600 т/год, що відповідає потребі в моношихті на виробництво ~ 10 млн. т. агломерату з урахуванням коефіцієнту запасу $K=1,2$ (табл.1).

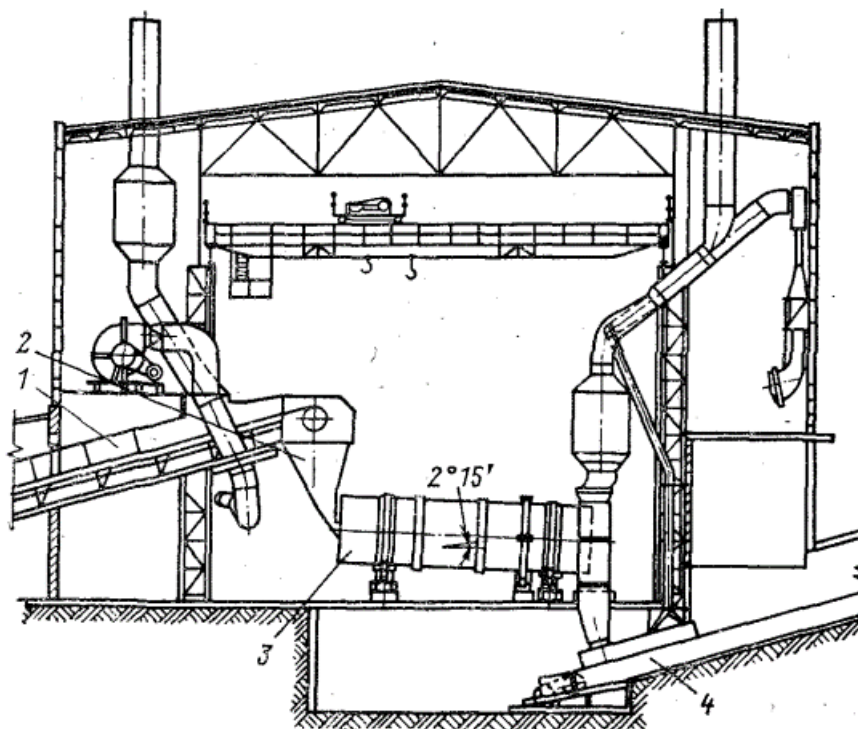


Рис. 1.5 – Відділення первинного змішування СБ 3,2×7,5, ЗСМЗ - СБ 3,2×8, НЛМЗ (2-а черга) і КарМК - СБ 3,2×12,5

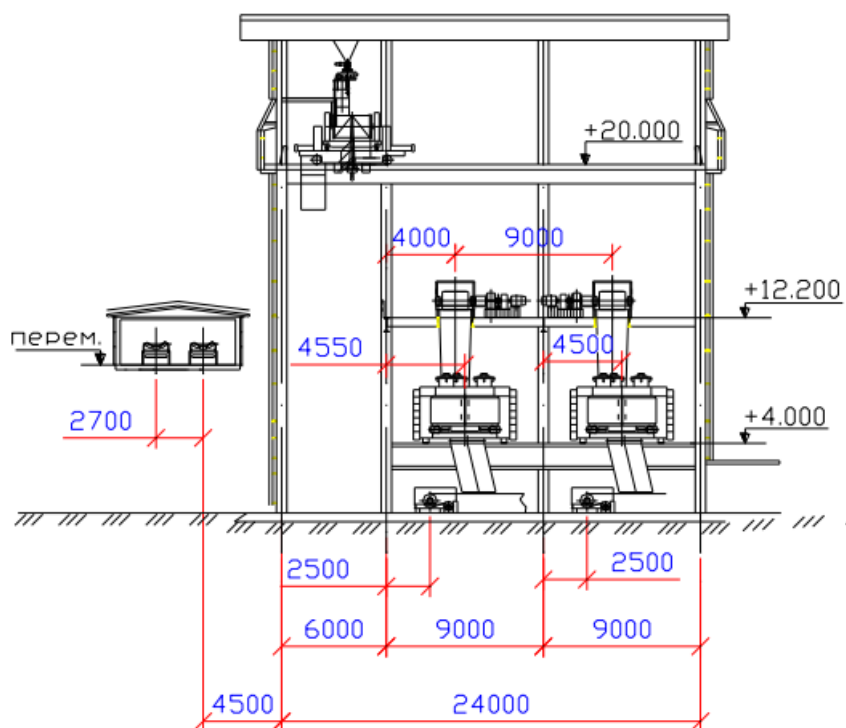


Рис. 1.6 – Корпус змішувачів інтенсивного змішування типу «EIRICH»

Таблиця 1 – Типова програма виробництва змішувачів фірми "Айріх типу" D

| Тип ¹⁾ | Місткість ²⁾ | | | Принцип дії ³⁾ | | Режим роботи | |
|-------------------|-------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|--------------|----------------|------------|
| | макс., кг | періодич., літрів | безперевн., літрів | норм. атмосфер. | під вакуумом | з охолодженням | з нагрівом |
| DZV29 | 6400 | 4000 | 3600 | + | - | + | + |
| DEV29 | 6400 | 4000 | 3600 | + | - | + | + |
| DW29/4 | 6400 | 4000 | 3600 | + | - | + | + |
| DW29/5 | 8000 | 5000 | 4500 | + | - | + | + |
| DW29/6 | 9600 | 6000 | 5400 | + | - | + | + |
| DZ31/5 | 8000 | 5000 | 4500 | + | - | + | + |
| DW31/7 | 11200 | 7000 | 6300 | + | - | + | + |

1.5 Огляд та аналіз барабаних змішувачів

Барабанні змішувачі безперервної дії (рис. 1.7) зазвичай виготовляють з циліндричним корпусом, який розташовують горизонтально або з невеликим кутом нахилу до горизонту (до 4°). До зовнішньої поверхні трубчастого корпусу (барабана) 1 жорстко прикріплюють два або більш бандажі 2 та 4, які спираються на опорні ролики 6 та 10. Барабан приводиться в обертання від електродвигуна 7 через редуктор 8 та зубчасту пару 9 та 3.

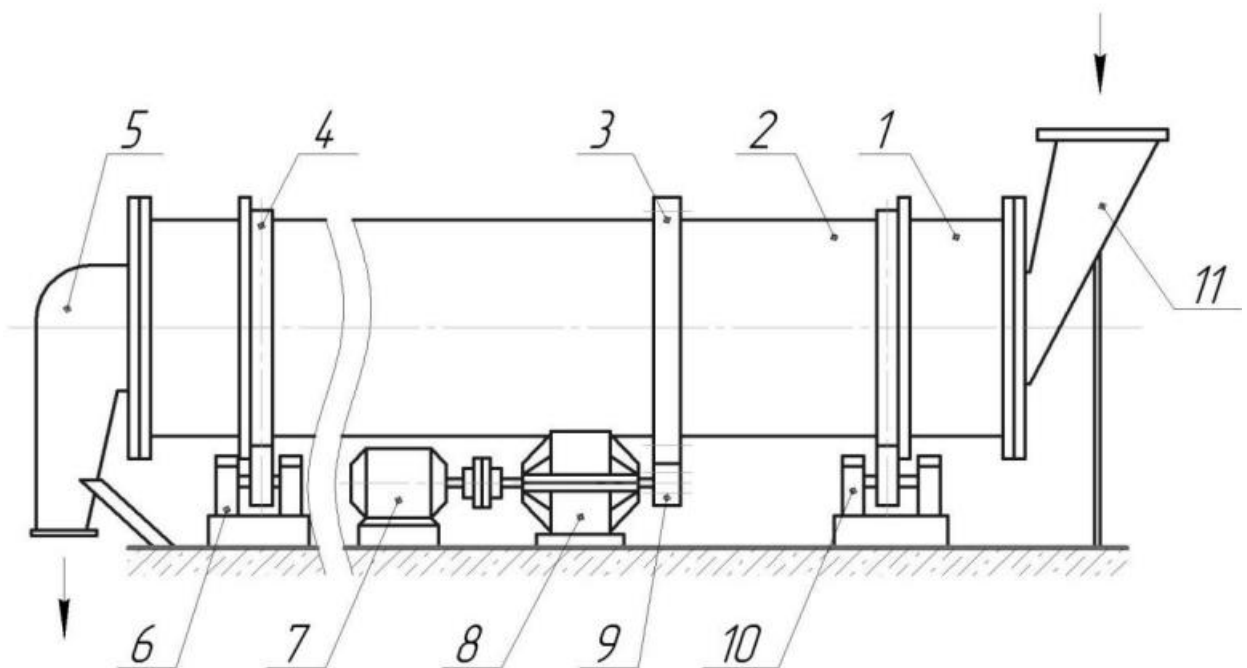


Рис. 1.7 – Принципова схема барабанного змішувача безперервної дії

Матеріал, що дозується живильниками, поступає в барабан по похилому патрубку 11. Готова суміш з барабана виходить з протилежного розвантажувального патрубка торця. Для підтримки необхідного рівня матеріалу в барабані в його розвантажувальному торці розміщено підпірне кільце. Матеріал, що просипається, через кільце потрапляє в розвантажувальну камеру 5. Для збільшення подовжнього змішування матеріалу в барабан іноді вмонтовують гвинтову насадку, що складається із спіральних стрічок, прикріплених до внутрішньої стінки барабана. У деяких

конструкціях барабанних змішувачів усередині корпусу, в його нижній частині, встановлюють лопатний вал або шнек, що обертається від самостійного приводу. Загалом безперервно діючі барабанні змішувачі знайшли широке розповсюдження в будівельній промисловості, в основному, для змішування різного роду розчинів та сумішей, хоча вони можуть бути використані для змішування сухих порошкоподібних матеріалів.

Технічна характеристика барабанних змішувачів Уральського заводу важкого машинобудування наведена в табл. 1.2. Саме цей тип барабанних змішувач став основоположним, конструкція якого взята за основу сучасних прототипів.

Таблиця 1.2 – Технічна характеристика барабанних змішувачів Уральського заводу важкого машинобудування.

| Показник | Тип барабанного змішувача | |
|-------------------------------------------------|---------------------------|------------------|
| | СБ1 2,5×5 | СБ2 2,8×6 |
| Внутрішній діаметр барабану, м | 2,5 | 2,8 |
| Довжина барабану, м | 5,0 | 6,0 |
| Швидкість обертання барабану, об/хв | 8 | 6 |
| Продуктивність, т/год: | | |
| – при 10% заповнення барабану | 150–200 | – |
| – при 15% заповнення барабану та куті нахилу 4° | – | 450 |
| Встановлена потужність електродвигуна, кВт | 40 | 55 |
| Маса змішувача, т | 14,43 | 16 |
| Габаритні розміри, $l \times b \times h$, м | 8,095×3,96×4,15 | 9,483×4,492×4,15 |

До переваг використання барабанних змішувачів можна віднести: -
 - можливість застосування в одній технологічній лінії з агломераційними машинами; -

- даний тип устаткування є досить простим в експлуатації; -
- не потребує значних капітальних вкладень на обслуговування.

Але не зважаючи на ряд переваг, існує низка суттєвих недоліків даного типу устаткування:

- для підвищення плавності обертання барабан потрібно виконувати з оптимальною кількістю секцій з бандажами, обробленими спільно з посадочними розмірами фланців; -

- існує проблема утворення просипів шихти між стаціонарною тічкою завантажувального пристрою та обертовим барабаном;

- постійне налипання шихти на внутрішні стінки тічки;

- неідеальність системи змащення підшипникових вузлів, приводної системи устаткування; -

- при роботі даного типу устаткування для змішування сипких матеріалів не забезпечується плавний запуск; -

- неможливість амортизувати при запуску та при розгойдуванні корпусу барабана в процесі роботи, в наслідок чого збільшуються вібраційне навантаження на несучі перекриття.

До недоліків можна віднести значні капітальні вкладення на обслуговування та планові ремонти.

На підприємстві ПАТ «Запоріжсталь» змішування агломераційної шихти відбувається за допомогою барабанного змішувача схожого типу

Рис. 1.8.

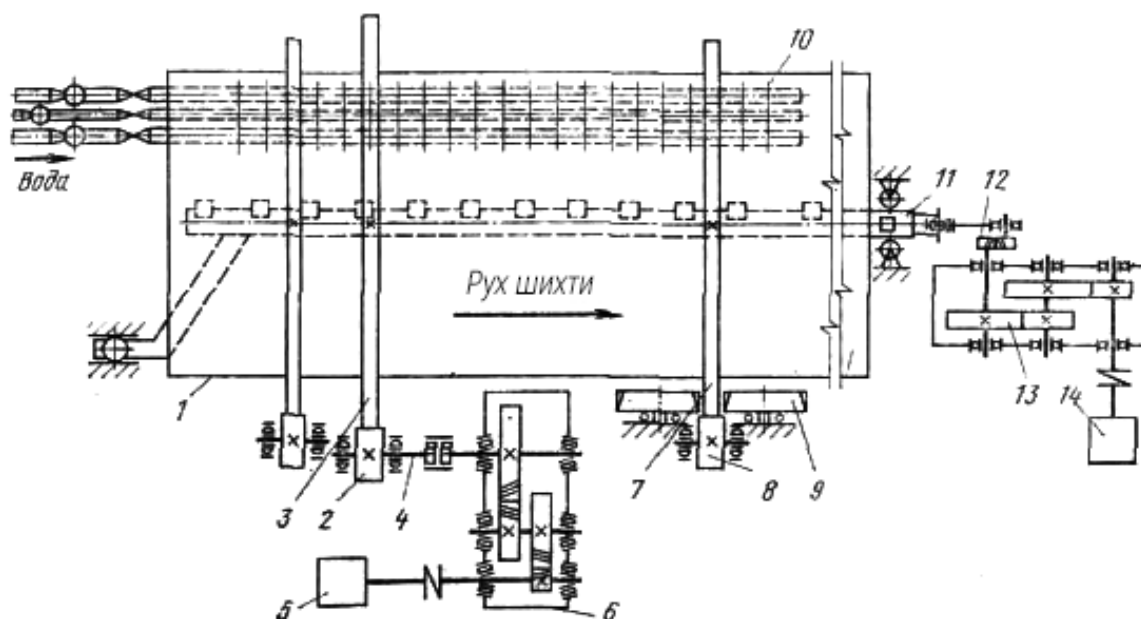


Рис. 1.8 - Барабанный змішувач підприємства ПАТ «Запоріжсталь».

Обертання барабану 1, встановленого під невеликим кутом до горизонту, передається через зубчастий вінець 3 від електродвигуна 5 через циліндричний редуктор 6 та проміжний вал 4 з шестернею 2.

Барабан бандажами 7 спирається на чотири опорних ролика 8 та утримується від зміщення в осьовому напрямку двома упорними роликами 9, розміщеними з обох сторін бандажа. Компоненти агломераційної шихти загрузаються в барабан із бункера і при обертанні барабана перемішуються при додаванні невеликої кількості води, яка подається в середину барабана по трубам 10 з форсунками. Матеріал, що перемішується вздовж осі барабану та вигружається з нього в розвантажувальну камеру. Матеріал, налиплий на внутрішню поверхню барабану, зрізається ножами очистного пристрою 11, здійснює зворотньо-поступальні рухи від кривошипно-шатунного механізму 12, який з'єднаний з електродвигуном 14 через циліндричний редуктор 13.

Технічна характеристика барабанного змішувача металургійного підприємства ПАТ «Запоріжсталь» наведена в таб. 1.5.

Таблиця 1.5 – Технічна характеристика барабанного змішувача металургійного підприємства ПАТ «Запоріжсталь».

| | |
|--------------------------------|--------------------|
| Продуктивність Q_c | 120 т/год = 2 т/хв |
| Діаметр барабана D_0 | 2,5 м |
| Довжина барабана L | 7,5 м |
| Кут нахилу барабана α | $2,5^\circ$ |
| Частота обертання барабана n | 8,2 об/хв |
| Вага змішувача G_δ | 30,968 т |

Проаналізувавши технологічні схеми діючих промислових виробництв, на яких застосовується операція змішування. Встановлена динаміка інтересу до змішувачів, здатна виявити нові тенденції, які можуть стати суттєвою складовою для модернізації існуючих технологій та технічних схем, що дозволяють підвищити ефективність підготовки шихтових матеріалів до процесів спікання та випалу.

На основі проведеного аналізу розповсюджених технологічних схем підготовки шихтових матеріалів до спікання та випалу; характеристик конструкцій змішувачів безперервної дії, що застосовані на виробництвах було встановлено, що у данній конструкції змішувального барабана присутній значний недолік який полягає у постійних капітальних вкладеннях на обслуговування та планові ремонти.

Мета роботи полягає в вдосконаленні барабанного змішувача, для підвищення якості роботи та зменшити витрати на капітальні ремонти, а саме запропонувати використати патент на корисну модель [2. с. 80].

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалення змішувача барабанного, в якому шляхом, встановлення фрикційного приводу збільшується кількість обертів барабана. А застосування прогумованих котків, еластичної муфти, карданних зубчастих зчеплень між валами зменшує вібраційні навантаження на фундаментні блоки та несучі

перекриття. Таким чином збільшується коефіцієнт корисної дії пристрою, його продуктивність, економічність та надійність.

Запропонована конструкція забезпечує збільшення обертів барабана за рахунок застосування фрикційного приводу з асинхронним двигуном і тиристорним перетворювачем частоти електричної мережі, а використання еластичної муфти, прогумованих котків, розсереджених по довжині барабана карданних зубчастих зчеплень між валами зменшує вібраційні навантаження. Внутрішня футеровка корпусу барабана покращує процес змішування та очистки внутрішньої поверхні, що позитивно впливає на якість обгрудкування шихти, продуктивність змішувача та його економічність. Суть запропонованої корисної моделі та її розрахунки наведені у спеціальній частині.

2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТНА

2.1 Огляд та аналіз барабанних змішувачів

Змішувач містить (рис 2.1) : барабан зварний (1) з товстолистової сталі, який складається з середньої частини (2) та кінцевих частин (3), середня частина (2) барабана (1) має по торцям кільцеві фланці (4), а ближче к середині два упорних кільця (5), підсилені ребрами жорсткості (6). Обидві кінцеві частини мають з одного боку торцевої частини кільцеві фланці (4-1). Кінцева частина з боку привода має торцеве кільце (7) з отвором (8) під завантаження шихти. До торцевого кільця (7) з внутрішнього боку приварено конічну воронку (9) для рівномірного розподілу шихти по об'єму барабана при завантаженні. Розвантажувальна камера (10) складається з верхньої (11) та нижньої (12) частин і призначена для пересипання шихти із барабана (1) на стрічку транспортера. Розвантажувальну камеру (10) встановлено на рамі (13). На торцях камери з одного боку виконано роєм (14) для вводу барабана, а з іншого боку встановлено прожектор (15), встановлений на кронштейні (16). Установка приводних котків (17) складається з рами (18) з встановленнями на неї блоками опорних приводних та неприводних котків (19) та упорним роликом (20). На раму (18) встановлено два послідовно з'єднаних блоки приводних котків (19). Блоки приводних котків (19) з редуктором (21) та між собою з'єднуються за допомогою зубчастої (22) та упругої (23) муфт. Кожний блок являє собою вал, що обертається на двох підшипникових опорах (24) з насадженими на ньому металевими котками (19- 1). Привод змішувача змонтовано на окремій рамі (25), що кріпиться до фундаменту за допомогою спеціальних болтів (26). Привод змішувача складається з електродвигуна асинхронного змінного струму (27) та з'єданого з ним через зубчасту муфту (22)

редуктора (21), що в свою чергу, через упругу муфту (23) з'єднано з блоком приводних котків (19), якій передає крутячий момент на барабан (1). Установка для зволоження шихти (28) має сітчасті фільтри для очищення води (29). Пристрій працює таким чином: Безпосередньо конвеєром здійснюється завантаження шихти в горловину барабана (1). Електродвигун асинхронний змінного струму (27) приводу змішувача через зубчасту муфту (22) запускає редуктор (21), який в свою чергу через упругу муфту (23) приводить в дію блок приводних котків (19), що передає крутячий момент на барабан (1). Барабан (1) починає обертатися. Від установки для зволоження шихти (28) подається вода для зволоження. Починається процес обгрудкування шихти. Обгрудкована шихта з барабана (1) через розвантажувальну камеру (10) подається на стрічку транспортера.

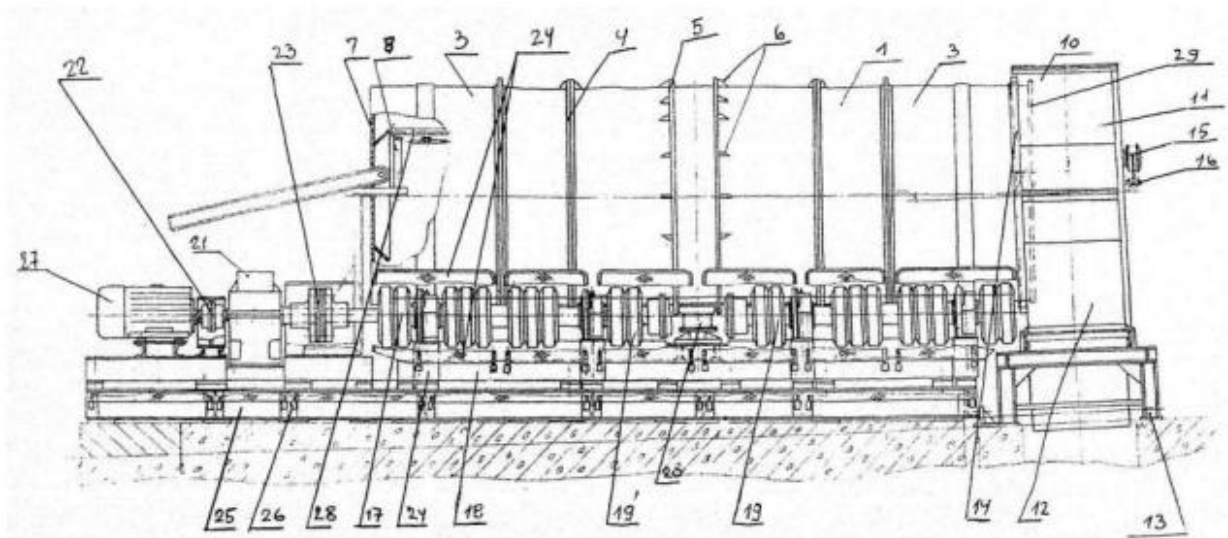


Рисунок 2.1 – Конструкція барабанного змішувача.

2.2 Технологічна характеристика агломераційної машини «К-2-50»

- загальна кількість спікальних візків, z 70 шт
- швидкість пересування візків, v 0,79...3,2 м/хв
- довжина горизонтального відрізка по осях зірочок, L 30,4 м
- радіус початкової окружності по осях зірочок, R 1,927 м
- радіус траєкторії руху осі скату візка на хвіст розвантажувальної ділянки, r 1,076 м
- маса спікального візка, G_v 2050 кг
- діаметр цапф скату візка, d 0,065 м
- діаметр скату візка, D 0,2 м
- шлях руху незавантаженого візка по горизонтальній ділянці, l_1 2 м
- шлях руху завантаженого візка по горизонтальній ділянці над вакуум – камерами спікання, l_2 25 м
- шлях руху над вакуум – камерами охолодження, l_3
- шлях руху завантаженого візка по горизонтальній ділянці після вакуум – камер, l_4 3,4 м
- розрядження в вакуум – камерах охолодження, p_0
- питомий тиск ущільнюючих пластин, P_y $0,12 \times 10^{-1}$ МПа
- сумарна ширина ущільнюючих пластин, b 18×10^{-2} м
- нормальне зусилля одного торцевого ущільнення, $P_{т.у.}$ 2 кН
- довжина шару шихти, B 1 м
- ширина шару шихти на візку, c 2 м
- висота шару шихти, h 0,5 м
- наведений коефіцієнт тертя в підшипниках спікальних візків, μ_1 0,027
- коефіцієнт тертя в ущільненнях вакуум – камер, μ 0,15
- коефіцієнт тертя кочення скату по рейках, K $0,06 \times 10^{-2}$
- коефіцієнт тертя реборди об рейку, β 2,1
- ККД передачі приводу, η 0,65
- загальне передавальне число приводу, i 2771

- розрядження в вакуум – камерах спікання, $p_c 0,8 \times 10^{-2}$
- об'ємна маса шихти, $\gamma 1,8 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$

2.1.2 Розрахунок потужності привода конвеєра агломераційної машини

Оскільки привод конвеєра агломераційної машини є безупинно діючим механізмом із практично рівномірним графіком навантаження, потужність електродвигуна (Вт) визначимо як відношення роботи, затраченої на переміщення усіх візків по контуру агломашини, до часу переміщення з урахуванням ККД передач привода:

$$N = \frac{A \cdot z}{t \cdot \eta}, \quad (2.1)$$

де A - робота, затрачена приводом, на переміщення одного візка по контуру агломераційної машини DEFMNKD з урахуванням підйому візків приводною зірочкою, сил тертя на горизонтальній (робочій), похилій (холостій), розвантажувальній і завантажувальній ділянках, і робота, що надається приводові при опусканні візків на розвантажувальній і похилій ділянках, Дж; z - число спікальних візків; t - час пересування візка по контуру агломашини, $\left(t = \frac{s}{v}\right)$, с; V - максимальна швидкість пересування візків, м/с; η - коефіцієнт корисної дії приводу з урахуванням сил тертя в цапфах приводної зірочки.

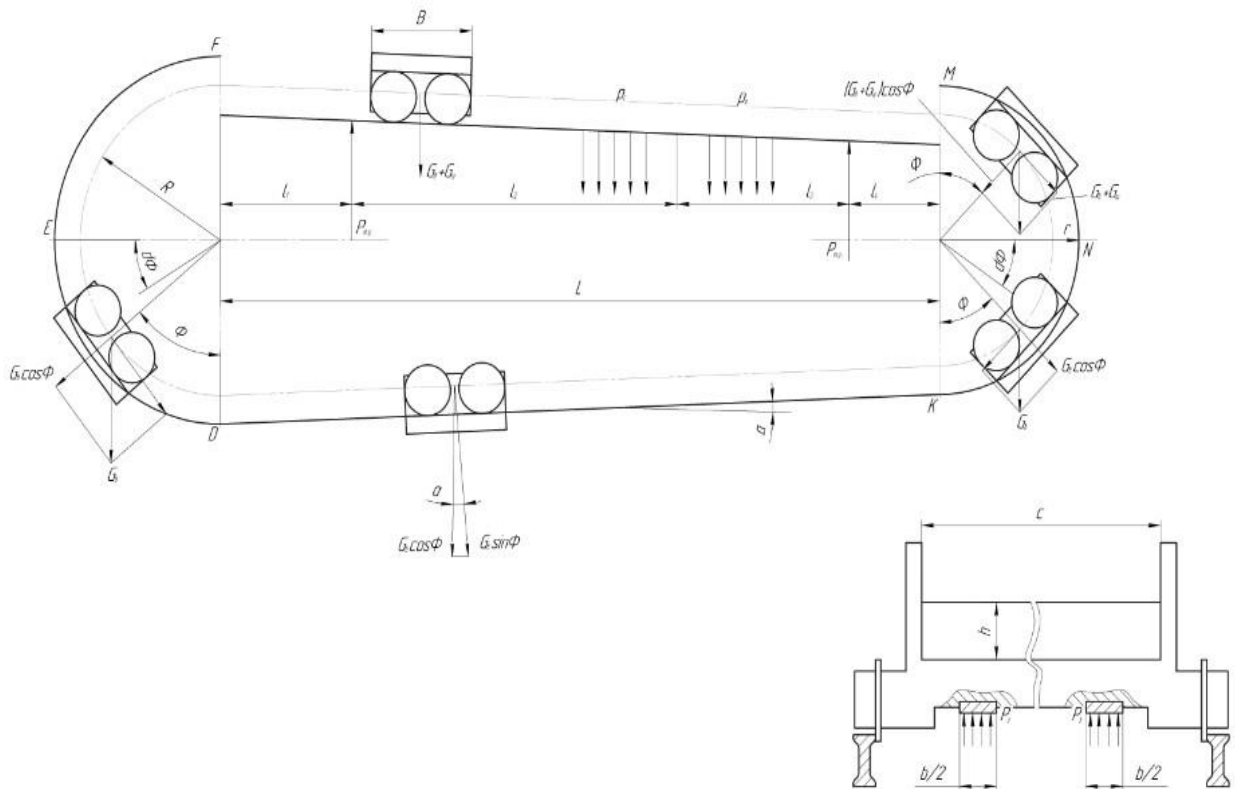


Рисунок 2.2 - Схема до розрахунку привода конвеєра агломераційної машини

Довжина контуру агломашини S по осі схилу спікальних візків дорівнює:

$$S = \pi (R + r) + L \left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) = 3,14 (1,927 + 1,076) + 30,4 \left(1 + \frac{1}{0,98}\right) = 70,54\text{м},$$

(2.2)

де R і r - радіуси траєкторії руху осі скату візка на ділянках підйому і

розвантаження візків, відповідно;

L - довжина горизонтальної ділянки контуру;

α - кут нахилу холостої ділянки агломашини, рівний:

$$\alpha = \arctg 2 \frac{(R-r)}{L} = \arctg 2 \frac{(1,927-1,076)}{30,4} \approx 3^\circ, \quad (2.3)$$

Час пересування візка по контуру агломашини:

$$t = \frac{S}{V} = \frac{70,54}{0,79 \dots 3,2} = 22 \dots 89,3 \text{ с}, \quad (2.4)$$

Робота переміщення одного спікального візка по контурі складається з алгебраїчної суми робіт:

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 \quad (2.5)$$

Робота переміщення одного візка шихти при його підйомі на ділянці DEF (з похилого на горизонтальну ділянку) з урахуванням сил тертя об напрямні на ділянці DE:

$$A_1 = G_B + 2R + \int_0^{90} G_B R f \cos \varphi d\varphi = G_B R (2 + f) = 2050 \cdot 1,927 (2 + 0,031) = 8023,16 \text{ Дж}, \quad (2.6)$$

де G_B - вага спікального візка;

f - коефіцієнт питомого опору пересуванню візка

$$f = \frac{(\mu_1 d + 2k)}{D} \cdot \beta = \frac{0,027 \cdot 0,065 + 2 \cdot 10}{0,2} \cdot 2,1 = 0,031$$

β - коефіцієнт опору руху (тяги) (0,006...0,014);

μ_1 - наведений коефіцієнт тертя в підшипниках спікальних візків;

d - діаметр цапфи підшипника;

k - коефіцієнт тертя кочення скату по рейках;

D - зовнішній діаметр ходових коліс;

β - коефіцієнт тертя реборди об рейки;

Φ - кут між прямою, що з'єднує центр ваги візка з віссю обертання, і вертикаллю в розглянутому положенні.

Робота, затрачувана на переміщення візка по горизонтальній ділянці агломераційної машини:

$$A_2 = [G_B l_1 + (G_B + G_\emptyset + p_c B_c - p_v b B) l_2 + (G_B + G_\emptyset + p_c B_c - p_v b B) l_3 - 2P_{m.v.} B + (G_B + G_\emptyset) l_4] f + p_v b B \mu (l_2 + l_3) + 2P_{m.v.} B \mu = [2050 \cdot 2(2050 + 1800 + 0,8 \cdot 10^{-2} \cdot 1 \cdot 2 - 0,12 \cdot 10^{-1} \cdot 18 \cdot 10^{-2} \cdot 1) \cdot 25 + (2050 + 1800 + 0,8 \cdot 10^{-2} \cdot 1 \cdot 2 - 0,12 \cdot 10^{-1} \cdot 18 \cdot 10^{-2} \cdot 1) - 2 \cdot 2000 \cdot 1 + (2050 + 1800) \cdot 3,4] \cdot 0,031 + 0,12 \cdot 10^{-1} \cdot 18 \cdot 10^{-2} \cdot 1 \cdot 0,15 (25 + 0) + 2 \cdot 2000 \cdot 1 \cdot 0,15 = 4112 \text{ Дж},$$

(2.7)

де l_1, l_2, l_3, l_4 - відповідно, довжина переміщення незавантаженого (порожнього) візка по горизонтальній ділянці, завантаженого над вакуум-камерами спікання й охолодження, завантаженого після вакуум - камер охолодження;

$p_c; p_o$ - відповідно, розрідження у вакуум - камерах спікання й охолодження;

p_y - тиск, ущільнювальних пластин на пластини візків;

b - сумарна ширина ущільнювальних пластин (на обох сторонах візка); μ - коефіцієнт тертя ущільнюючих пластин;

$P_{м.у.}$ - зусилля одного торцевого ущільнення, що діє на візок;

$G_{ш} = Bch\gamma = 1 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 1,8 \cdot 10^3 = 1800$ кг - вага шихти на одному візку;

де B, c, h - відповідно, довжина, ширина і висота шару шихти у візку (ширину шару приймають рівній колії ущільнювальних пластин);

Y - насипна маса шихти (приймають рівній насипній масі агломерату).

Робота A_3 витрачається на подолання сил тертя на ділянці MNK.

Вважаємо, що розвантаження візка відбувається при її вертикальному положенні, тобто при повороті на 90 град, тоді робота дорівнює:

$$A_3 = \int_0^{90} (G_B + G_{\emptyset}) r f \cos \varphi d\varphi + \int_0^{90} G_B r f \cos \varphi d\varphi - (G_B + G_{\emptyset}) r - G_B r = (2G_B + G_{\emptyset}) r (f - 1) = (2 \cdot 2050 + 1800) \cdot 1,076 (0,031 - 1) = -6151,6 \text{ Дж}$$

(2.8)

Роботу, затрачувану на переміщення візка при його опусканні з робочої на холосту гілку на розвантажувальній ділянці MNK, не враховують; при перебуванні привода на розвантажувальній ділянці (наприклад, у машині моделі АКМ7-312) вона визначає потужність привода розвантажувальної частини.

Робота, затрачувана на переміщення візка на нижній ділянці агломашини, складає:

$$A_4 = G_B (f \cos \alpha - \sin \alpha) \frac{L}{\alpha} = G_B L (f - \operatorname{tg} \alpha) = 2050 \cdot 30,4 (0,031 - 0,044) = -810,16 \text{ Дж}$$

(2.9)

Підставляючи отримані вирази робіт на різних ділянках у формулу (2.5), одержимо:

$$A = f \{G_B (R + 2r + 2L + l_1) + B[c(p_c l_2 + p_o l_3) - 2P_{m.v.} - p_v b (l_2 + l_3)]\} + G_\emptyset [(r + L - l_1) f - r] + p_v b B \mu (l_2 + l_3) + 2P_{m.v.} B \mu = 5173,4 \text{ Дж} \quad (2.10)$$

Визначаємо потужність приводу агломераційної машини згідно до формули (1.1):

$$N = \frac{A \cdot z}{t \cdot \eta} = \frac{5173,4 \cdot 70}{(22 \dots 89,3) \cdot 0,65} = 6,2 \dots 25,3 \text{ кВт}$$

Обираємо двигун:

Тип – П-91

Частота обертання – 990 об/хв

Потужність – 11 кВт

ККД – 86 %

2.1.3 Розрахунок потужності приводу барабанного змішувача

Таблиця 2.1 – Вихідні дані

| | |
|--------------------------------|--------------------|
| Продуктивність Q_c | 120 т/год = 2 т/хв |
| Діаметр барабана D_0 | 2,5 м |
| Довжина барабана L | 7,5 м |
| Кут нахилу барабана α | $2,5^0$ |
| Частота обертання барабана n | 8,2 об/хв |
| Вага змішувача G_δ | 30,968 т |

Радіус барабана:

$$R = \frac{D_0}{2} = \frac{2,5}{2} = 1,25 \text{ м} \quad (2.11)$$

Потужність привода барабана:

$$N = \frac{M_B \cdot n}{\eta \cdot 9550} \text{ кВт} \quad (2.12)$$

де M_B - обертовий момент, приведений до осі барабана, Н·м;
 η - коефіцієнт корисної дії приводу.

$$M_B = M_{CT} + M_{TO} + M_{mp}^m + M_{TY} \quad (2.13)$$

де M_{CT} - момент статичного опору від матеріалу, що знаходиться в барабані, Н·м;

M_{TO} - момент опору опорних роликів, Н·м;

M_{TY} - момент опору упорних роликів, Н·м;

$$M_{TO} = \frac{P}{r_p} \left[f(R_{\delta} + r_p) + MR_{\delta} r_u \right] \quad (2.14)$$

де $f = 0,0005 \text{ м}$; $\mu = 0,01$.

Сумарне нормальне навантаження на опорні ролики:

$$P = \frac{(G_M + G_B) \cdot g}{\cos \psi} , \quad (2.15)$$

де ψ - половина центрального кута розчину між опорними роликками (зазвичай 30°);

G_B - маса барабана із зубчастим вінцем і бандажами, т;

g - прискорення вільного падіння, м/с²;

G_M - маса шихти в барабані, т.

$$G_M = F_M \cdot L \cdot \gamma_M \cdot K , \quad (2.16)$$

де F_M - площа перерізу сегмента, займаного матеріалом, м²;

γ_M - насипна маса матеріалу (для аглошихти 1910 кг/м³)

K - коефіцієнт, що враховує доувлажнення шихти в барабані, $K = 1,1$.

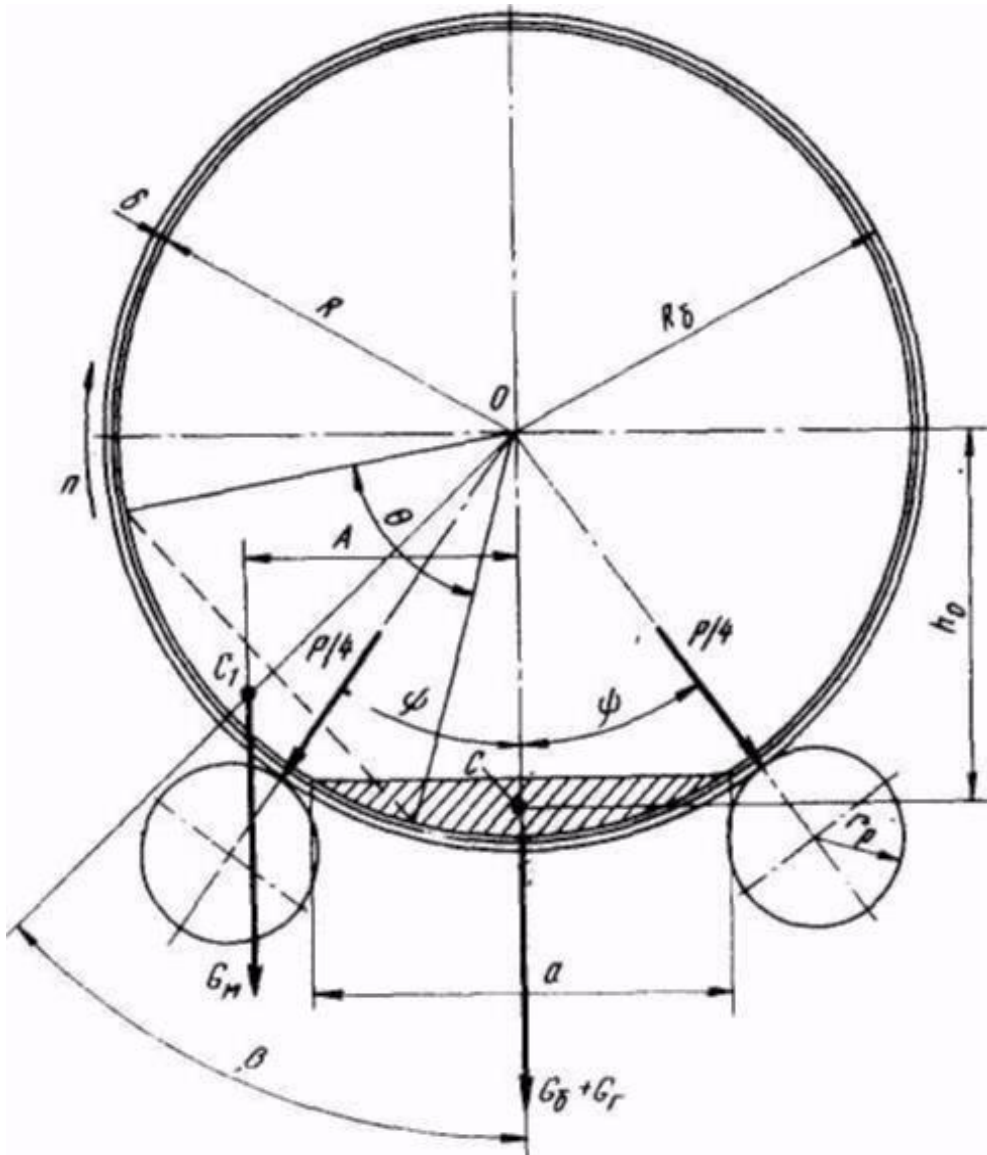


Рисунок 2.3 – Схема до розрахунку потужності приводу барабанного змішувача

Формула для визначення маси матеріалу має вигляд:

$$G_M = 2,9 \cdot \frac{Q_c \cdot L}{R \cdot n \cdot \operatorname{tg}(2\alpha)} = 2,9 \cdot \frac{2 \cdot 7,5}{1,25 \cdot 8,2 \cdot \operatorname{tg}(2 \cdot 2,5)} = 48,23 \text{ т} \quad (2.17)$$

Таким чином, сумарне навантаження на опорні ролики:

$$P = \frac{9,8}{\cos 30^\circ} \cdot (48,23 + 30,968) = 891,8 \text{ кН}$$

Знайдемо довжину і радіус опорного ролика:

Діаметр опорного ролика приймемо рівним 0,6м.

Опорний ролик виготовляється з матеріалу Сталь 50Г,

$[\sigma]_{\text{конт}} = 1100 - 1150 \text{ МПа}$, $\mu = 0,28$ – коефіцієнт Пуассона, $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ – модуль Юнга.

Визначимо η – коефіцієнт, що враховує пружні сталі матеріалів бандажа і роликів:

$$\eta = 2 \cdot \frac{1 - \mu^2}{E} = 2 \cdot \frac{1 - 0,28^2}{2,1 \cdot 10^{11}} = 0,88 \cdot 10^{-11},$$

$$\sigma_{\text{max}} = 0,564 \cdot \sqrt{\frac{P}{12 \cdot \eta \cdot l \cdot r_p}} \leq [\sigma]_{\text{конт}} \Rightarrow$$

$$l \geq 0,564^2 \cdot \frac{P}{12 \cdot \eta \cdot r_p \cdot [\sigma]_{\text{конт}}^2} = 0,564^2 \cdot \frac{891,8 \cdot 10^3}{12 \cdot 0,88 \cdot 10^{-11} \cdot 0,3 \cdot (1150 \cdot 10^6)^2} = 0,08 \text{ м} = 8 \text{ см}$$

(2.18)

Визначимо радіус цапфи. Цапфа виготовляється з матеріалу Сталь 40Х.

$$[\sigma]_{\text{узг}} = 160 - 180 \text{ МПа}$$

Знайдемо максимальний згинальний момент опорного ролика:

$$M_{\text{узг}}^{\text{max}} = \frac{1}{24} \cdot Pl = \frac{1}{24} \cdot 891,8 \cdot 0,08 = 3 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (2.19)$$

$$\sigma_{\text{узг}} = \frac{M_{\text{узг}}^{\text{max}}}{W_X} \leq [\sigma]_{\text{узг}} \Rightarrow$$

$$W_X \geq \frac{M_{\text{узг}}^{\text{max}}}{[\sigma]_{\text{узг}}}$$

$$W_x \geq \frac{\pi \cdot d_u^3}{16} \Rightarrow$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_{\text{изз}}^{\text{max}}}{\pi \cdot [\sigma]_{\text{изз}}}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 3 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 170 \cdot 10^6}} = 0,05 \text{ м} = 5 \text{ мм}$$

(2.20)

Радіус цапфи опорного ролика приймаємо рівним 0,05 м.

Підставивши отримані значення у формулу (2.14) отримаємо:

$$M_{TO} = \frac{891,8}{0,3} \cdot [0,0005 \cdot (1,25 + 0,3) + 0,01 \cdot 1,25 \cdot 0,05] = 1,44 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

У заводській практиці при розрахунках потужності приводу момент опору (M_{TV}) від упругого ролика зважаючи на незначності не враховують.

Момент статичного опору від матеріалу, що знаходиться в барабані, Н·м:

$$M_{CT} = (G_M h_0 \sin \beta) g,$$

(2.21)

де h_0 - відстань від осі барабана до центру ваги сегмента, займаного матеріалом, м; β - кут підйому матеріалу в барабані при його обертанні.

Зазвичай змішувачі мають заповнення поперечного перерізу матеріалом не більше 0,05%. Отже графічним способом визначимо довжину хорди:

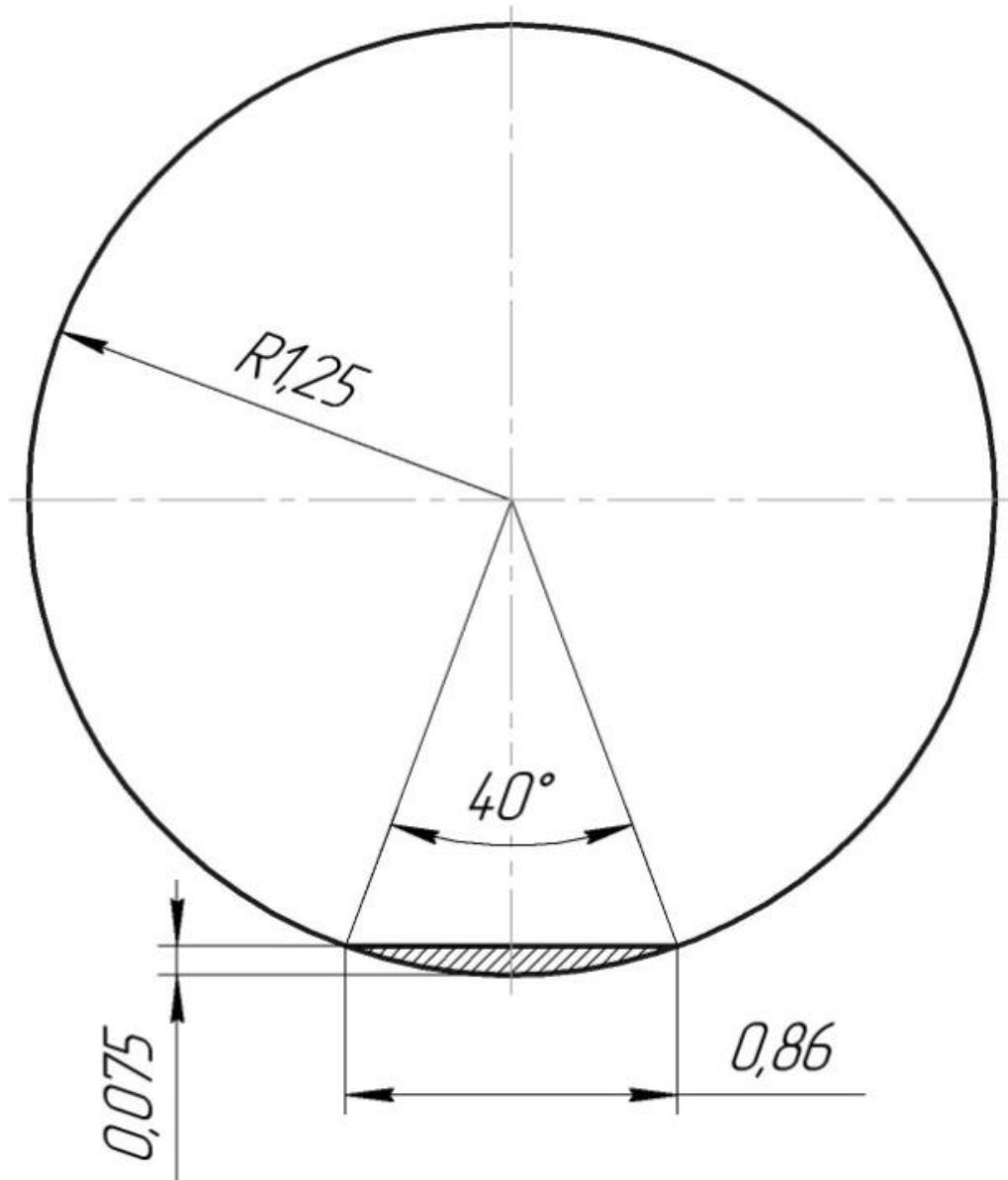


Рисунок 2.4 – Визначення довжини хорди

Площа перерізу барабана:

$$F_M = \pi \cdot R^2 = 3,14 \cdot 1,25^2 = 4,91 \text{ м}^2 \quad (2.22)$$

Площа поперечного перерізу простору, заповненого матеріалом:

$$F_{\text{сегм}} = 0,05 \cdot 4,91 = 0,25 \text{ м}^2 \quad (2.23)$$

Для окатишів $\beta = 40^\circ$.

$$M_{CT} = G_M \frac{a^3 \cdot g}{12F_{сегм}} \sin \beta = 48,23 \cdot \frac{0,86^3 \cdot 9,8}{12 \cdot 0,25} \cdot \sin 40^\circ = 64,3 \text{кН} \cdot \text{м} \quad (2.24)$$

де a – довжина хорди.

Для забезпечення достатнього запасу потужності приводу при запуску барабана «під завалом» після аварійних зупинок, підраховують момент опору обертанню від зісковзування верхнього шару матеріалу в сегменті відносно нерухомого нижнього. Ця сила тертя M_{mp}^M створює додатковий опір обертанню, залежний від фізичних властивостей шихти.

З умови рівноваги сил приймається, що ковзає не більше половини наявного в барабані матеріалу, тоді:

$$M_{mp}^M = 0,5 \cdot G_M \cdot f_{II} \cdot \cos \beta = 0,5 \cdot 48,23 \cdot 0,15 \cdot \cos 40^\circ = 2,8 \text{кН} \cdot \text{м} \quad (2.25)$$

де 0,5 - коефіцієнт маси сповзання, який визначається дослідним шляхом;
 f_{II} - коефіцієнт тертя покою (0,15).

Підставивши отримані значення моментів в формулу (2.13) отримаємо:

$$M_B = 64,3 + 1,44 + 2,8 = 68,54 \text{кН} \cdot \text{м}$$

Підставимо у формулу (2.12):

$$N = \frac{68,54 \cdot 8,2}{0,98 \cdot 9550} = 60 \text{кВт}$$

Обираємо двигун:

Тип – АО – 94 – 6

Частота обертання – 985 об/хв

Потужність – 75 кВт

2.1.4 Розрахунок тарілчастих пружин

Тарілчаста пружина (рисунок 2.4) являє собою малопідйомну конічну обмотку, яка в процесі деформації отримує значні переміщення. При розрахунку тарілчастих пружин визначають величину стискаючої сили P при заданій осаді f і геометричних розмірах S , D і d . Потім визначають напруги в кромках пружини $\sigma_I, \sigma_{II}, \sigma_{III}$, і σ_{IV} .

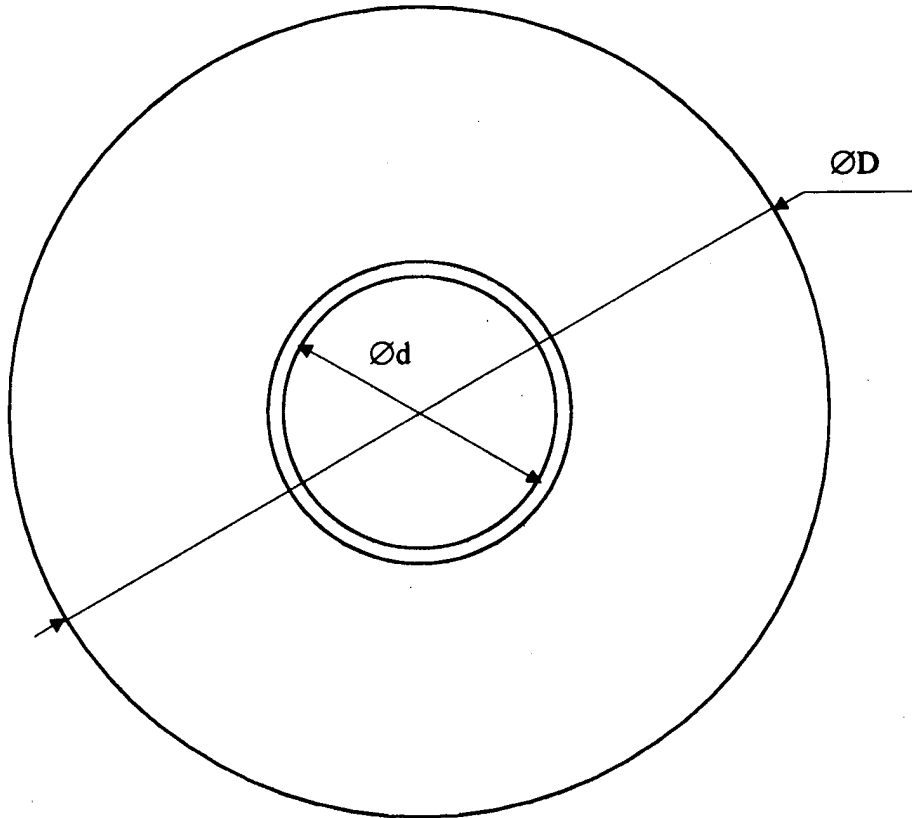
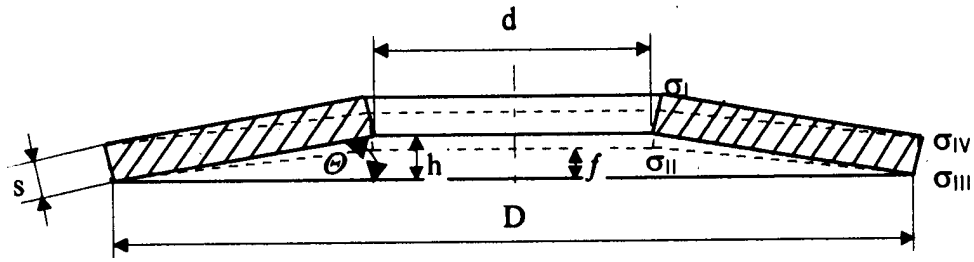


Рисунок 2.5 - Тарілчаста пружина

Залежність між P і переміщенням пружини f в будь-якій точці характеристики:

$$P = \frac{4EfS}{(1-\mu^2) \cdot \alpha \cdot D^2} \left[(h-f) \left(h - \frac{f}{2} \right) + S^2 \right],$$

(2.26)

$$\alpha = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{\left(\frac{\delta-1}{\delta}\right)^2}{\frac{\delta+1}{\delta-1} - \frac{2}{\ln \delta}},$$

де

$\delta=2,1$ – співвідношення зовнішнього діаметра тарельчатої пружини до внутрішнього діаметра;

$P=7000$ Н – зусилля, яке сприймає пружина;

$E=2100$ Н/мм² – модуль нормальної пружності;

S – товщина пружини, мм;

f – осьове переміщення пружин, мм;

h – висота навантажуваної пружини, мм;

$\mu = 0,3$ – коефіцієнт Пуассона;

D – зовнішній діаметр тарільчастої пружини, см.

$$\alpha = \frac{1}{3,14} \cdot \frac{\left(\frac{2,1-1}{2,1}\right)^2}{\frac{2,1+1}{2,1-1} - \frac{2}{\ln 2,1}} = 0,72;$$

(2.27)

При осьовому переміщенні пружин $f=0$:

$$P_1 = \frac{4 \cdot 2100 \cdot 0 \cdot 3,1}{(1-0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \left[(2,4-0) \left(2,4 - \frac{0}{2} \right) + 3,1^2 \right] = 0 \text{ кН};$$

При осьовому переміщенні пружин $f=0,5$:

$$P_2 = \frac{4 \cdot 2100 \cdot 0,5 \cdot 3,1}{(1-0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \left[(2,4-0,5) \left(2,4 - \frac{0,5}{2} \right) + 3,1^2 \right] = 6065,5 \text{ кН};$$

При осьовому переміщенні пружин $f=1$:

$$P_3 = \frac{4 \cdot 2100 \cdot 1 \cdot 3,1}{(1-0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \left[(2,4-1) \left(2,4 - \frac{1}{2} \right) + 3,1^2 \right] = 10867,5 \text{ кН};$$

При осьовому переміщенні пружин $f=1,5$:

$$P_4 = \frac{4 \cdot 2100 \cdot 1,5 \cdot 3,1}{(1 - 0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \left[(2,4 - 1,5) \left(2,4 - \frac{1,5}{2} \right) + 3,1^2 \right] = 14740,8 \text{ кН};$$

При осьовому переміщенні пружин $f=2$:

$$P_5 = \frac{4 \cdot 2100 \cdot 2 \cdot 3,1}{(1 - 0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \left[(2,4 - 2) \left(2,4 - \frac{2}{2} \right) + 3,1^2 \right] = 18015,1 \text{ кН};$$

При осьовому переміщенні пружин $f=2,5$:

$$P_6 = \frac{4 \cdot 2100 \cdot 2,5 \cdot 3,1}{(1 - 0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \left[(2,4 - 2,5) \left(2,4 - \frac{2,5}{2} \right) + 3,1^2 \right] = 21024,8 \text{ кН};$$

За отриманими даними будуюмо графік залежності, зусилля сприйманої пружини P і переміщенням пружини f , (рисунок 2.5).

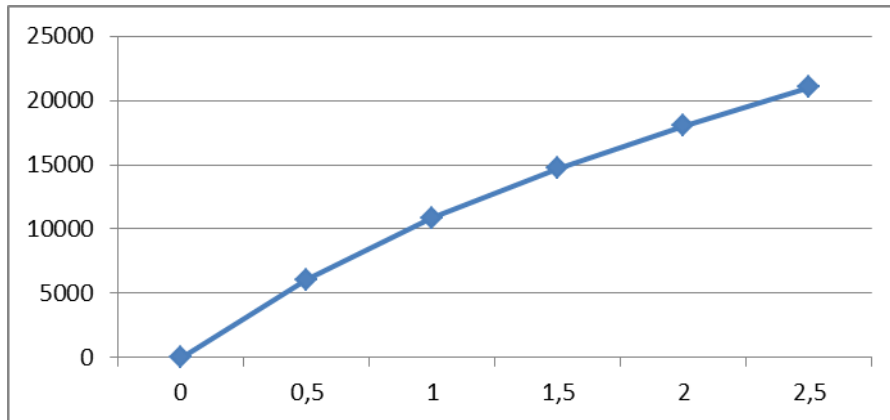


Рисунок 2.6 - Графік залежності, зусилля сприйманої пружини P і переміщенням пружини f

Висновок: з рисунка 2.6 видно, що чим більше зусилля діє на тарілчасту пружину, тим більше вона переміщається.

Товщина пружини:

$$S = \frac{\ln \delta \cdot f_{\text{НАИБ}} \cdot \sqrt{\left[\ln \delta \cdot f_{\text{НАИБ}} \right]^2 + \frac{48 \cdot P}{\pi \cdot \sigma} (\ln \delta^2 + 4)}}{2(\ln \delta^2 + 4)}, \text{ мм},$$

(2.28)

де $f_{\text{НАИБ}} = 2,5$ мм – найбільший вигин;

P - зусилля, яке сприймає пружина, Н;

$\sigma = 2100$ МПа - допустима напруга.

$$S = \frac{\ln 2,1 \cdot 2,5 \cdot \sqrt{[\ln 2,1 \cdot 2,5]^2 + \frac{48 \cdot 7000}{3,14 \cdot 2100} (\ln 2,1^2 + 4)}}{2(\ln 2,1^2 + 4)} = 3,1 \text{ мм.}$$

Зовнішній діаметр пружини:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot E}{(1 - \mu^2) \cdot \alpha \cdot \frac{\pi[\sigma]}{3 \cdot f_{\text{НАИБ}} \cdot S}}}, \text{ см,} \quad (2.29)$$

де $f_{\text{НАИБ}}$ - найбільший вигин, мм;

$E = 2100$ Н/мм² – модуль нормальної пружності;

S – товщина пружини, мм;

$[\sigma] = 2100$ МПа - допустима напруга.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 2100}{(1 - 0,3^2) \cdot 0,72 \cdot \frac{3,14 \cdot 2100}{3 \cdot 2,5 \cdot 3,1}}} = 6,7 \text{ см.}$$

Висота навантаженої пружини:

$$h = \frac{f_{\text{НАИБ}} + (\ln \delta) \cdot S}{2}, \text{ мм,} \quad (2.30)$$

де $f_{\text{НАИБ}}$ - найбільший вигин, мм;

S – товщина пружини, мм.

$$h = \frac{2,5 + (\ln 2,1) \cdot 3,1}{2} = 2,4 \text{ мм.}$$

Об'єм металу в тарельчатой пружині:

$$V = \frac{\pi(D^2 - d^2) \cdot S}{4}, \text{ см}^3, \quad (2.31)$$

де S – товщина стінки пружини, мм;

D – зовнішній діаметр тарілкової пружини, см;

d – внутрішній діаметр тарілкової пружини, см.

$$d = \frac{D}{\delta} = \frac{6,7}{2,1} = 3,2 \text{ см} \quad (2.32)$$

$$V = \frac{3,14(6,7^2 - 3,2^2) \cdot 0,31}{4} = 8,43 \text{ см}^3.$$

Маса тарілкової пружини:

$$m = \frac{\pi(D^2 - d^2) \cdot S \cdot \rho}{4}, \quad (2.33)$$

де $\rho = 7,85 \text{ г/см}^3$ – густина сталі;

S – товщина пружини, мм;

D – зовнішній діаметр тарілкової пружини, см;

d – внутрішній діаметр тарілкової пружини, см.

$$m = \frac{3,14(6,7^2 - 3,2^2) \cdot 0,31 \cdot 7,85}{4} = 66,2 \text{ г/см}^3.$$

При навантаженні в кромках тарілчастої пружини виникають напруги розтягування і стиснення, які визначаються за наступними рівняннями.

При зменшенні осадки пружини (сплюснутті) в її чотирьох крайках виникають напруги, від правильного вибору яких залежить довговічність пружин. Ці напруги визначаються за такими формулами:

I – верхня кромка отвору:

$$\sigma_{I_n} = \frac{4E}{(1-\mu^2)\alpha \cdot D^2} f \left[-\beta \left(h - \frac{f}{2} \right) - \gamma S \right], \quad (2.34)$$

де S – товщина стінки пружини, мм;

D – зовнішній діаметр тарілчастої пружини, см;

$\mu = 0,3$ - коефіцієнт Пуассона;

f – осьове переміщення пружини, мм.

Значення коефіцієнтів β і γ , що залежать від співвідношення D/d ; $\beta = 1,53$, $\gamma = 1,6$.

При осьовому переміщенні пружин $f=0$:

$$\sigma_{I_1} = \frac{4 \cdot 2100}{(1-0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \cdot 0 \cdot \left[-1,53 \cdot \left(2,4 - \frac{0}{2} \right) - 1,6 \cdot 3,1 \right] = 0;$$

При осьовому переміщенні пружин $f=0,5$:

$$\sigma_{I_2} = \frac{4 \cdot 2100}{(1-0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \cdot 0,5 \cdot \left[-1,53 \cdot \left(2,4 - \frac{0,5}{2} \right) - 1,6 \cdot 3,1 \right] = -1178,4;$$

При осьовому переміщенні пружин $f=1$:

$$\sigma_{I_3} = \frac{4 \cdot 2100}{(1-0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \cdot 1 \cdot \left[-1,53 \cdot \left(2,4 - \frac{1}{2} \right) - 1,6 \cdot 3,1 \right] = -2247,6;$$

При осьовому переміщенні пружин $f=1,5$:

$$\sigma_{I_4} = \frac{4 \cdot 2100}{(1-0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \cdot 1,5 \cdot \left[-1,53 \cdot \left(2,4 - \frac{1,5}{2} \right) - 1,6 \cdot 3,1 \right] = -3207,5;$$

При осьовому переміщенні пружин $f=2$:

$$\sigma_{I_5} = \frac{4 \cdot 2100}{(1-0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \cdot 2 \cdot \left[-1,53 \cdot \left(2,4 - \frac{2}{2} \right) - 1,6 \cdot 3,1 \right] = -4058,1;$$

При осьовому переміщенні пружин $f=2,5$:

$$\sigma_{I_6} = \frac{4 \cdot 2100}{(1-0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \cdot 2,5 \cdot \left[-1,53 \cdot \left(2,4 - \frac{2,5}{2} \right) - 1,6 \cdot 3,1 \right] = -4799,4;$$

II – нижня кромка отвору:

$$\sigma_{II_n} = \frac{4E}{(1-\mu^2)\alpha \cdot D^2} f \left[-\beta \left(h - \frac{f}{2} \right) + \gamma S \right];$$

(2.35)

При осьовому переміщенні пружин $f=0$:

$$\sigma_{II_1} = \frac{4 \cdot 2100}{(1-0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \cdot 0 \cdot \left[-1,53 \cdot \left(2,4 - \frac{0}{2} \right) + 1,6 \cdot 3,1 \right] = 0;$$

При осьовому переміщенні пружин $f=0,5$:

$$\sigma_{II_2} = \frac{4 \cdot 2100}{(1-0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \cdot 0,5 \cdot \left[-1,53 \cdot \left(2,4 - \frac{0,5}{2} \right) + 1,6 \cdot 3,1 \right] = 238,6;$$

При осьовому переміщенні пружин $f=1$:

$$\sigma_{II_3} = \frac{4 \cdot 2100}{(1-0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \cdot 1 \cdot \left[-1,53 \cdot \left(2,4 - \frac{1}{2} \right) + 1,6 \cdot 3,1 \right] = 586,5;$$

При осьовому переміщенні пружин $f=1,5$:

$$\sigma_{II_4} = \frac{4 \cdot 2100}{(1-0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \cdot 1,5 \cdot \left[-1,53 \cdot \left(2,4 - \frac{1,5}{2} \right) + 1,6 \cdot 3,1 \right] = 1043,7;$$

При осьовому переміщенні пружин $f=2$:

$$\sigma_{II_5} = \frac{4 \cdot 2100}{(1-0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \cdot 2 \cdot \left[-1,53 \cdot \left(2,4 - \frac{2}{2} \right) + 1,6 \cdot 3,1 \right] = 1610,2;$$

При осьовому переміщенні пружин $f=2,5$:

$$\sigma_{II_6} = \frac{4 \cdot 2100}{(1 - 0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \cdot 2,5 \cdot \left[-1,53 \cdot \left(2,4 - \frac{2,5}{2} \right) + 1,6 \cdot 3,1 \right] = 2286;$$

III – нижня кромка зовнішнього діаметра

$$\sigma_{III_n} = \frac{d}{D} \cdot \frac{4E}{(1 - \mu^2) \alpha \cdot D^2} f \left[(2\gamma - \beta) \cdot \left(h - \frac{f}{2} \right) + \gamma S \right], \quad (2.36)$$

де $d = D/\delta = 6,7/2,1 = 3,2 \text{ см}$ – внутрішній діаметр тарілчастої пружини.

При осьовому переміщенні пружин $f=0$:

$$\sigma_{III_1} = \frac{3,2}{6,7} \cdot \frac{4 \cdot 2100}{(1 - 0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \cdot 0 \cdot \left[(2 \cdot 1,6 - 1,53) \cdot \left(2,4 - \frac{0}{2} \right) + 1,6 \cdot 3,1 \right] = 0;$$

При осьовому переміщенні пружин $f=0,5$:

$$\sigma_{III_2} = \frac{3,2}{6,7} \cdot \frac{4 \cdot 2100}{(1 - 0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \cdot 0,5 \cdot \left[(2 \cdot 1,6 - 1,53) \cdot \left(2,4 - \frac{0,5}{2} \right) + 1,6 \cdot 3,1 \right] = 586,3;$$

При осьовому переміщенні пружин $f=1$:

$$\sigma_{III_3} = \frac{3,2}{6,7} \cdot \frac{4 \cdot 2100}{(1 - 0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \cdot 1 \cdot \left[(2 \cdot 1,6 - 1,53) \cdot \left(2,4 - \frac{1}{2} \right) + 1,6 \cdot 3,1 \right] = 1115,3;$$

При осьовому переміщенні пружин $f=1,5$:

$$\sigma_{III_4} = \frac{3,2}{6,7} \cdot \frac{4 \cdot 2100}{(1 - 0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \cdot 1,5 \cdot \left[(2 \cdot 1,6 - 1,53) \cdot \left(2,4 - \frac{1,5}{2} \right) + 1,6 \cdot 3,1 \right] = 1587,1;$$

При осьовому переміщенні пружин $f=2$:

$$\sigma_{III_5} = \frac{3,2}{6,7} \cdot \frac{4 \cdot 2100}{(1 - 0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \cdot 2 \cdot \left[(2 \cdot 1,6 - 1,53) \cdot \left(2,4 - \frac{2}{2} \right) + 1,6 \cdot 3,1 \right] = 2001,6;$$

При осьовому переміщенні пружин $f=2,5$:

$$\sigma_{III_6} = \frac{3,2}{6,7} \cdot \frac{4 \cdot 2100}{(1 - 0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \cdot 2,5 \cdot \left[(2 \cdot 1,6 - 1,53) \cdot \left(2,4 - \frac{2,5}{2} \right) + 1,6 \cdot 3,1 \right] = 2358,9;$$

IV – верхня кромка зовнішнього діаметра

$$\sigma_{IV_n} = \frac{d}{D} \cdot \frac{4E}{(1-\mu^2)\alpha \cdot D^2} \cdot f \cdot \left[(2\gamma - \beta) \cdot \left(h - \frac{f}{2} \right) - \gamma S \right], \quad (2.37)$$

При осьовому переміщенні пружин $f=0$:

$$\sigma_{III_1} = \frac{3,2}{6,7} \cdot \frac{4 \cdot 2100}{(1-0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \cdot 0 \cdot \left[(2 \cdot 1,6 - 1,53) \cdot \left(2,4 - \frac{0}{2} \right) - 1,6 \cdot 3,1 \right] = 0;$$

При осьовому переміщенні пружин $f=0,5$:

$$\sigma_{III_2} = \frac{3,2}{6,7} \cdot \frac{4 \cdot 2100}{(1-0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \cdot 0,5 \cdot \left[(2 \cdot 1,6 - 1,53) \cdot \left(2,4 - \frac{0,5}{2} \right) - 1,6 \cdot 3,1 \right] = -88;$$

При осьовому переміщенні пружин $f=1$:

$$\sigma_{III_3} = \frac{3,2}{6,7} \cdot \frac{4 \cdot 2100}{(1-0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \cdot 1 \cdot \left[(2 \cdot 1,6 - 1,53) \cdot \left(2,4 - \frac{1}{2} \right) - 1,6 \cdot 3,1 \right] = -245;$$

При осьовому переміщенні пружин $f=1,5$:

$$\sigma_{III_4} = \frac{3,2}{6,7} \cdot \frac{4 \cdot 2100}{(1-0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \cdot 1,5 \cdot \left[(2 \cdot 1,6 - 1,53) \cdot \left(2,4 - \frac{1,5}{2} \right) - 1,6 \cdot 3,1 \right] = -453,5;$$

При осьовому переміщенні пружин $f=2$:

$$\sigma_{III_5} = \frac{3,2}{6,7} \cdot \frac{4 \cdot 2100}{(1-0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \cdot 2 \cdot \left[(2 \cdot 1,6 - 1,53) \cdot \left(2,4 - \frac{2}{2} \right) - 1,6 \cdot 3,1 \right] = -719,1;$$

При осьовому переміщенні пружин $f=2,5$:

$$\sigma_{III_6} = \frac{3,2}{6,7} \cdot \frac{4 \cdot 2100}{(1-0,3^2) \cdot 0,72 \cdot 6,7^2} \cdot 2,5 \cdot \left[(2 \cdot 1,6 - 1,53) \cdot \left(2,4 - \frac{2,5}{2} \right) - 1,6 \cdot 3,1 \right] = -1042,1;$$

За отриманими даними будуємо графік залежності, напруги розтягування і стиснення σ , від переміщенням пружини f , (рисунок 2.6).

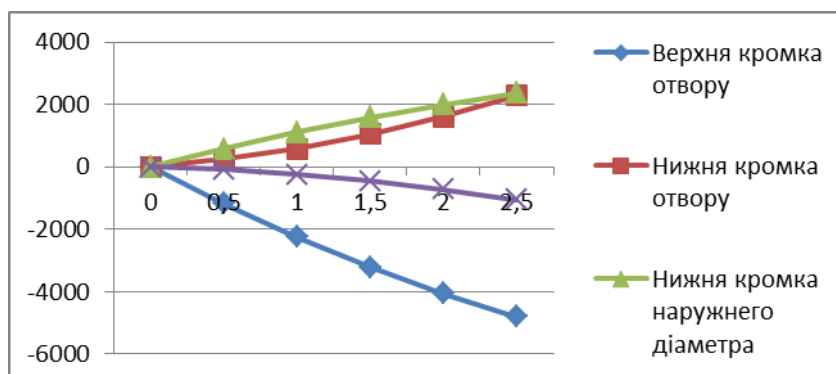


Рисунок 2.7 - Графік залежності, напруги розтягування і стиснення σ , від переміщенням пружини f

Висновок: з рисунка 2.7 видно, що кромки пружини працюють попарно. Верхня кромка отвору - I, і верхня кромка зовнішнього діаметра - IV тарілчастої пружини працюють на стиснення, а нижня кромка отвору - II, і нижня кромка зовнішнього діаметра - III працюють на розтягування.

3 МОНТАЖ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ

3.1 Монтаж барабанного змішувача

Змішувач монтують у такій послідовності:

- встановлюють на фундамент і вивіряють рами роликів опор з опорними і упорними роликами;
- встановлюють привод барабана змішувача;
- закріплюють на власній рамі основу розвантажувального пристрою;
- збирають систему змащення;
- закріплюють на барабані зубчастий вінець згідно монтажно - маркувальної схеми;
- встановлюють барабан на опорні ролики, стежачи за тим, щоб зубчастий вінець увійшов у зачеплення з підвінцевою шестернею;
- встановлюють завантажувальну воронку зі стійкою;
- збирають ущільнення і монтують очисний пристрій. До балки очисного пристрою прикріплюють труби з форсунками, попередньо відрегулювавши кожну форсунку, труби підведення повітря і пристрої для зволоження шихти. Встановлюють кожух зубчастого вінця і укриття завантажувального пристрою.

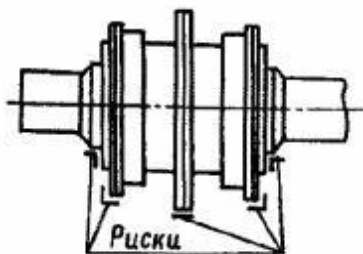


Рисунок 3.1 - Маркування на зубчастій муфті

При установці роликів опор вісь опорних роликів повинна бути паралельна осі барабана, а фіксовані підшипники повинні знаходитися з

боку розвантажувальної частини барабана.

При монтажі зубчастої муфти необхідно витримати збіг рисок (рисунок 3).

Барабан встановлюють на опорні ролики так, щоб бандаж торкався упорного ролика, який звернений у бік розвантажувального пристрою, а між другим упорним роликом і бандажем повинен бути зазор 3 ... 6 мм.

Таблиця 3.1 - Допустимі відхилення при монтажі змішувача

| Відхилення | Значення допустимого відхилення, мм |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Установка рами роликів опор і приводу змішувача по ухилу (на 1 м) | 0,1 |
| Відхилення поперечної осі рам роликів опор від поздовжньої осі змішувача тільки в одну сторону, не більше | 2 |
| Відхилення оброблених поверхонь рам по висоті від номінального розташування, не більше | 2 |
| Відхилення відстані між осями роликів опор уздовж осі барабана | ± 2 |
| Зачеплення зубчастого вінця з подвеневої шестернею: | |
| - пляма контакту по висоті зуба, не менше | 45% |
| - по довжині зуба, не менше | 60% |
| - бічний зазор | 0,7 |
| Місцеве неприлягання бандажа до упорного і опорного роликів, не більше | 0,05 |
| Перекіс валів зубчастої муфти редуктора і підвінцевої шестірні (на 1 м), не більше | 0,1 |
| Паралельний зсув, не більше | 0,15 |
| Перекіс осей еластичної втулконо - пальцевої муфти швидкохідного валу редуктора приводу з валом електродвигуна, не більше | 1° |
| Паралельний зсув, не більше | 0,3 |
| Зазор між різцями і ребрами барабана | 15 + 5 |

3.2 Вибір і розрахунок стропів

Найважливіша і трудомістка операція з підготовки устаткування до установки його в проектне положення - строповка.

На строповку і розстроповку відводиться 10-15% загального часу

монтажу. При виборі способу стропування враховують:

- масу, габарити, конфігурацію, матеріал і положення центру мас піднімаємого апарату або конструкції;
- метод підйому і установки на фундамент апарату або конструкції;
- кількість і характеристику вантажопідйомних засобів, а також конструкцію захоплюючого пристрою;
- висоту і конфігурацію фундаменту під апарат або конструкцію.

До стропування технологічного обладнання висувають такі вимоги: можливо менша трудомісткість і тривалість стропування та розстропування, інвентарність стропових пристроїв і їх надійність.

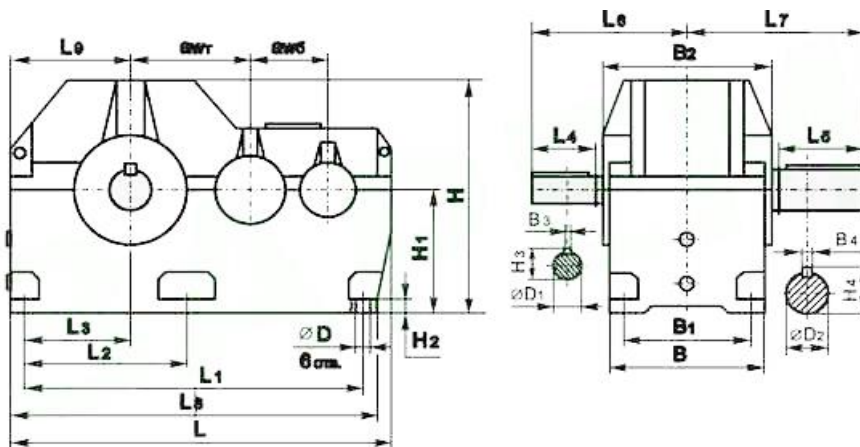


Рисунок 3.2 - Габаритні та з'єднувальні розміри редуктора

Таблиця 3.2 - Габаритні та з'єднувальні розміри

| Типорозмір | Типорозмір | Типорозмір | Типорозмір | Типорозмір | Типорозмір | Типорозмір | Типорозмір | Типорозмір | Типорозмір | Типорозмір | Типорозмір | Типорозмір | Типорозмір | Типорозмір | Типорозмір | Типорозмір | Типорозмір | Типорозмір | Типорозмір |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| ЦДН-630 | ЦДН-22,4 | ЦДН-630 | ЦДН-400 | ЦДН-1960 | ЦДН-1770 | ЦДН-970 | ЦДН-575 | ЦДН-210 | ЦДН-360 | ЦДН-610 | ЦДН-760 | ЦДН-1920 | ЦДН-660 | ЦДН-52 | ЦДН-110m6 | ЦДН-220m6 | | | |
| 630 | 22,4 | 630 | 400 | 1960 | 1770 | 970 | 575 | 210 | 360 | 610 | 760 | 1920 | 660 | 52 | 110m6 | 220m6 | | | |

Таблиця 3.3 - Габаритні та з'єднувальні розміри

| Типорозмір | H | H ₁ | H ₂ | H ₃ | H ₄ | B | B ₁ | B ₂ | B ₃ | B ₄ |
|------------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|
| ЦДН-630 | 1220 | 630 | 60 | 116 | 231 | 650 | 540 | 760 | 28 | 50 |

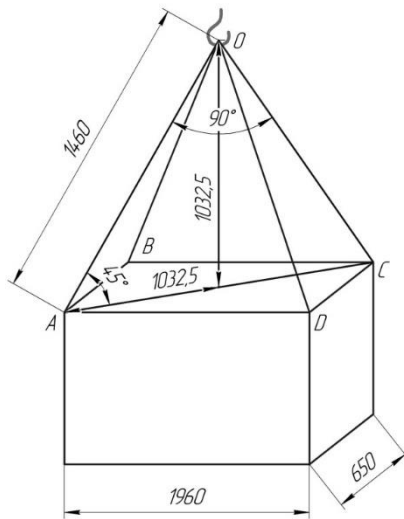


Рисунок 3.3 – Схема строповки редуктора ЦДН – 630

Розрахунок стропів

Приймаємо кут $\beta = 90^\circ$.

Зусилля в канатах:

$$S_{\text{ветв}} = \frac{G}{4 \cdot \cos(\beta/2)} \cdot k_H, \text{ кН}$$

(3.1)

де $G = 15,64$ кН - вага редуктора, k_H – коефіцієнт нерівномірності, $k_H = 1,4$.

$$S_{\text{ветв}} = \frac{15,64}{4 \cdot \cos(45^\circ)} \cdot 1,4 = 7,7 \text{ кН}$$

$$n_{\text{ветв}} = 4$$

$$n_{\text{стр}} = 2$$

$$2S_{\text{ветв}} = S_{\text{стр}} = 7,7 \cdot 2 = 15,4 \text{ кН}$$

Розривне зусилля:

$$P \geq S_{\text{стр}} \cdot k,$$

(3.2)

де k – коефіцієнт запасу міцності, $k = 6$.

Значить:

$$P \geq 15,4 \cdot 6 = 92,4 \text{ кН}$$

Приймаю канат сталевий типу ЛК-О ГОСТ 3077-80.

$$P = 93 \text{ кН, } d = 20 \text{ мм.}$$

$$AC = \sqrt{1960^2 + 650^2} = 2064,9 \text{ мм}$$

$$AO = \frac{2064,9}{2 \cdot 0,707} = 1460 \text{ мм}$$

$$AO = l_{min}$$

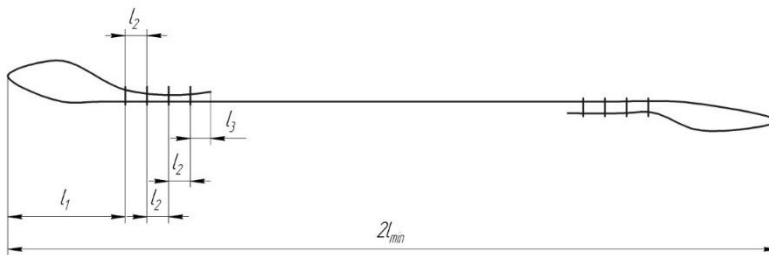


Рисунок 3.4 – Розрахункова схема для визначення довжини заготовки

$$l_{заг} = 2l_{min} + 2(l_1 + l_2 + l_2 + l_2 + l_3)$$

(3.3)

$$l_{заг} = 2 \cdot 1460 + 2(300 + 120 + 120 + 120 + 100) = 4440 \text{ мм}$$

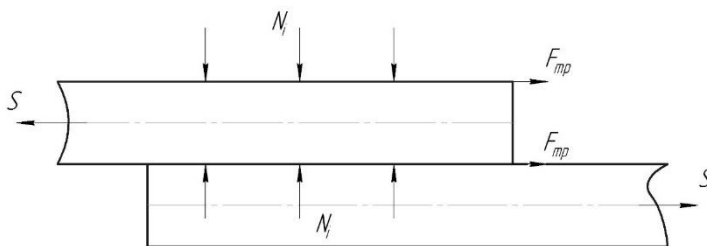


Рисунок 3.5 – Схема діючих сил в канатах

$$S'_{\text{стр}} = 2F_{\text{тр}}, \text{кН}, \quad (3.4)$$

де $F_{\text{тр}}$ - сила тертя між кінцями канатів;

$$F_{\text{тр}} = N_i \cdot n \cdot f, \text{кН}, \quad (3.5)$$

де n - кількість зажимів;

N_i - нормальний тиск одного зажима;

f - коефіцієнт тертя (0,2);

$$F_{\text{тр}} = 48,23 \cdot 4 \cdot 0,2 = 38,58 \text{ кН},$$

Нормальний тиск одного зажима:

$$N_i = \frac{\pi d_1^2}{4} \cdot [\sigma] \cdot n_c, \quad (3.6)$$

де d_1 - діаметр стержня зажима, $d_1 = 16$ мм;

n_c - кількість стержнів в зажимі;

$[\sigma]$ - допустиме напруження для стержнів зажима;

$$N_i = \frac{3,14 \cdot 16^2}{4} \cdot 120 \cdot 2 = 48,23 \text{ кН}$$

Підставивши у формулу 3.4, отримаємо

$$S'_{\text{стр}} = 2 \cdot 38,58 = 77,17 \text{ кН}$$

3.3 Мастило редуктора привода барабанного змішувача

Для зменшення втрат потужності на тертя і зниження інтенсивності зносу поверхонь, що труться, а також для запобігання їх від заїдання, задрів, корозії і кращого відведення теплоти, тертьові поверхні деталей зобов'язані мати надійне змащення.

У машинобудуванні для змащування передач широко застосовують картерну систему змащування. У корпус редуктора або коробки передач заливають масло так, щоб вінці коліс були в нього занурені. При їх обертанні масло захоплюється зубцями, розбризкується, потрапляє на внутрішні стіни корпусу, звідки стікає в нижню його частину. Усередині корпусу з'являється суспензія часток масла в повітрі, яка покриває поверхню розташованих усередині корпусу деталей.

Картерну систему змащування використовують при окружній швидкості зубчастих коліс і черв'яків від 0,3 до 12,5 м/с. При більш великих швидкостях масло скидається з зубів відцентровою силою і зачеплення працює при недостатньому змащуванні. Крім того, помітно збільшуються втрати потужності на перемішування масла і підвищується його температура.

Визначаємо окружну швидкість:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60} \text{ м/с} ,$$

(3.7)

де $d=180$ мм – початковий діаметр шестірні.

$$V = \frac{3,14 \cdot 0,18 \cdot 985}{60} = 9,3 \text{ м/с} .$$

Метод змащування вибирають також на основі аналізу теплового балансу. Кількість теплоти, що виділяється в вузлах тертя двухступінчатого

редуктора, визначаємо за формулою:

$$Q_1 = 860(1 - \eta) \cdot N \cdot 4,1868, \quad (3.8)$$

где η - ККД;

N – передавана потужність.

$$Q_1 = 860(1 - 0,98) \cdot 75 \cdot 4,1868 = 5401 \text{ Дж} / \text{год} \quad (3.9)$$

Кількість теплоти, яка може бути відведена в навколишній простір через стінки корпусу і кришку, визначається за формулою:

$$Q_2 = k(T_2 - T_1) \cdot F, \quad (3.10)$$

де k – загальний коефіцієнт теплопередачі в навколишнє середовище;

$k = 31 \dots 60 \text{ кДж} / (\text{м}^2 \cdot \text{год})$;

T_2 – температура навколишнього середовища;

T_1 – робоча температура масла;

$F = \text{м}^2$ - площа поверхні машини, через яку теплота відводиться в навколишній простір.

Тоді,

$$Q_2 = 31 \cdot (50 - 20) \cdot 9,5 = 8835 \text{ Дж} / \text{год}$$

$Q_1 < Q_2$. У цьому випадку все тепло, що виділяється в вузлах тертя, може бути відведено у навколишній простір шляхом теплопередачі. Тому застосовуємо картерну систему змащування.

Змащування зубчатого зачеплення забезпечується вмочуванням

зубчастого колеса в масло, що заливається всередину корпусу до рівня, забезпечуючого занурення колеса приблизно на 10 мм. Об'єм масляної ванни визначаємо з розрахунку, що на 1 кВт передаваної потужності припадає 0,3...0,5 л масла. Таким чином, загальний об'єм ~ 22,5 л.

Сорт мінерального масла визначається в'язкістю. Відомі в даний час методики дозволяють обчислити цей показник для окремих вузлів тертя (підшипники ковзання, зубчасті зачеплення). В'язкість масла, вживаного в зубчастих зачеплення, визначається за формулою:

$$BU_{50} = \frac{m \cdot q}{20}, \quad (3.11)$$

де BU_{50} – умовна в'язкість масла при температурі 50°C ;

m – коефіцієнт, що залежить від окружної швидкості зубчастих коліс,
 $m = 1,6$.

q – зусилля на одиницю довжини зуба, Н/см.

Зусилля на одиницю довжини зуба:

$$g = \frac{102 \cdot N}{V \cdot B} \text{ кН/см}, \quad (3.12)$$

де $N = 75$ кВт - передавана потужність;

$V = 9,3$ м/с – окружна швидкість;

$B = 20$ см – довжина зуба.

$$g = \frac{102 \cdot 75}{9,3 \cdot 20} = 41,1 \text{ кН/см}$$

$$BU_{50} = \frac{1,6 \cdot 41,1}{20} = 3,3$$

$$g = 7,4 \cdot 3,3 = 24,4 \text{ мм}^2 / \text{с}$$

Отже, приймаємо загальний сорт масла, використовуваний для змащування редуктора *індустріальне ІСТ-30 ГОСТ 20799-75*.

3.4 Розрахунок болтів

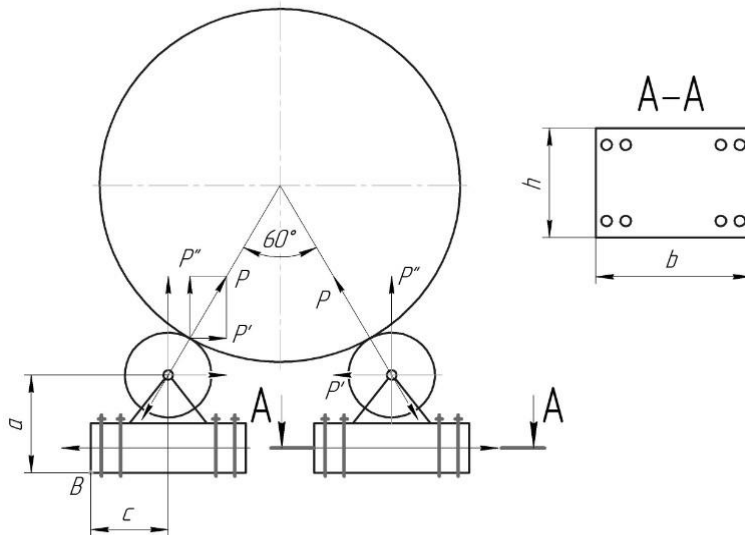


Рисунок 3.4 – Схема до розрахунку болтів роликів опор барабанного змішувача

Навантаження на один ролик:

$$P = \frac{G_6 + G_{ш}}{z \cdot \cos \alpha}, \quad (3.13)$$

де z - число роликів, α - половина кута між роликами.

$$P = \frac{30,968 + 48,23}{4 \cdot \cos 30^\circ} = 224 \text{ кН}$$

$$P'' = P \cdot \cos 30^\circ = 224000 \cdot 0,87 = 194 \text{ кН} \quad (3.14)$$

$$P' = P - P'' = 224000 - 194000 = 30 \text{ кН} \quad (3.15)$$

$$M'_{\text{опр}} = P' \cdot a, \quad (3.16)$$

де $a = 0,55$ м.

$$M'_{\text{опр}} = 30 \cdot 0,55 = 16,5 \text{ кН}$$

$$M''_{\text{опр}} = P'' \cdot c, \quad (3.17)$$

де $c = 0,6$ м.

$$M''_{\text{опр}} = 194 \cdot 0,6 = 116,4 \text{ кН}$$

Площа стика:

$$A_{\text{ст}} = b \cdot h, \quad (3.18)$$

де $b = 1,12$ м, $h = 0,95$ м.

$$A_{\text{ст}} = 1,12 \cdot 0,95 = 1,064 \text{ м}^2$$

$$G_N = \frac{P''}{A_{\text{ст}}} \quad (3.19)$$

$$G_N = \frac{194}{1,064} = 182,3$$

$$G_M = \frac{M'_{\text{опр}} + M''_{\text{опр}}}{W}, \quad (3.20)$$

$$\text{де } W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{1,12 \cdot 0,95^2}{6} = 0,17$$

$$G_M = \frac{16,5 + 116,4}{0,17} = 781,8$$

$$G_{\text{затяжки}} = (G_N + G_M) \cdot 1,8 = (182,3 + 781,8) \cdot 1,8 = 1731,7 \quad (3.21)$$

$$Q_0 = G_{\text{затяжки}} \cdot A_{\text{ст}} = 1731,7 \cdot 1,064 = 1842,6$$

$$Q_6 = \frac{Q_0}{n_6} \quad (3.22)$$

$$Q_6 = \frac{1842,6}{8} = 230$$

Внутрішній діаметр болта:

$$d_1 = \sqrt{\frac{5,2 \cdot Q_6}{[\sigma] \cdot \pi}} \quad (3.23)$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{5,2 \cdot 230}{60 \cdot 3,14}} = 25 \text{ мм}$$

Обираємо болт М27 по ГОСТ 7805-70 з шагом різьби $t = 3$ мм.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Кардинальні правила охорони праці в промисловій безпеці ПАТ «Запоріжсталь»

Співробітник забор'язан знати та виконувати:

«Кардинальні правила охорони праці в промисловій безпеці ПАТ «Запоріжсталь»; вимоги нормативно-правових актів про охорону праці; справжню інструкцію; 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».

Співробітник зобов'язаний:

- користуватися засобами колективного та особистого захисту;
- проводити Аналіз Безпеки Виконання Робіт (АБВР) перед початком роботи, під час роботи та по закінченню роботи; 60
- 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;

- захаращувати проходи, робоче місце та робочий стіл у витяжній шафі;

- вживати алкогольні, наркотичні та токсичні речовини на території підприємства;

- працювати у прикрасах на руках, шії, 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 агломераційному виробництві

Агломераційне виробництво характеризується підвищеною запиленістю у зв'язку з переробкою сипких матеріалів. Так, при вивантаженні вихідних матеріалів запиленість повітря в робочій зоні

становить 12 – 46 мг /м³ (ГДК становить 4 мг/м³), у відділенні розподілу матеріалів – 65 – 180 мг/м³ , у відділенні подрібнення і дроблення – 60 – 600 мг/м³ , у відділенні змішування – 16 – 100 мг/м³ . При скиданні пирога в хвостовій частині стрічки на колосниковий грохот виділяється пил, і його концентрація в робочій зоні змінюється від 160 до 1300 мг/м³ . Рясне пиловиділення спостерігається в процесі сортування агломерату на грохотах (до 5000 мг/м³) і при завантаженні його у вагони. Концентрація пилу над вагонами становить 2,5 – 4,9 г/м³ . Валова кількість пилу при завантаженні становить в середньому 3360 кг/год. На ділянці спікання в робочу зону окрім пилу можуть потрапляти продукти горіння (окисел вуглецю і сірчистий ангідрид). Інтенсивність теплового опромінення на робочих місцях аглофабрики змінюється від 0,35 до 2 кВт/м² , що значно перевищує допустимий рівень (0,14 кВт/м²). Найбільш шумонебезпечним і вібронезбезпечним устаткуванням на аглофабриках є грохоти, дробарки, екстаустери, живильники і змішувачі, рівні звукової потужності яких змінюються від 98 до 115 дБА. Параметри мікроклімату також не відповідають нормативним значенням за температурою, вологістю і швидкістю руху повітря. Так, наприклад , на ділянці спікання температура вища за допустимі норми, а на ділянках дроблення і змішування – нижча за норми .

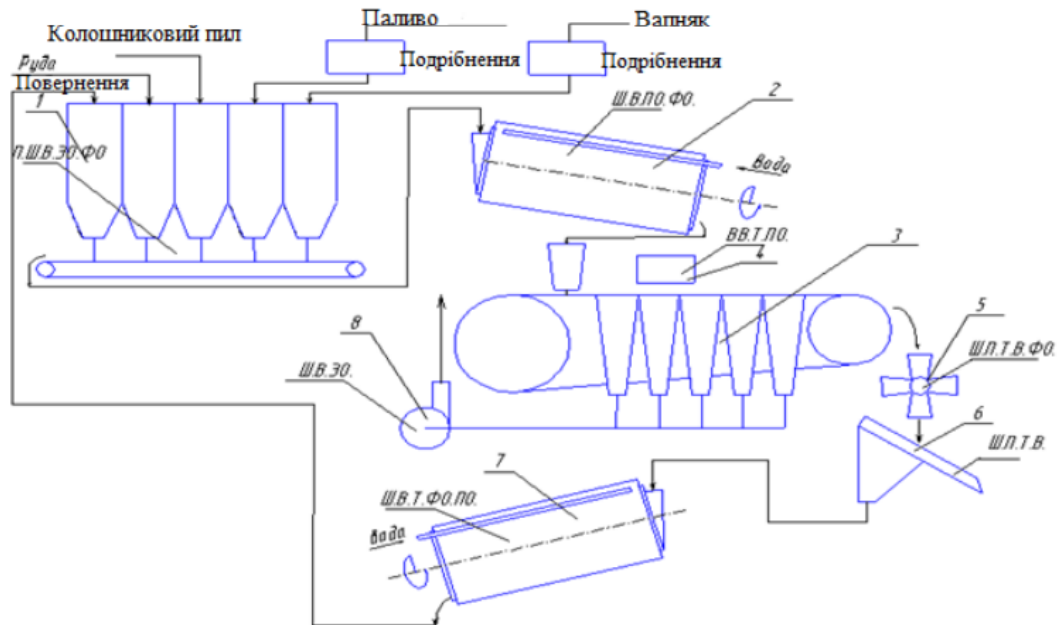
4.3 Характеристика виробництва агломерату з точки зору шкідливих та небезпечних факторів

Агломераційний цех оснащено різноманітним механічним, електричним і підіймально-транспортним устаткуванням, обслуговування якого вимагає чіткого і неухильного дотримання виробничої санітарії.

Практично всі ділянки агломераційного цеху відрізняються одна від

однієї за метеорологічними умовами. В процесі технологічних операцій агломераційного цеху створюються несприятливі умови для обслуговуючого персоналу. На ділянці спікання і транспортуванні гарячого агломерату теплове випромінювання набагато перевищує санітарні норми, має місце знижена вологість повітря, в той час як на інших ділянках виробництва температурні умови відповідають нормам.

Основними шкідливими виробничими факторами в агломераційному цеху є: виділення тепла від технологічного обладнання та готового агломерату; пил, що утворюється при дробленні вапняку та коксу, при пропусканні сипучих матеріалів через грохоти, при транспортуванні матеріалу через перевантажувальні вузли, транспортуванні сипучих матеріалів в бункери накопичувачі, при транспортуванні сипучих матеріалів з бункерів до барабана змішування шихти, при транспортуванні матеріалу від барабана змішування шихти до барабана згрудкування шихти, при отриманні готової продукції та рециклінгу повернення. Також утворення шумів низької і високої частоти, вібрації. Гучними шумами і вібрацією, рівні яких перевищують допустимі норми, супроводжується транспортування шихти, коксу, просипу, і т.д., сортування і дроблення агломерату або його компонентів. На рис. 4.1 приведена апаратурнотехнологічна схема агломераційного процесу з зазначення шкідливих та небезпечних факторів.



1 – шихтові бункера; 2 – змішувальний барабан; 3 – агломашина; 4 – запальний горн; 5 – дробарка; 6 – стаціонарний грохит; 7 – охолоджувальний барабан; 8 – ексгаустер. П – пиловиділення; Т – тепловиділення; В – вібрація; ВР – шкідливі речовини; Ш - шум; ЕО – електрична небезпека; ПО – пожежна небезпека; ФО – фізична небезпека (рухомі частини).

Рисунок 4.1 – Апаратурно-технологічна схема агломераційного процесу

Забруднення повітря газами незначне, але під час спікання токсичні гази потрапляють в невеликій кількості в повітря з виробничого приміщення.

Основні технологічні операції агломераційного цеху супроводжуються виділенням значної кількості пилу. Пил в основному складається з оксидів заліза з домішкою інших речовин.

Несприятливі умови праці спричиняє використання вапна через забруднення повітря вапняним пилом. Пил також виділяється з транспортерів та пристроїв для перевантаження матеріалів.

Як правило, концентрація шкідливих речовин не є постійною протягом робочого дня. Вони збільшуються в кінці зміни, зменшуються під час обідньої перерви або швидко змінюються, що робить людину нестабільною діяльністю, яка в багатьох випадках є більш шкідливою, ніж безперервна, тому що часті і різкі коливання подразника призводять до неспроможності організму адаптуватися.

Розмір пилу коливається в широких межах, великі фракції осідають швидко, а дрібні тривалий час знаходяться в повітрі і саме вони негативно впливають на організм людини. Для боротьби з пилом в цеху використовуються різного роду фільтри, зрошувачі і пилососи. Вміст 51 деяких шкідливих речовин в повітрі робочої зони та характеристика агломераційного пилу наведена в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Зміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони аглоцеху

| Найменування речовини | Концентрація речовини в повітрі, мг/м ³ | ГДК, мг/м ³ | Перевищення в кілька разів |
|-----------------------|----------------------------------------------------|------------------------|----------------------------|
| Агломераційний пил | 17,0 | 4,0 | 4,25 |
| SiO ₂ | 6,1 | - | - |
| CO | - | 20,0 | - |
| SO ₂ | - | 20,0 | - |
| NO ₂ | - | 5,0 | - |

Небезпечними факторами агломераційного цеху є:

- захоплення працівників приводними механізмами та обертовими дробарками;
- отруєння газами (велика кількість шкідливих газів виділяється з шихти при аварійній зупинці ексгаустера);
- під час технічного обслуговування газовідвідної системи спікальних машин є серйозний ризик проникнення димових газів зі збірного димового

борова;

- падіння з висоти; - можливість отримання травм в результаті: руху машин і механізмів; рух виробничого матеріалу; викид гарячого шлаку з-під запального горна;

- ураження електричним струмом при обслуговуванні електрообладнання.

Правильно спроектоване і виконане освітлення на підприємствах забезпечує можливість нормальної виробничої діяльності.

Збереження зору людини, стан її центральної нервової системи і безпека праці значною мірою залежать від освітленості.

Приміщення, по можливості, повинне освітлюватися природним світлом, так як воно сприятливо впливає на психіку. Якщо природного освітлення недостатньо, то необхідно застосовувати штучне освітлення від різних світильників. Нормальна освітленість робочого місця залежить від характеру робіт і становить для приміщення оператора 400 лк , для загального освітлення 50 лк.

4.4 Безпека при роботі з шихтовими матеріалами

4.4.1 Небезпека при обслуговуванні приймальних і шихтових бункерів

Основними видами небезпеки при обслуговуванні прийомних і шихтових бункерів є: засипання людей в бункерах, опіки гарячим поверненням і колошникового пилом, падіння людей у бункери. Застрягання матеріалів в бункерах викликається недостатнім нахилом їх стінок і змерзанням матеріалів в зимовий час.

Для того щоб попередити застрягання матеріалів в бункерах, застосовують циліндричні бункера з конусним низом, які мають нахил не менше 60°. При спорудженні бункерів звичайного типу їх стінкам надають

якомога більший ухил, інакше матеріали будуть затримуватися в ребрах, утворених з сти́ках стінок бункерів.

Бункери для повернення, колошникового пилу, палива і флюсів зроблені закритими. Подача в бункера гарячих матеріалів (повернення, колошникового пилу) викликає опіки працюючих і значно погіршує умови праці, в зв'язку з чим повернення і колошниковий пил попередньо охолоджують.

Щоб уникнути наїздів рухомого складу на працюючих при в'їзді на бункера влаштовують сигналізацію.

Для безпечного обслуговування бункерів уздовж залізничних колій влаштовані ходові майданчики, розташовані на 200 – 300 мм вище рейок.

Для відтавання замерзлої в вагонах руди влаштовують спеціальні приміщення з обладнанням для нагрівання руди. У разі потреби шурування змерзлих в вагонах матеріалів користуються пневматичними молотками. При цьому робітники знаходяться на спеціальному настилі, прикріпленому до бортів вагона, і користуються запобіжними поясами і захисними окулярами.

Щоб усунути небезпеку падіння людей в бункера, над бункерами встановлюються запобіжні решітки. Грати - зварені з сталевих смуг, поставлених на ребро, що забезпечує рівну їх поверхню і попереджає падіння людей при пересуванні по ґратах. Після закінчення розвантаження вагонів залізничні колії і ходові майданчики очищають від залишків матеріалів. При цьому місця роботи захищають сигналами зупинки і виставляють сигналістів для оповіщення людей про наближення складів.

4.4.2 Безпека при експлуатації змішувальних барабанів та при транспортуванні матеріалів

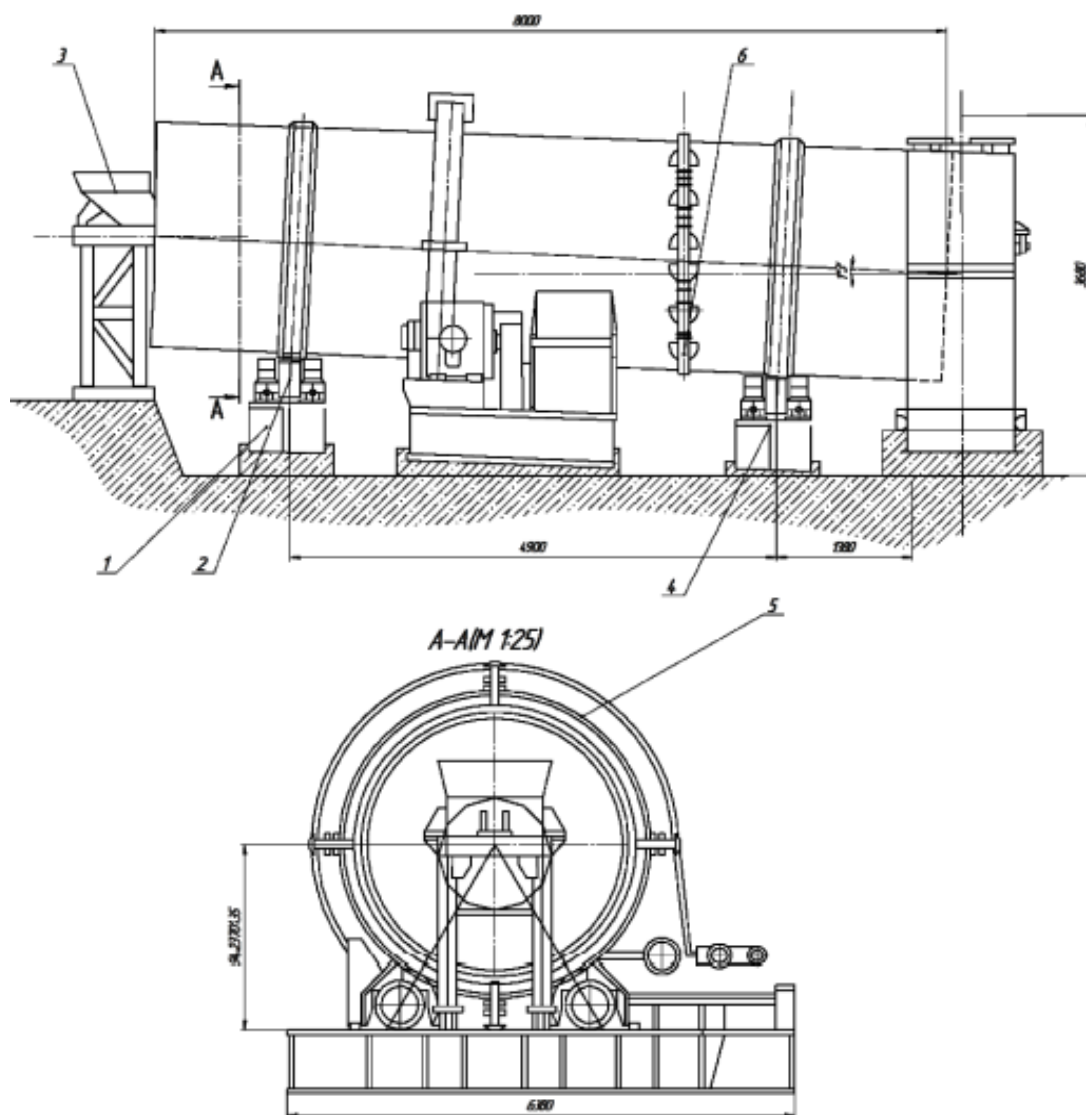
Для попередження травматизму опорні ролики змішувальних барабанів (рис. 4.2), зубчасті вінці, шестерні, сполучні муфти і інші обертові

частини механізмів огорожені кожухами. Змішувальні барабани огорожені ґратами з обох бічних сторін. Обслуговуючому персоналу забороняється заходити за огороження під час роботи змішувального барабана.

У змішувальний барабан подається холодна шихта і гаряче повернення. Під час змішування в барабані виділяється пар і велика кількість пилу. Щоб запобігти попаданню пари і пилу в атмосферу виробничих приміщень, отвори змішувальних барабанів з боку видачі шихти щільно закриті кожухами і обладнані витяжними трубами, виведеними назовні будівлі. Дверцята люка барабана змішувача, призначені для доступу обслуговуючого персоналу всередину при очищенні і ремонті. Чистити або ремонтувати змішувальний барабан, а також відбирати проби матеріалу безпосередньо з барабана під час роботи забороняється.

Щоб уникнути аварійних завалів матеріалами при роботі системи транспортерів влаштоване блокування, що зупиняє суміжні транспортери в разі зупинки одного з них.

Щоб уникнути прокидання матеріалів, ширина стрічки транспортерів більше її робочої частини приблизно на 60 - 80 мм, швидкість руху стрічки не перевищує 1,5 м/хв. Для попередження прокидання матеріалів на внутрішню частину холостої гілки над холостою гілкою транспортера встановлена спеціальна стеля. Конструкція пересувних розвантажувальних візків транспортерів виключає можливість їх перекидання і самовільного пересування. Барабани і бічні сторони візка закриті запобіжними щитами. Колеса розвантажувальних візків огорожені збоку і спереду.



1 – металеві бандажі; 2 – роликові опори; 3 – засипний апарат; 4 – упорні ролики; 5 – барабан; 6 – система зрошення

Рисунок 4.2 – Змішувальний барабан

4.5 Умови праці дозувальника шихтового відділення

До функціональних обов'язків дозувальника шихтового відділення входить дозування компонентів шихти, управління, спостереження за роботою дозувальних пристроїв, регулювання подавання сировини на дозувальні та змішувальні пристрої. Виявлення та усунення несправностей в роботі обладнання, контроль за якістю матеріалів, які шихтуються.

У процесі роботи дозувальники шихтового відділення агломераційного цеху протягом 85 % тривалості робочої зміни підлягають впливу виробничого пилу та цілої низки хімічних речовин, а саме ангідриду сірчастого, вуглецю оксиду, аміаку, азоту діоксиду, марганцю оксиду. Концентрація виробничого пилу в повітрі робочої зони на робочому місці дозувальника в середньому становить $114,71 \pm 8,15$ мг/м³ (ГДК 4 мг/м³), що вище гігієнічного нормативу у 3,93 – 76,26 разів і відносить умови праці до 3 класу 4 ступеня шкідливості. За вмістом хімічних речовин умови праці дозувальників відповідають 3 класу 1 ступеня шкідливості завдяки присутності у повітря робочої зони речовин односпрямованої дії (азот діоксид, ангідрид сірчастий, вуглецю оксид) (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони та оцінка умов праці дозувальників шихтового відділення агломераційного цеху

| Шкідлива речовина, яка виділяється у повітря робочої зони | Концентрація, мг/м ³ | | | Величина ГДК, мг/м ³ | Клас умов праці |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------|--------|--------------|---------------------------------|-----------------|
| | Мін. | Макс. | Середня, М±m | | |
| Виробничий пил | 8,64 | 305,01 | 114,71±8,15 | 4 | 3.4 |
| Вуглецю оксид | 1,1 | 9,6 | 5,2±0,18 | 20 | 2 |
| Аміак | 5,0 | 10,5 | 5,47±0,15 | 20 | 2 |
| Азоту діоксид | 0,2 | 1,21 | 0,67±0,12 | 2 | 2 |

Середній рівень загальної вібрації на робочому місці дозувальника шихтового відділення склав $84,97 \pm 1,84$ дБ, що відповідає 2 класу умови праці. Рівень шуму на робочому місці коливався у межах від 78 до 84 дБА та в середньому склав $81 \pm 1,51$ дБА, що відносить умови праці дозувальника до 3 класу 1 ступеня шкідливості. Робота дозувальника шихтового відділення проводиться у несприятливих мікрокліматичних умовах майже весь робочий час (85 % робочої зміни) і відносить умови праці до 3 класу 3 ступеня шкідливості (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 Гігієнічна оцінка умов праці за показниками мікроклімату на робочому місці дозувальника шихтового відділення агломераційного цеху

| Фактори | | Мін. | Макс. | Середня, M±m | ГДР | Клас умов праці |
|------------------------------------|----------------------|------|-------|------------------|---------|-----------------------|
| Температура повітря (°C) | Теплий період року | 12,4 | 44,2 | $32,7 \pm 1,21$ | 15–26 | 3.3 |
| | Холодний період року | 8 | 20,3 | $13,17 \pm 0,71$ | 13–19 | 2 |
| Вологість повітря (%) | Теплий період року | 11 | 54 | $58,67 \pm 1,25$ | 55 | 3.1 |
| | Холодний період року | 42 | 73 | $59,22 \pm 1,76$ | 75 | 2 |
| Швидкість руху повітря (м/с) | Теплий період року | 0,3 | 0,7 | $0,5 \pm 0,02$ | 0,5–0,6 | 2 |
| | Холодний період року | 0,3 | 0,6 | $0,44 \pm 0,02$ | ≤0,5 | 2 |

За показниками важкості праця дозувальника шихтового відділення, де величина статичного навантаження за зміну при утриманні вантажу за участю м'язів тулуба і ніг складає $156912 \text{ кг} \cdot \text{с}$, перебування у вимушеному положенні тіла понад 34 % тривалості робочої зміни, переміщення вантажу понад 8 кг, здійснення переходів, обумовлених технологічним процесом до 0,8 км за зміну, виконання 238 вимушених нахилів понад 300 за зміну, відповідає 3 класу 1 ступеня шкідливості. Напруженість праці дозувальника

шихтового відділення характеризується тримінною працею, 8-ми годинним робочим днем, тривалим спостереженням за технологічним процесом (70 % робочої зміни) і відноситься до 3 класу 1 ступеня шкідливості.

Таким чином, умови праці дозувальника шихтового відділення агломераційного цеху за показниками шкідливості та небезпечності, важкості та напруженості відповідають 3 класу 4 ступеня шкідливості і характеризуються як шкідливі та важкі.

Висновки

1. Ознайомлений з технологією й устаткуванням барабанного змішувача аглофабрики металургійного комбінату «Запоріжсталь» показало, що одним з основних «вузьких» місць барабанного змішувача є незадовільна робота привода який здійсненній через відкриту зубчасту передачу.
2. На підставі наведеного огляду й аналізу технічної літератури встановлено, що для процесу змішування шихти у світовій практиці використовуються різні конструкції машин, серед яких перевага належить барабанним змішувачам, які мають ті ж самі недоліки, що й барабанний змішувач агломераційної шихти металургійного комбінату «Запоріжсталь».
3. В результаті модернізації барабанного змішувача будуть досягнуті наступні цілі - збільшення продуктивності, терміну служби, зменшення вібраційного навантаження, а також збільшення міжремонтних періодів.
4. Проведені розрахунки на міцність найбільш навантажених деталей і вузлів барабанного змішувача, які вказують на високу працездатність і надійність машини.
5. Для забезпечення необхідних показників роботи машини слід враховувати вимоги щодо її монтажу та експлуатації, які наведено в розділі 3, а для створення безпечних умов праці персоналу й охорни навколишнього середовища необхідно застосувати заходи, які наведено в розділі 4.
6. Результати роботи можуть бути використані не тільки на комбінаті «Запоріжсталь», але й на інших підприємствах чорної й кольорової металургії.

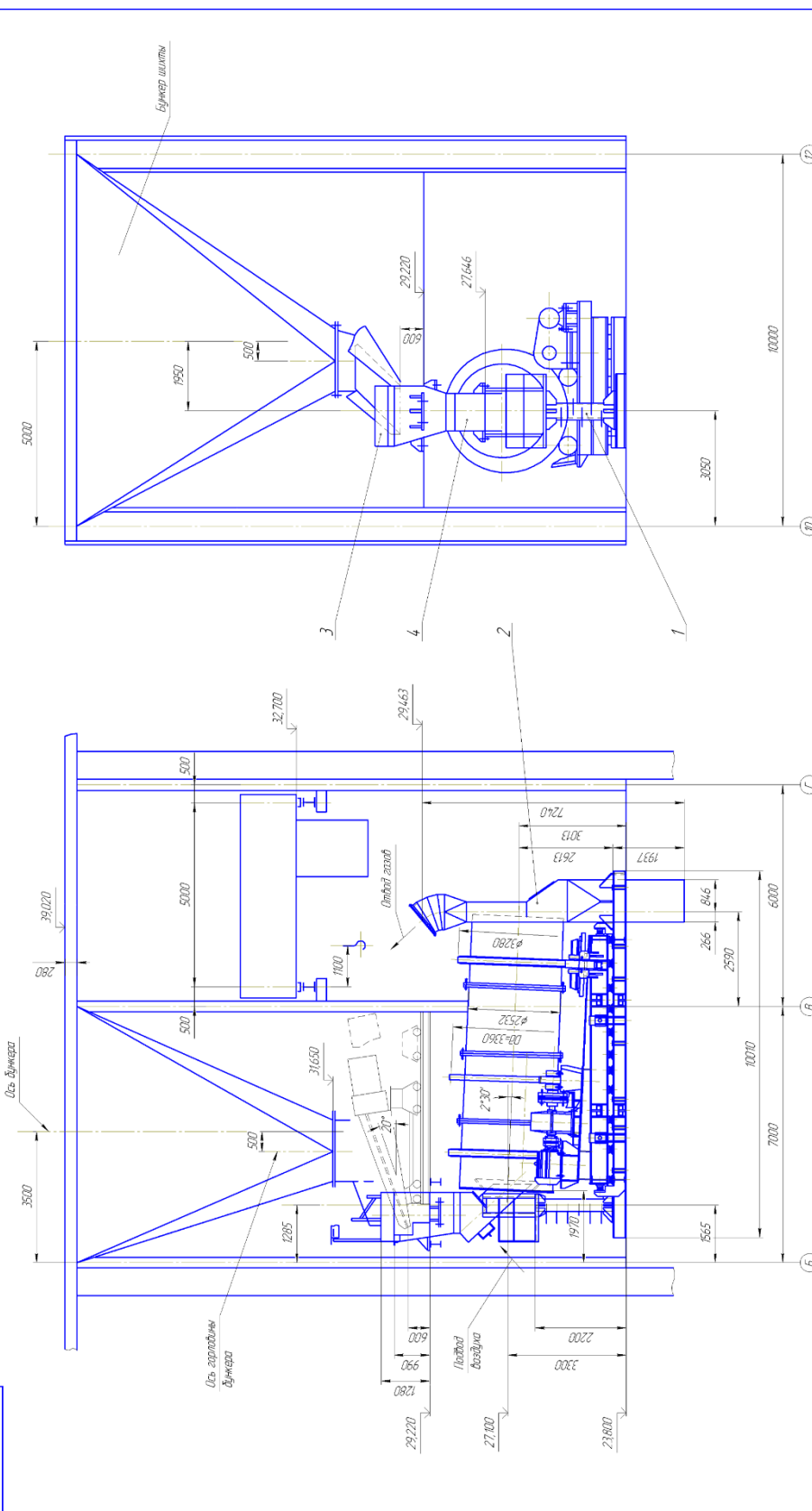
Список використаних джерел

1. <https://zaporizhstal.com/>
2. <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/283759/>
3. Анур'єв В.І. Довідник конструктора-машинобудівника: В 3-х томах.- М.:Машинобудування, 2001.- т.1 – 920с.; т.3.-557с.
4. Седуш В.Д. Надійність, ремонт та монтаж металургійних машин. М.: Вища школа, 1976г.
5. Притикін Д.П. Надійність, ремонт та монтаж металургійного обладнання.: Підручник для вузів. М.: Металургія, 1985.- 368с.
6. Надійність, ремонт і монтаж металургійних машин. Підручний для вузів. Плахтин В.Д. М.: Металургія, 1983. 415с.
7. Макаров Ю.І. Апарати для змішування сипких матеріалів М.: Машинобудування, 1973. 216 с.
8. Іванец В.Н. Нові конструкції змішувачів для багатокomпонентних композицій. Хімічне та нафтове машинобудування. 1992. №1.
9. Змішувачі для сипких та пастоподібних матеріалів. Кат. М. ЦИНТІ хімнафтомаш, 1985. 78 с.
10. Першин В.Ф. Методи розрахунку та нові конструкції машин барабанного типу для переробки сипких матеріалів: дис. доктора технічних наук.: 1994. 431 с.
11. Засельській В.Й., Вітітнев Ю.І., Учитель С.А. Конструкції змішувачів та оцінка ефективності їх роботи під час підготовки металургійної сировини. Теорія та практика металургії. 2011. № 3-4.
12. Засельській В.Й., Вітітнев Ю.І., Учитель С.А. Розробка нових апаратів для примусового змішування компонентів аглошихти. Чорна металургія 4 (1324). М.: 2010.
13. . Большаков В.І., Учитель А.Д., Засельській В.Й., Пополов Д.В., Учитель С.А., Коноваленко В.В. Розрахунок металургійних машин. Обладнання випалювальних та агломераційних цехів. Кривий Ріг.: 2012. 336 с.

14. Закон України «Про охорону праці». - К.: Основа, 2003. - 56 с.
15. Охорона праці / За ред. В.Кучерявого. – Львів: Оріяна-Нова, 2007. – 368с.
16. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності чинників виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу / МОЗ України. — К., 1998. — 34 с.
17. Гогіташеїлі Г. Г. Управління охороною праці на підприємстві. — Л.: Львів, політехн. ін-т, 1991. — 38 с.
18. Охорона праці і бізнес. Субрегіональне бюро для країн Східної Європи і Центральної Азії. - М .: МОП, 2010. - 132 с.
19. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання / К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний та ін. – К.: Основа, 2009 – 448 с.
20. Регламент ОВС. Запоріжжя : ПАТ «Запоріжсталь», 2018. 13 с.
21. Трахтенберг І. М., Коршун М. М., Чебанова О. В. Гігієна праці та виробнича санітарія. Київ : Либідь, 1997. 62 с.

ДОДАТКИ

ИТЛП 002245 000 БР



Технические требования

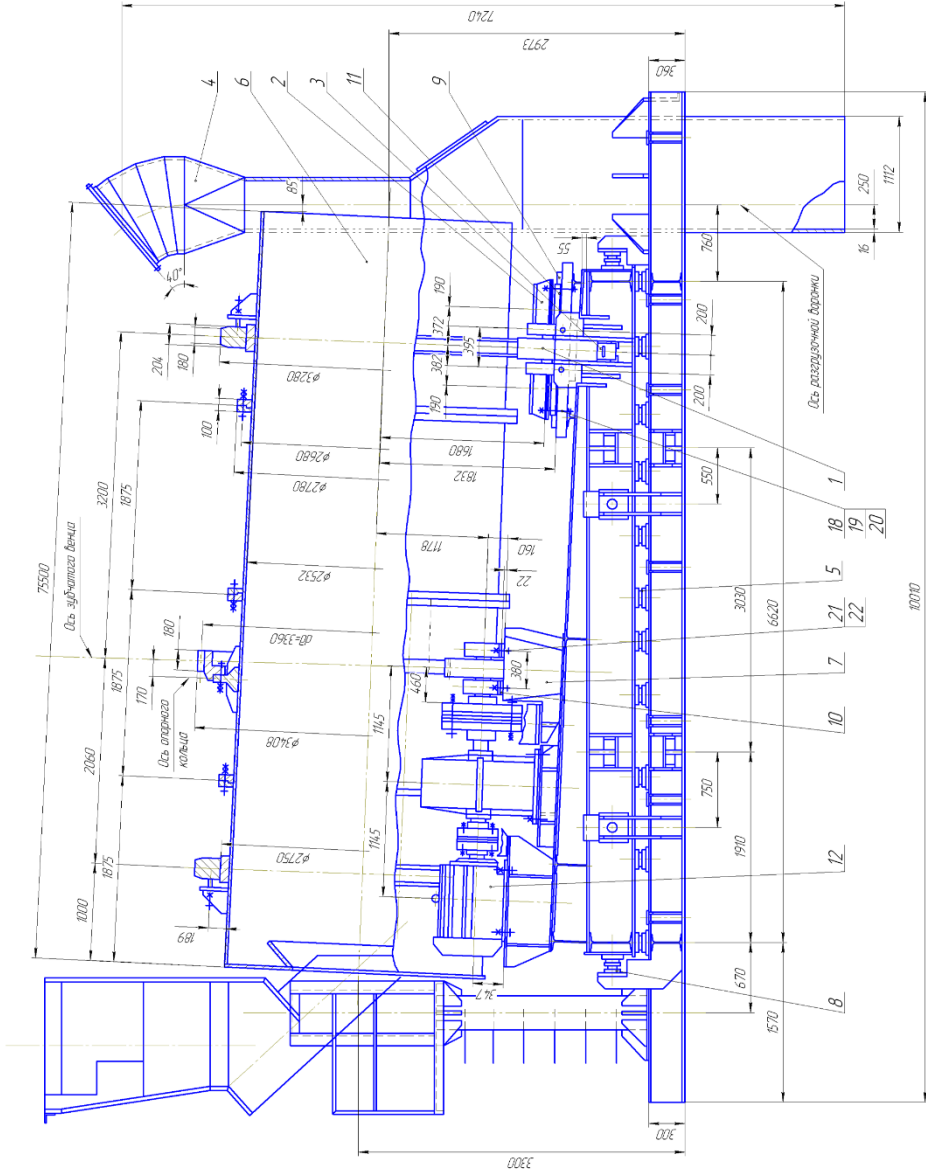
1. Размеры для справок.
2. Сборка шоб по ГОСТ 9467-75
3. Сборку выполнять электротехны типа Э-42 ГОСТ 9467-75

Техническая характеристика

- | | |
|---------------------------------------|--------|
| 1. Число обмоток | 8,48 |
| 2. Диаметр обмотки | 25 |
| 3. Длина обмотки | 75 |
| 4. Объем перемоточных материалов | 16,944 |
| 5. Исходный вес стержневого материала | 191 |
| 6.1. Электротехнический материал | 985 |
| 6.2. Резинотехнический материал | 75 |
| 6.3. Резинотехнический материал | 224 |
| 6.4. Резинотехнический материал | 3380 |

| | | | | |
|---------------------|--------------|------|--------|------|
| ИНИ БР 213-94 ТООСК | | Лист | № | Дата |
| № | Исполнитель | № | Дата | Дата |
| 1 | Чупаева С.С. | 1 | 6.9.17 | 15.0 |
| 2 | Давыдов А.А. | | | |
| 3 | Давыдов А.А. | | | |
| 4 | Давыдов А.А. | | | |
| 5 | Давыдов А.А. | | | |
| 6 | Давыдов А.А. | | | |
| 7 | Давыдов А.А. | | | |
| 8 | Давыдов А.А. | | | |
| 9 | Давыдов А.А. | | | |
| 10 | Давыдов А.А. | | | |

МШПД 002245-000.05



Техническая характеристика

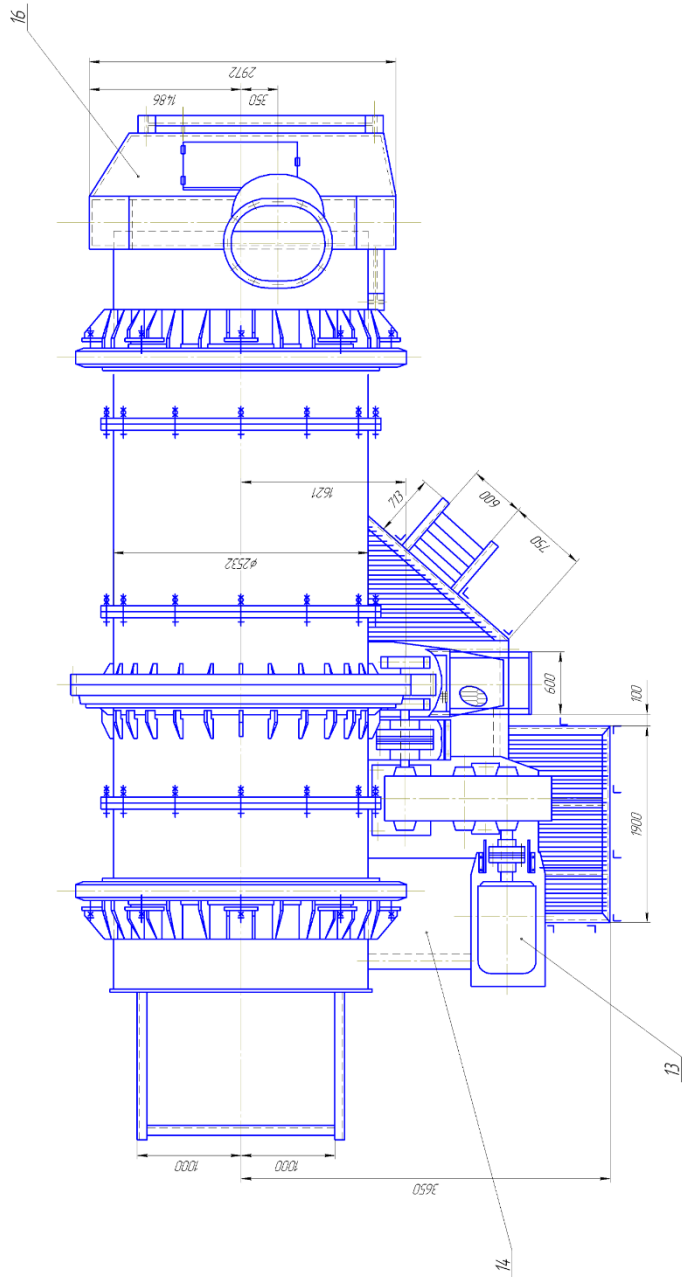
- 1 Число оборотов вала, об/мин - 848
- 2 Диаметр вала (внутр), мм - 275
- 3 Диаметр вала (внеш), мм - 186
- 4 Диаметр опорного колеса I - 186,64
- 5 Диаметр опорного колеса II - 600
- 6 Период
- 7 Электродвигатель А0-94-6
- 8 Частота вращения об/мин - 985
- 9 Мощность кВт - 75
- 10 Радиатор ШИП-6307-224-21
- 11 передаточное число I - 22,4
- 12 передаточное число II - 33,80
- 13 масса изделия кг -

Технические требования

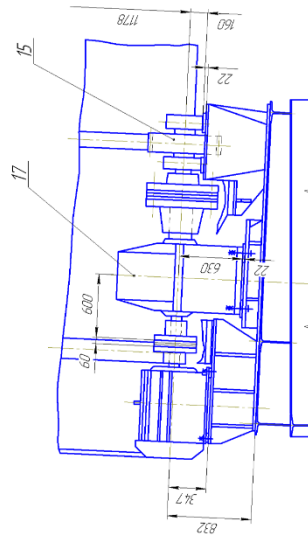
- 1 Размеры изготовительные
- 2 ± 7%
- 3 Шероховатость поверхности кромок реза ВЧ деталей - Ra50
- 4 Стальные шки по ГОСТ 5204-80
- 5 Сборку деталей электродвигателя по 3-4.2 ГОСТ 9467-75

| | | | | | | |
|------------------------|--------|--------|--------------------|----------|--------|--------|
| ИИИ БР 213-94.100СК | | | Итого | Всего | Итого | Всего |
| | | | Лист | Листов | Лист | Листов |
| № | И.И.И. | М.И.И. | И.И.И. | М.И.И. | И.И.И. | М.И.И. |
| Исполнительный договор | | | № | 6927/120 | | |
| L=7,5 M | | | | | | |
| Итого | | | 3 (лист 000001) 00 | | | |
| Итого | | | 3 (лист 000001) 00 | | | |

ИПН БР 213-94 2000К



Вращающийся рабочий с редуктором ШПН-530

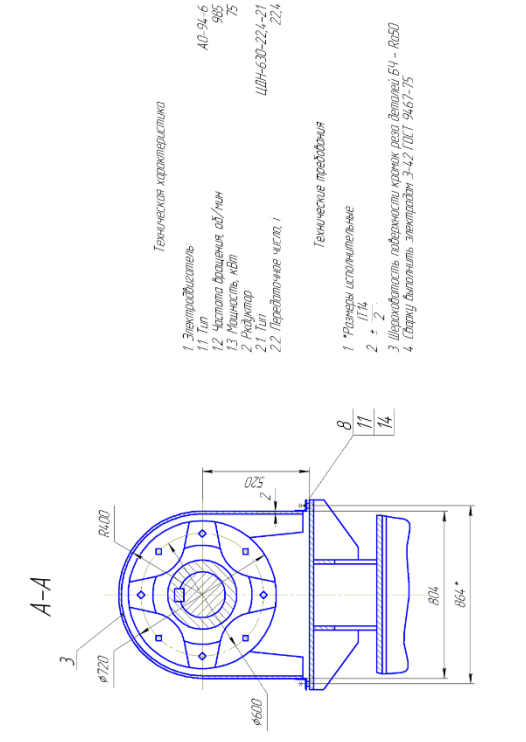


ИПН БР 213-94 2000К

ИПН БР 213-94 2000К

Лист 21

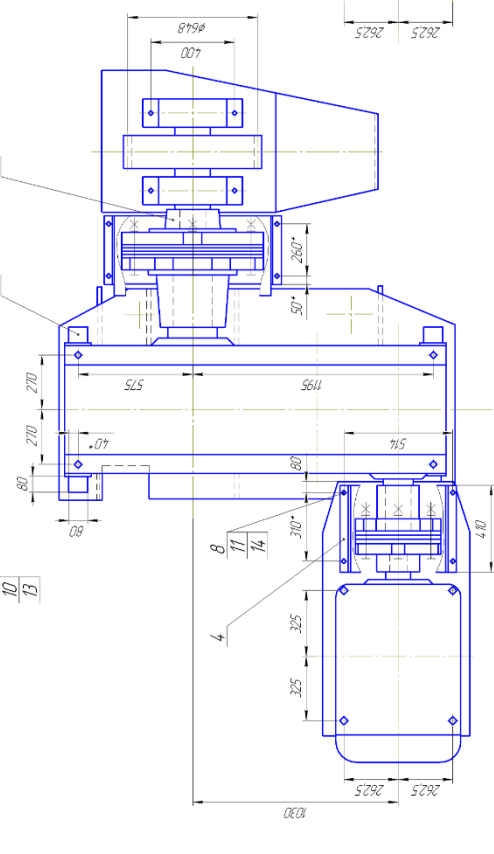
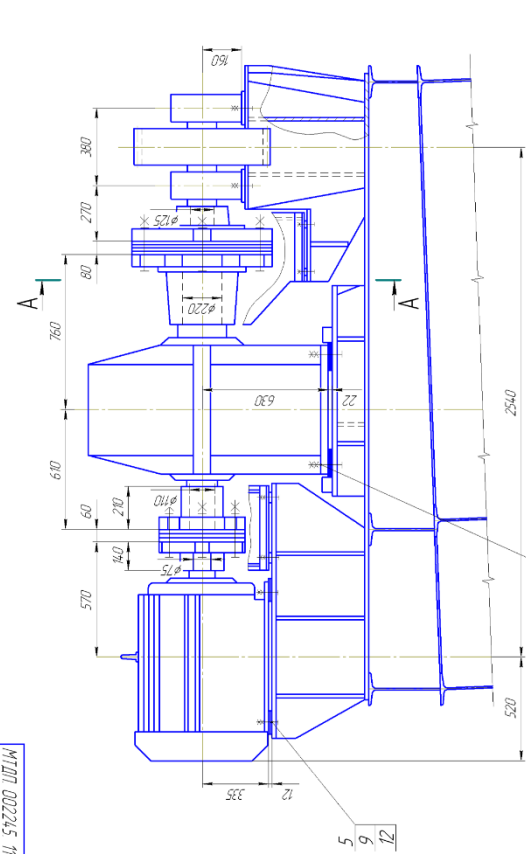
МТДЛ 002215 Т10 С5



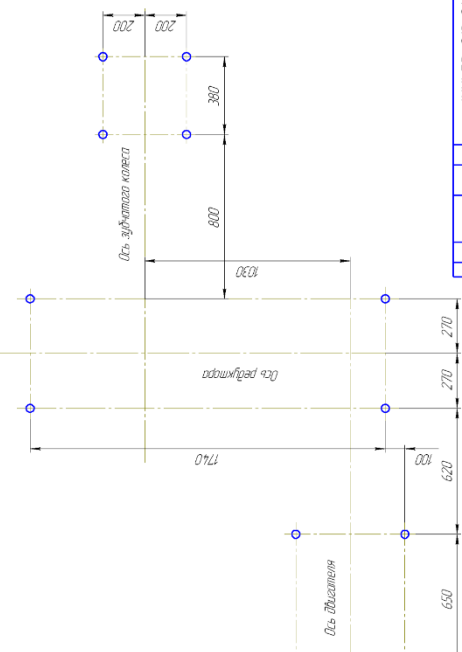
Техническая характеристика

1. Электровыдача
 11 Тип А0,94-6
 12 Частота вращения об/мин 900
 13 Напряжение кВ 15
 21 Тип тока ШН-630-221-21
 22 Предельные часы 224

2. Технические требования
 1. Размеры исполительные
 2 ± 2
 3 Вертикальность поверхности краев раст 0,1 - 0,50
 4 Свободь вытопить электродавы 3-42 11/27 5/67-75



План расположения отверстий болтов



| | | | | |
|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Исполн. | М. Виноградова | М. Виноградова | И. Виноградова | И. Виноградова |
| Провер. | С. Виноградова | С. Виноградова | С. Виноградова | С. Виноградова |
| Дата | 14.07.15 | 14.07.15 | 14.07.15 | 14.07.15 |
| Лист | 4/7 | 4/7 | 4/7 | 4/7 |

ИИИ БР 213-94 ТООСКС

Прибор бароработы

