

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М.ПОТЕБНИ

Металургійних технологій, екології та техногенної безпеки

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота / проєкт

перший (бакалаврський)

(рівень вищої освіти)

на тему Реконструкція агломераційного цеху в умовах ПАТ «Запоріжсталь»

Виконав: студент V курсу, групи 6.1360-м-з
спеціальності 136 Металургія

(код і назва спеціальності)

освітньої програми Металургія

(код і назва освітньої програми)

спеціалізації

(код і назва спеціалізації)

В.С.Безрук

(ініціали та прізвище)

Керівник проф., д.х.н, проф. Прутцьков Д.В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент доц., к.т.н., доц. Проценко В.М.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя
2024

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра Металургійних технологій, екології та техногенної безпеки
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
Спеціальність 136 Металургія
(код та назва)
Освітня програма Металургія
(код та назва)
Спеціалізація _____
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____
« _____ » _____ 20 _____ року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ/ПРОЄКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

_____ Безруку Валерію Сергійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проєкту) Реконструкція агломераційного цеху в умовах ПАТ «Запоріжсталь»

керівник роботи Прутцьков Дмитро Володимирович, д.х.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від «26» грудня 2023 року №2212-с

2 Строк подання студентом роботи 20.05.2024

3 Вихідні дані до роботи Розробити проєкт реконструкції агломераційного цеху в умовах ПАТ «Запоріжсталь»

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

Реферат; вступ; 1 Загальна частина; 2 Конструкційна частина; 3 Технологічна частина; 4 Охорона праці та техногенна безпека; Висновки; Перелік джерел посилання

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 10 креслень

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 Загальна частина	Прутцьков Д.В., професор		
2 Конструкційна частина	Прутцьков Д.В., професор		
3 Технологічна частина	Прутцьков Д.В., професор		
4 Охорона праці та техногенна безпека	Прутцьков Д.В., професор		

7 Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ, реферат	15.04-22.04.2024	
2	1 Загальна частина	23.04-30.04.2024	
3	2 Конструкційна частина	01.05-08.05.2024	
4	3 Технологічна частина	09.05-16.05.2024	
5	4 Охорона праці та техногенна безпека	17.05-24.05.2024	
6	Висновки, перелік джерел посилання	25.05-26.05.2024	

Студент _____ В.С.Безрук _____
(підпис) (ініціали та прізвище)Керівник роботи (проєкту) _____ Д.В.Прутцьков _____
(підпис) (ініціали та прізвище)**Нормоконтроль пройдено**Нормоконтролер _____ Ю.О.Белоконь _____
(підпис) (ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 90 с., 13 табл., 23 рис., 15 джерел

АГЛОМЕРАТ, КОНВЕЕРНА МАШИНА, ЗМІШУВАЛЬНИЙ БАРАБАН,
ДРОБАРКА, ЗВОРОТ, ШИХТА, ГРОХОТ, ФЛЮС

Мета роботи – обґрунтування необхідності реконструкції аглоцеху і його основного устаткування, розробка та удосконалення сучасної технології виробництва агломерату на агломераційних машинах 75м².

В загальній частині представлено обґрунтування доцільності проведення реконструкції цеху і використання визначених проектних рішень. Показано основні характеристики проектування цеху з виробництва агломерату. Коротко викладено опис цеху і використане для виробництва агломерату обладнання.

В конструкційній частині наведений опис агломераційної машини; приведено розрахунки основного устаткування, шихти, теплового і матеріального балансу.

В технологічній частині розглянуті питання фізико-хімічних властивостей, призначення і область застосування агломерату, описана технологія виробництва агломерату на агломераційних машинах площею спікання 75 м².

У частині «Охорона праці та техногенна безпека» розглянуті основні шкідливі і небезпечні чинники агломераційного виробництва і запропоновані заходи щодо їх усунення. Приведено розрахунок кабіни оператора спікального відділення.

Запропонована технологія рекомендується для впровадження в умовах агломераційних цехів України.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....	10
1.1 Характеристика технологічного процесу і устаткування агломераційної фабрики	10
1.2 Технологія виробництва агломерату.....	11
1.2.1 Технологічні особливості виробництва агломерату.....	11
1.2.2 Агломераційна шихта	15
1.2.3 Усереднення сировини	17
1.3 Реконструкція агломераційного цеху з переходом на експлуатацію агломераційних машин площею спікання 75 м ²	20
1.3.1 Характеристика існуючого положення.....	20
1.3.2 Варіанти реконструкції агломераційного цеху	21
1.3.3 Аналіз продуктивності існуючих трактів шихти і звороту.....	25
2 КОНСТРУКЦІЙНА ЧАСТИНА	27
2.1 Загальна характеристика спікального відділення.....	27
2.2 Агломераційна машина АКМ – 75	28
2.3 Візок для спікання ТС-3	30
2.4 Дробарка одновалкова гарячого агломерату.....	31
2.5 Вібраційний грохот	33
2.6 Барабан змішувача	34
2.7 Устаткування для охолодження агломерату	34
2.8 Барабан охолодження звороту	36
2.9 Вантажопідйомне устаткування	38
2.10 Аспірація	38
3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	40
3.1 Виробництво офлюсованого агломерату.....	40
3.1.1 Технологія виробництва офлюсованого агломерату.....	40
3.1.2 Змішування шихти	41
3.1.3 Спікання агломерату.....	43

3.1.4 Запалювання палива в шарі шихти.....	47
3.1.5 Запалювальний горн	49
3.2 Фізико-хімічні перетворення в шарі, що спікається.....	53
3.2.1 Послідовність процесів, що відбуваються в шарі шихти, що спікається	53
3.2.2 Горіння палива в шарі шихти.....	54
3.3 Вплив різних факторів на процес агломерації	58
3.3.1 Вплив звороту на режим спікання агломерату	58
3.3.2 Вапно як інтенсифікаторів процесу спікання	59
3.4 Способи покращення якості агломерату	62
3.4.1 Збільшення висоти шару, що спікається	62
3.4.2 Вплив сегрегації шихти на якість агломерату.....	64
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА	66
4.1 Аналіз потенційно шкідливих і небезпечних чинників виробничого середовища агломераційного цеху	66
4.2 Розробка заходів захисту від впливу небезпечних і шкідливих чинників виробничого середовища агломераційного цеху.....	69
4.3. Заходи з електробезпеки.....	71
4.4 Заходи пожежної безпеки	72
4.5 Технічні заходи виробничої санітарії	73
4.5.1 Освітлення виробничих приміщень	73
4.5.2 Опалення та вентиляція	74
4.5.3 Виробничий шум, виробнича вібрація.....	77
4.5.4 Виробничі випромінювання.....	78
4.5.5 Об'ємно-планувальні рішення будівель і споруд цеху.....	78
4.5.6 Санітарно - побутові приміщення	78
4.5.7 Заходи техніки безпеки.....	80
4.6 Розрахунок протишумного пульта управління в спікательному відділенні аглоцеху	81
ВИСНОВКИ.....	86
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	89

ВСТУП

Рівень розвитку країни, її індустріальна і оборонна потужність значною мірою визначається об'ємом виплавки чавуну. Гірничо-металургійний комплекс розглядається як базова галузь народного господарства, що дає можливість виконувати важливі народногосподарські завдання.

Мета розвитку металургії є створення збалансованої галузі, орієнтованої на виробництво конкурентоздатної продукції з обов'язковим вирішенням екологічних і соціальних проблем. Ефективність виплавки чавуну в доменній печі багато в чому залежить від вмісту заліза в рудній частині шихти, від величини і міцності шматків сировинних матеріалів, що завантажуються в піч. Добре підготовлена сировина дає можливість доменним печам працювати рівномірно з високою продуктивністю.

У сучасних умовах головними напрямками підготовки залізорудної сировини до плавки є усереднювання, збагачення і кускування, розвиток якого в світі йде в двох напрямках:

- агломерація рудної дрібниці, залізорудних концентратів і відходів металургійної переробки;
- грудкування залізорудних концентратів глибокого магнітного збагачення.

Кускування є завершальним і тому важливим етапом підготовки залізорудних матеріалів до плавки. Значення його безперервно зростає, оскільки залучення до експлуатації родовищ бідних руд і кварцитів збільшує кількість концентратів, що вимагають обов'язкового кускування, крім того, значну частину багатих руд так само не можна використовувати без спікання.

Агломераційний процес зайняв одне з провідних місць в підготовці рудної сировини до плавки. Агломераційні цехи стали невід'ємною частиною сучасного металургійного виробництва, а продукція їх – одним з головних чинників, що сприяють підвищенню ефективності роботи доменних печей.

Мета агломерації полягає в кусуванні руд дрібних фракцій (у вигляді пилу), колошникового пилу і рудних концентратів. При завантаженні цих видів сировини в доменну піч без попереднього кускування, значна частина дрібних ма-

теріалів виноситься з печі газами. Решта створює в печі вельми щільний стовп шихти з мінімальною газопроникністю. Інтенсивність доменної плавки різко знижується, хід печі стає нестійким [1].

При роботі печі на такій шихті значно зростає тиск дуття на фурмах і втрахах натиску дуття в стовпі шихти. Це у свою чергу приводить до уповільнення опускання шихти (тугий хід печі) або до повної зупинки руху шихти в печі (підвисання шихти).

У багатьох випадках це приводить до каналного ходу печі. Підготовлена до плавки огрудкована високоякісна шихта дозволяє значно поліпшити хід доменних печей, понизити винесення пилу, зменшити питому витрату коксу і збільшити виробництво.

Численні методи агломерації залежно від способу нагріву матеріалу, можна розбити на 2 групи. До першої групи відносяться способи, в яких тепло необхідне для нагріву матеріалу, вноситься до його об'єму у вигляді гарячих газів, нагрітих поза цим об'ємом. До найбільш відомих методів агломерації першої групи відносяться процеси отримання агломерату в зваженому стані і в трубчастих печах, що обертаються. Унаслідок великого виносу пилу і підвищеної витрати тепла ці методи в даний час в металургійній практиці не застосовуються. До другої групи відносяться способи, в яких тепло утворюється при горінні твердого палива усередині самого спікаємого шару. Мається на увазі агломерація методом просмоктування. Цей спосіб агломерації є зараз основним в світовій практиці агломерації.

Агломерація – це процес кускування дрібного залізняку і концентратів спіканням їх за рахунок спалювання палива в самому залізорудному матеріалі з метою надання ним певних металургійних, фізичних і механічних властивостей. У 1911р. була введена перша стрічкова агломераційна машина Дуайт-Ллойда в Бердаборо (США). До основних переваг конвеєрних агломераційних машин слід віднести:

- повну механізацію процесу спікання, починаючи із завантаження шихти і кінчаючи розвантаженням готового агломерату;
- безперервність роботи, що забезпечує високу продуктивність агрегату;

- відносно простий пристрій агломераційної машини (конструкція машини забезпечує мінімальну кількість простоїв із-за аварій);
- безпечні умови праці;
- габарити машини і розташування вузлів завантаження і розвантаження дозволяють зручно компоувати корпуси для установки машин.

Метою даної роботи є реконструкції агломераційного цеху з метою збільшення продуктивності до 6,2 мільйонів тонн агломерату в рік, при підвищенні якості агломерату.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика технологічного процесу і устаткування агломераційної фабрики

Аглофабрика комбінату «Запоріжсталь» введена в експлуатацію в серпні 1951 року у складі чотирьох агломераційних машин К-2-50. В даний час на агломераційній фабриці експлуатуються шість агломашин загальною площею спікання 375 м². Продуктивність агломашин складає 5,5 мільйонів тонн агломерату на рік. Така продуктивність досягнута за рахунок збільшення площі спікання на кожній з машин з 50 м² до 62,5 м², тобто на 25%.

Залізна руда і концентрат, необхідні для отримання агломерату, доставляються з рудного двору і поступають в шістнадцять бункерів об'ємом 45 м³ кожен. Кокс дрібної фракції, штиб і колошниковий пил поступають відповідно в дванадцять бункерів такого ж об'єму. Бункери розміщені в два ряди і обладнані тарілчастими живильниками. Для подрібнення вапняку на аглофабриці застосовується три молоткові дробарки продуктивністю 150 - 200 т/год. і дванадцять грохотів, які повністю забезпечують потребу фабрики у вапняку фракцією до 3 мм. Паливо дробиться в 6-ти чотиривалкових дробарках, що забезпечують подрібнення палива до 3 мм. Подрібнені матеріали подаються транспортерами в шихтове відділення, яке складається з тридцяти двох бункерів корисним об'ємом 175 м³ кожен, обладнаних електровіброживильниками. За допомогою вагів і живильників проводиться дозування по масі компонентів шихти, виходячи з їх фізико-хімічних властивостей і вимог, що пред'являються до агломерату.

Шихтові матеріали, що дозуються, подаються на два паралельних збірних конвеєра і доставляються в корпус спікання. Завантаження шихтою бункерів агломашини здійснюється автостелами. Об'єм кожного бункера 100 м³.

Всі компоненти в строгому масовому співвідношенні прямують в барабанний змішувач, де частково звожуються і ретельно перемішуються, потім шихтові матеріали подають на додаткове зволоження і грудкування в барабанний огрудковач. При зволоженні дрібні частини злипаються в невеликі (0,5 – 1,5 мм)

грудочки і газопроникність шару, що спікається, значно збільшується. Хороша газопроникність і огрудкованість шихти досягається при змішуванні із зволоженням (додається 7 - 9 % води від маси шихти). Шихта стає зернистою і рихлою.

З барабанного огрудковувача аглошихта поступає в проміжний бункер. Рівень шихти підтримується постійним, що забезпечує безперебійне і рівномірне надходження шихти на стрічку агломашины.

Запалення шихти відбувається під горном. Витрата природного газу складає 600 - 800 м³/год., повітря – 1300 - 1400 м³/год. При даній витраті газу досягається температура, необхідна для запалення палива в шихті (1250°С).

Стрічка агломашины рухається безперервно, з постійною швидкістю 1,0 – 1,5 м/хв. Через шар шихти постійно, зверху вниз, просочується повітря, яке необхідне для підтримки процесу горіння палива, а також для охолодження шихти, що спеклася в агломерат, після вигорання палива.

Просочування повітря через шар шихти і відсмоктування газів, що утворюються при спіканні, проводиться екстаустером.

Гази, що відводяться, через димар поступають в атмосферу, заздалегідь проходячи газоочищення. Отриманий агломерат з агломашины потрапляє в одновалкову дробарку і проходить через грохот, в якому відбувається відділення готового агломерату від звороту. Готовий агломерат (шматки розміром більше 12 мм) поступає на завантаження в залізничні вагони для відправки в доменний цех.

Зв'язок агломераційного цеху з іншими цехами комбінату «Запоріжсталь» представлений на рисунку 1.1.

1.2 Технологія виробництва агломерату

1.2.1 Технологічні особливості виробництва агломерату

Перед спіканням складові шихти (залізна руда, концентрат, подрібнений вапняк, тверде паливо, вапно) дозуються, перемішуються, зволожуються, огрудковуються так, щоб на колосникові решітку рухомих візків – паллет поступала шихта, що складається з грудочок, завдяки чому досягається достатня газопроникність шару шихти на машині.

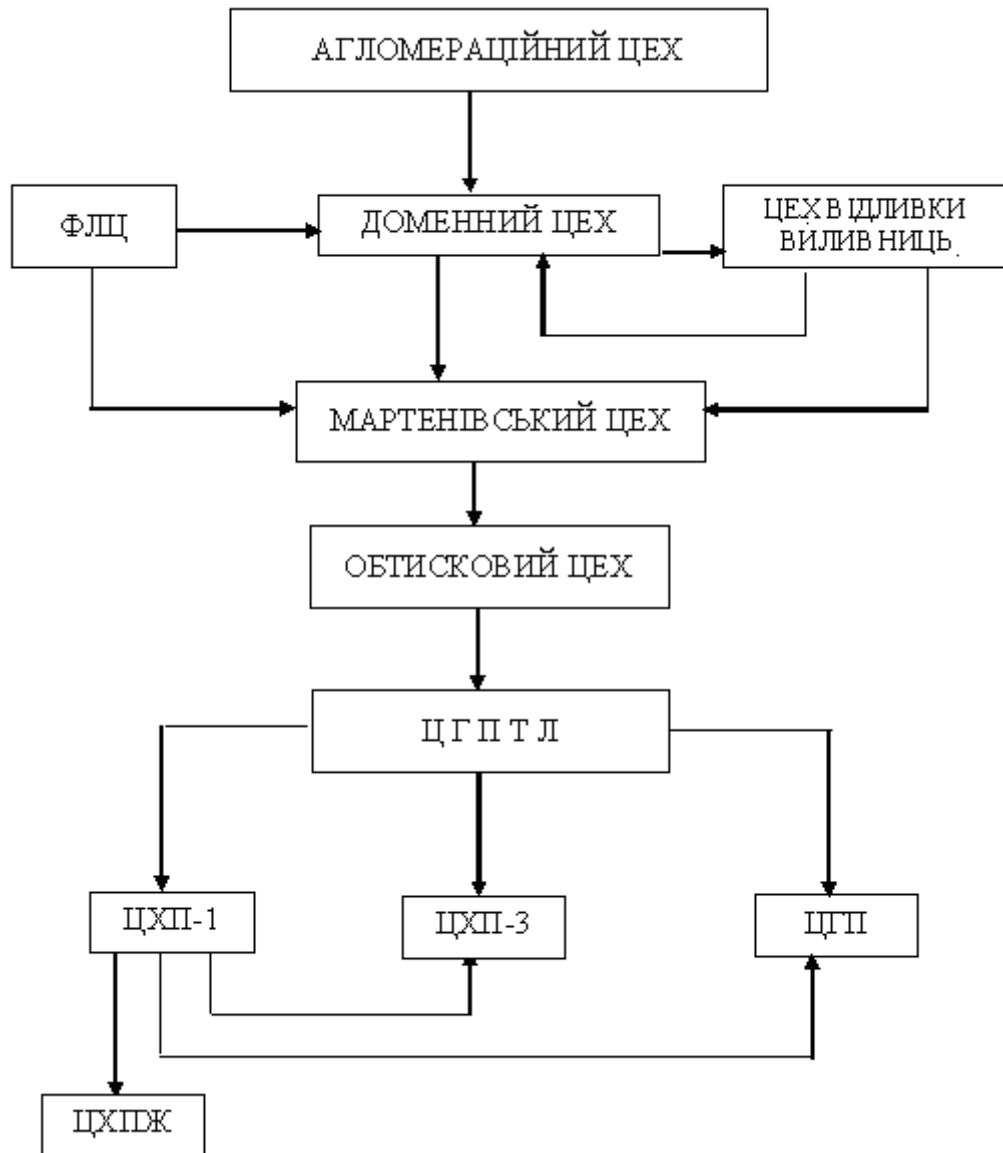


Рисунок 1.1 – Схема виробничих зв'язків цехів комбінату

Компоненти шихти проходять усереднювання на всьому шляху надходження шихти на стрічку агломашини. Руду і концентрат піддають усередненню, засипаючи матеріали у штабель шарами. При цьому дотримується послідовність укладання шарів в штабель і їх масове співвідношення. Остаточне усереднювання проводять в шихтовому і змішувальному відділеннях аглофабрики.

Бідний залізняк, що здобувається, перед використанням піддається попередньому збагаченню. Методом миття, сухій і мокрої магнітній сепарації, флотації вдається отримати із залізняку багатий концентрат, що містить 60 – 62 % заліза. Розмір частинок концентрату не перевищує 0,076 мм.

Склад колошникового пилу, що виноситься потоком газів через колошник доменної печі і що виділяється з газу в сухих пиловловлювачах, приблизно відповідає складу шихти, що проплавляється. Крім того, в колошниковому пилі міститься до 12 – 14 % вуглецю, що знижує вміст заліза в пилу, але з погляду агломерації є вельми цінною властивістю цього виду сировини.

При веденні процесу спікання важливу роль грають вапняк і паливо. Вапняк дроблять до фракції менше 3 мм. Якщо ця умова не виконується, то вапняк не встигає прогрітися і дисоціювати. Тонкоподрібнений вапняк покращує комкування шихти, підвищує її газопроникність.

Паливом при спіканні служить дрібний кокс – коксик, фракцією менше 3 мм, антрацитовий штиб і вугільний пил. Витрата твердого палива коливається в широких межах, складаючи в різних умовах 4 – 10 %, а в середньому 6 %. Шихта ретельно перемішується, зволожується і огрудковується. Огрудкована шихта подається в проміжний бункер, звідки через вихідний отвір поступає в рухомий лоток електромагнітного віброживильника. Шихту за допомогою електровіброживильника рівним шаром заввишки 400 мм укладають на колосникову решітку, при цьому вона додатково розпушується, що запобігає переущільненню шихти і збільшує газопроникність. Завантаження проходить рівномірно і безперервно на рухому стрічку агломашини. Вакуум під колосниковими ґратами створюється ексгаустером.

Процес агломерації починається із запалення шихти продуктами згорання газу, температура яких досягається 1100 – 1300 °С. Запалення проводиться спеціальним пристроєм – запальним горном і триває близько хвилини. Подальший процес горіння проходить без підведення енергії ззовні, за рахунок горіння палива в шарі шихти.

Зона горіння палива переміщується з поверхні шару вниз з вертикальною швидкістю 1,7 – 6,6 м/с, вузькою смужкою 15 - 30 мм, поступово нагріває і спікає шихту в агломерат. Шихта, що спікається, переміщується від головної до хвостової частини машини із швидкістю руху агломераційної стрічки, а зона горіння набуває форми похилої площини.

При спіканні шару шихти на спікальному візку можна виділити ряд зон (рис. 1.2) [2].

У першій зоні відбувається перекристалізація і формування остаточної структури агломерату. Нагріте в зоні «1» повітря поступає в зону «2», зону горіння палива і спікання шихти, задалегідь нагріту продуктами горіння, що відходять. Температура горіння досягає 1100 – 1600 °С. Частина руд і флюсів в зоні «2» розплавляється, утворюючи рідку фазу, яка обволочує нерозплавлені частинки і при охолодженні перетворює дрібну шихту на міцні шматки – агломерат. З зони горіння, і спікання шихти газоподібні продукти проходять через зону «3» шихти, що пролягає нижче, де віддають своє тепло і виходять з – під колосникових грат нагрітими до 51 - 52° С. Шихта в зоні «3» нагрівається. Далі газоподібні продукти горіння потрапляють в зону «4», зону сушки шихти. Все тепло витрачається на нагрів шихти і випаровування вологи у вузькій зоні, що примикає до зони підігріву і горіння. Волога, що випаровується, із зони «4» переміщується в зону «5» – зону перезволоження. Конденсація вологи йде до тих пір, поки шихта не нагріється до точки роси, після чого водяна пара не конденсується, а йде разом з газоподібними продуктами горіння.



Рисунок 1.2 – Зони спікання шару шихти

По висоті шару шихти температура в зоні готового агломерату знижується від зони горіння вгору за рахунок охолодження повітрям що просочується. Найвища температура – в зоні горіння. Нижче за зону горіння і зони сушки шихти температура дорівнює температурі точки роси.

Розрідження по висоті шару шихти різне. В процесі спікання розрідження зменшується за рахунок збільшення зони пористого агломерату. У зоні горіння із-за рідкої фази, що утворилася, з розплаву флюсів і частинок руди, що володіє поганою газопроникністю, виникає найвище розрідження. Із збільшенням висоти шару агломерату швидкість його охолодження зменшується, агломерат сходить з палет гарячим, а це, у свою чергу, зменшує температурну напругу і, тим самим забезпечує підвищену міцність агломерату, знижуючи вихід звороту [3].

Надалі зворот на грохоті відсівається. Зворот з частинками розміром до 10 мм охолоджується в барабані охолодження і знов поступає як добавка в аглошихту в шихтове відділення.

Початок пониження температури газів, що відходять, свідчить про майже повне вигорання вуглецю шихти і розцінюється як сигнал про припинення процесу спікання. Готовий агломерат в цих умовах охолоджується повітрям що просочується по всій висоті шару (2).

На рис. 1.3 представлена технологічна схема процесу агломерації.

1.2.2 Агломераційна шихта

До складу агломераційної шихти в даний час входять: залізорудний концентрат, аглоруда, колошниковий пил, окалина, торф, шлами, вапняк, вапно, паливо, зворот. Питома витрата сировинних матеріалів на 1 т агломерату при існуючій технології спікання агломерату приведена в таблиці 1.1. Зворот є дрібним, часто недостатньо спеченим агломерат фракцією менше 6 мм, в якому міститься також залишки палива (0,4 – 1 %), що не згоріло з різних причин в ході процесу спікання, залишки вапняку і вапна, а також шматочки руди. В цілому зворот володіє набагато кращою газопроникністю, чим руда і тим більше концентрат.

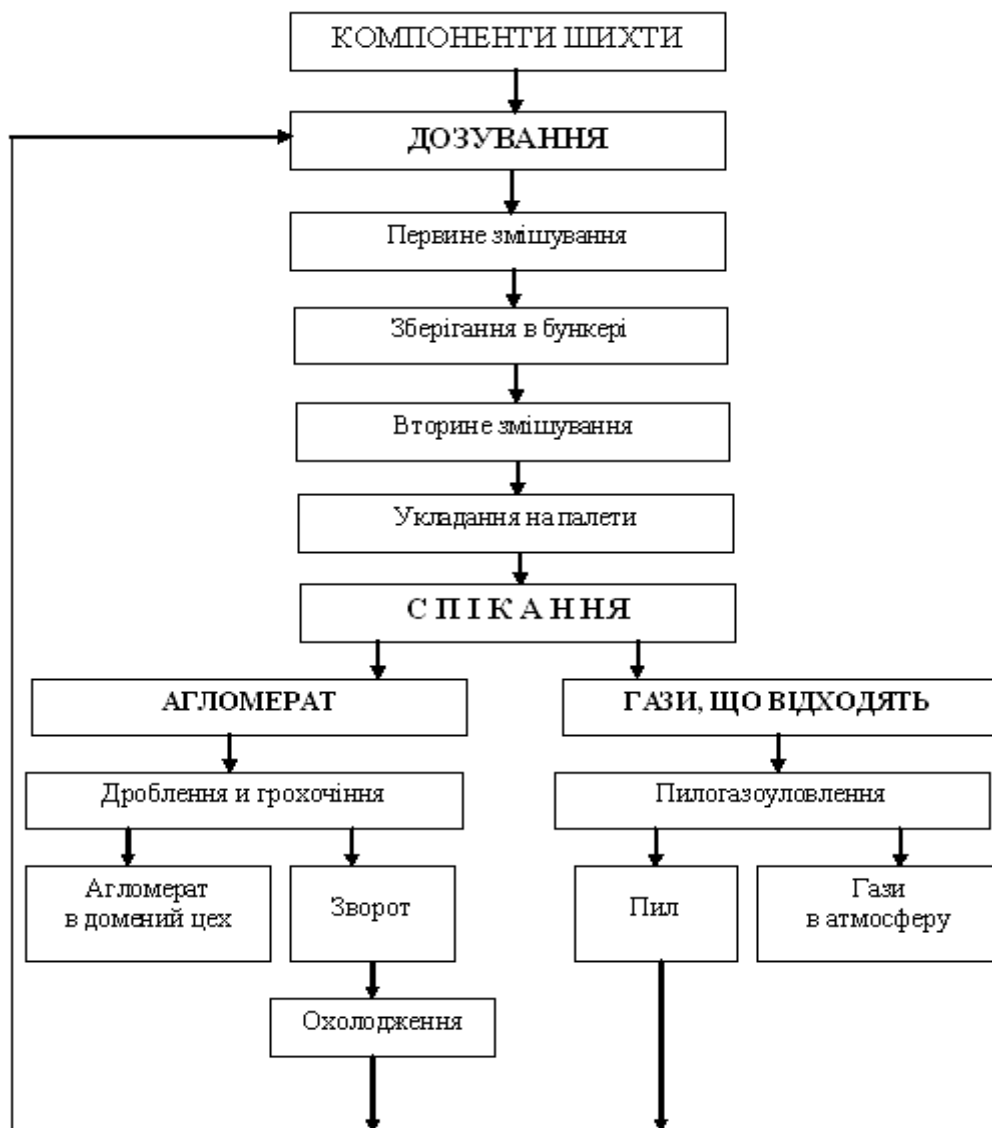


Рисунок 1.3 - Технологічна схема процесу агломерації

Таблиця 1.1 – Питома витрата сировинних матеріалів на 1 т агломерату при існуючій технології спікання агломерату

Найменування компонентів	Витрата	
	кг/т	%
Аглоруда	200	14.5
Концентрат	716	52.0
Колошниковий пил	23	1.7
Окалина	9	0.7
Шлами	32	2.3
Відсів агломерату і обкаток	16	1.2
Вапняк	97	7.0
Вапно	80	5.8
Паливо	52	3.8
Зворот	131	9.5
Волога для грудкування	20	1.5
Разом	1377	100.0

Добавка звороту дозволяє значно поліпшити газопроникність шихти, збільшити кількість просмоктуваного повітря, що просочується, і продуктивність агломераційної машини [3].

1.2.3 Усереднення сировини

Інтенсифікація процесів виробництва чавуну в доменних печах, підвищення їх продуктивності і зниження витрати коксу вимагає вирішення такої проблеми як усереднення початкової сировини. У світовій практиці по цьому питанню накопичений великий досвід і вироблена певна система для встановлення ефективності усереднення систем.

Одним з методів усереднювання є вивантаження матеріалів різного складу в окремі бункери з подальшим дозуванням їх на конвеєрі до отримання середньозаданої величини. Але цей метод має недоліки:

- склад матеріалу, що знаходиться в бункері рідко буває однорідним;
- великі розміри бункера створюють проблему вивантаження матеріалу;
- велика кількість бункерів вимагає значних витрат на їх утримання.

В даний час добре зарекомендували себе одноконсольні і двоконсольні штабелеукладальники з консоллю, що повертається. У всіх випадках установка обладнана стрічковим живильником під кутом 90° до огорожного пристрою [4]. Окрім закладки штабелів необхідно при огорожі матеріалу зберегти досягнутий ступінь однорідності матеріалу, для чого використовують рудозаборні машини різних конструкцій.

Агломераційна шихта по складу, відповідна промисловій шихті комбінату «Запоріжсталь», є типовою для аглофабрик заводів України. Характеристика компонентів агломераційної шихти приведена в таблиці 1.2.

З приймальних бункерів вапняк видається електровіброживильниками за допомогою транспортерів завантажується в приймальні бункери молоткових дробарок. Після подрібнення весь вапняк подається для розсівання на грохоти. Вапняк фракції менше 3 мм, після відсіву транспортерами подається в бункери шихтового відділення. Вапняк фракції більше 3 мм подається в приймальні бункери молоткових дробарок для додроблення. Частина вапняку фракцією більше 3

мм подається на віброгрохот що виділяє фракцію 3 - 10 мм, яка подається в бункери випалювальних машин ОПР і КМ-14. Розвантажувальні тічки випалювальних машин знаходяться безпосередньо в шихтовому відділенні і вносять свіжообпалене вапно безпосередньо до потоку шихти.

Таблиця 1.2 - Характеристика компонентів аглошихти, %

Аглоруда після усереднювання			Концентрат				Колошниковий пил			Коксова дрібниця		Штиб		Вапняк		
Fe	SiO ₂	H ₂ O	Fe	SiO ₂	H ₂ O	CaO	Fe	CaO	C	Зола	H ₂ O	Зола	H ₂ O	CaO	SiO ₂	H ₂ O
61.1	10.2	5.0	63.0	9.0	10.0	0.3	40	9.78	13	17	9	18	10	53.0	1.6	1.34

Окрім заздалегідь підготовлених рудних компонентів шихти, вапняку, палива в шихтове відділення також поступає колошниковий пил з доменного цеху, а також зворот з відділення звороту, тут їх дозують в потрібному співвідношенні і направляють для подальшого змішування, грудкування і спікання.

Дозування компонентів шихти визначає склад агломерату і його стабільність. Найбільш висока точність необхідна при дозуванні палива і вапняку, оскільки від вмісту цих компонентів залежить тепловий рівень процесу і основність агломерату. На аглофабриках застосовують об'ємне і вагове дозування. Проте об'ємне дозування не забезпечує необхідної точності шихтовки із-за коливань складу, рівня матеріалів в бункері, їх вологості і ін., а це не відповідає вимогам виробництва. Тому воно замінюється ваговим дозуванням. Упроваджені системи комплексної автоматизації дозування всіх компонентів шихти з використанням електровібраційних живильників.

Підготовка аглошихти до спікання є однією з основних операцій, що визначають продуктивність агломераційних машин і якість агломерату. Технологічний процес отримання агломерату починається з підготовки агломераційної шихти до спікання. Підготовку шихти можна розділити на наступні операції: усереднювання шихтових матеріалів, змішування під час транспортування його в шихтове відділення, дозування окремих компонентів шихти в заданому співвідношенні, змішування, грудкування і зволоження шихти в змішувачі і барабанах що огрудковують.

Усереднювання шихтових матеріалів проводиться при закладці штабелю рудним грейферним способом у встановленому технологічному порядку. Розробка штабелю відбувається уступами по зрізу штабелю, для кращого усереднювання і перевантажуються грейфером в трансферкари (спеціальні самохідні вагони на електричній тязі). Трансферкарами суміш концентрату, руди і вапна доставляють в приймальне відділення аглофабрики.

З бункера матеріал транспортується стрічковими транспортерами в шихтове відділення, де завантажується в бункери в челноковому режимі (спеціальними візками автостелами).

У відділенні підготовки палива і вапняку здійснюється подрібнення коксу, що поступає, і антрацитного штибу до фракції менше 3 мм в чотиривалкових дробарках НКМЗ продуктивністю 15 – 18 т/год. Для подрібнення антрацитного штибу до фракції менше 3 мм є роторна дробарка ударної дії ДР-11 з діаметром ротора 1000 мм продуктивністю 100 т/год. Кількість фракцій менше 3 мм в паливі має бути не менше 94 %.

Підготовлене паливо транспортерними стрічками завантажують в бункер шихтового відділення. Якісні характеристики агломерату на 78-96 % залежать від умов процесу дозування шихтових матеріалів, їх підготовки на тракті шихтоподачі і технології процесу спікання. На основі розроблених конструкцій магніто-анізотропних датчиків створені одноролікові конвеєрні ваги. Тарілчасті живильники замінені електровібраційними живильниками опорної конструкції, що мають плавну характеристику регулювання. Системи комплексної автоматизації шихтового відділення передбачають:

- дозування всіх компонентів агломераційної шихти (концентрату, руди, звороту, колошникового пилю, вапняку, палива) з автоматичною підтримкою заданої витрати кожного матеріалу;
- включення і виключення в технологічній послідовності живильників при запуску і зупинці збірного конвеєра;
- включення резервного живильника при виході матеріалу з робочого бункера;
- включення пневмозрушення при підвісанні матеріалу в бункері.

Вагове дозування агломераційної шихти за допомогою вібродозаторів забезпечує багато переваг: рівномірну видачу матеріалу при більшій ширині розвантажувального вікна, невелику споживану потужність; простоту автоматизації; відсутність частин, що обертаються; безпека обслуговування [6].

1.3 Реконструкція агломераційного цеху з переходом на експлуатацію агломераційних машин площею спікання 75 м²

1.3.1 Характеристика існуючого положення

В період експлуатації, при проведенні капітальних і планово-запобіжних ремонтів, на аглофабриці були здійснені наступні заходи:

- тарілчасті живильники для завантаження аглошихти в змішувач замінені віброживильниками;
- змішувачі шихти подовжені з 5,0 до 7,5 м;
- виконана реконструкція механічних вузлів з метою підвищення надійності;
- здійснено введення вапна через рудний двір і безпосередньо від випалювальних машин в шихту в корпусі шихтових бункерів;
- барабанні живильники на агломашинах замінені на віброживильники з широким лотком;
- спікальні візки розширені з 2,0 до 2,5 м, при цьому площа спікання кожної агломераційної машини збільшилася і досягла 62,5 м². Висота бортів збільшена з метою спікання шихти в шарі 400 – 450 мм;
- замінені ексгаустери продуктивністю 3600 м³/хв. ексгаустерами продуктивністю 6500 м³/хв.;
- розширені конвеєрні тракти з одночасним збільшенням швидкостей з метою підвищення їх продуктивності.

Виділення дрібниці (звороту) здійснюється на стаціонарних грохотах.

Після вказаних заходів проектна потужність аглофабрики у складі 6 агломераційних машин площею спікання 62,5 м² кожна складала 5720 тис.т. офлюсованого агломерату в рік при питомій продуктивності 1,84 т/(м²·год), річному фонді

робочого часу 8300 годин (або 346 діб) і вмісті дрібниці фракції менше 5 мм в агломераті 15% при відсіві звороту на стаціонарних грохотах.

Річне виробництво агломерату склало в 2011 і 2012 рр. порядку – 5300 тис.т при питомій продуктивності близько 1,72 т/(м²-год).

Метою роботи є реконструкція агломераційного цеху без істотної зміни устаткування, з мінімальними витратами і максимальним приростом продуктивності в цих умовах.

1.3.2 Варіанти реконструкції агломераційного цеху

Можливі декілька варіантів реконструкції:

- збільшення числа агломераційних машин;
- заміна шести існуючих агломераційних машин на меншу кількість з більшою сумарною продуктивністю;
- заміна частини існуючих машин на машини з більшою продуктивністю;
- реконструкція агломашин для збільшення площі спікання з метою підвищення продуктивності.

Замість агломераційних машин площею спікання 62,5 м² слід встановити АКМ-75 з площею спікання 75 м². Оскільки агломераційні машини АКМ-75 мають довжину робочої частини 30 м, то необхідно застосовувати укорочений варіант і зберегти довжину робочої гілки агломераційної машини рівною 25 м з одночасним збільшенням ширини палет з 2,5 до 3,0 м для забезпечення площі спікання 75 м².

Збільшення площі спікання агломераційної машини і наявність у неї нових подовжніх і торцевих ущільнень (замість пружинних ущільнень) при хорошій газопроникності шару сприятиме зменшенню підсосів, а частка просочуваного через шар повітря зросте.

З досвіду експлуатації приймаємо, що на існуючій агломашині частка шкідливих підсосів складає 40%, тоді швидкість фільтрації на ній буде:

$$6500 \cdot 0,6 / 62,5 = 62,4 \text{ м}^3/\text{м}^2 \quad (1.1)$$

де 6500 – номінальна продуктивність ексгаустера, м³/хв.

За даними Укрдіпромезу частка шкідливих підсосів на новій агломераційній машині складає 30 %, тоді швидкість фільтрації на ній складе:

$$6500 \cdot 0,7 / 75 = 60,7 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{хв.}). \quad (1.2)$$

За інших рівних умов опір шару пропорційно квадрату швидкості фільтрації на ній складе:

$$(60,7/62,4)^2 = 0,945 \quad (1.3)$$

від опору на існуючих агломераційних машинах.

Це дозволить при зрівнюванні опору за рахунок висоти шару підняти на новій агломераційній машині шар з 400 мм до:

$$400/0,945 = 425 \text{ мм.} \quad (1.4)$$

На існуючих агломераційних машинах витрата звороту складає 131 кг/т (9,5 %) (табл. 1.1) решта шихти 1246 кг/т. При збільшенні площі спікання з 62,5 м² до 75 м² частка звороту збільшується і складе 11,4 %. При збільшенні частки звороту в шихті до 11,4 % загальна витрата шихти складе

$$1246/0,886 = 1406 \text{ кг/т.} \quad (1.5)$$

Зокрема: звороту $1406 \times 0,114 = 160$ кг/т і решта шихти ті ж 1246 кг/т.

Таким чином, кількість звороту збільшується на $160-131=29$ кг/т.

Для спікання кожних 100 кг звороту необхідно 1,2 кг палива. В даному випадку на 29 кг повернення потрібно буде додатково додати палива в шихту $29/100 \cdot 1,2 = 0,35$ кг/т.

Загальна витрата палива складе

$$52+0,35 = 52,35 \text{ кг/т.} \quad (1.6)$$

В той же час відомо, що збільшення висоти шару, що спікається, на кожних 10 мм дає економію палива на 0,8 – 1% [6].

З урахуванням цього підсумкова витрата палива буде

$$52,35 (1-0,009 \cdot 25/10) = 51,2 \text{ кг/т} \quad (1.7)$$

тобто практично залишиться на тому ж рівні і навіть трохи зменшився.

Питома продуктивність агломераційної машини пропорційна виходу спека від шихти, виходу придатного від спіку і швидкостей фільтрації повітря.

У існуючих умовах ці величини складають:

- вихід спіку від шихти $1000+131 / 1377 = 0,82$;

- вихід придатного від спіку $1000 / 1000+131 = 0,88$.

Швидкість фільтрації – $62,4 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{хв})$.

Для нової агломераційної машини ці ж величини складають:

- вихід спіку від шихти $1000+160 / 1377 = 0,825$;

- вихід придатного від спіку $1000 / 1000+160 = 0,86$.

Швидкість фільтрації – $60,7 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{хв})$.

У існуючих умовах продуктивність складають $1,72 \text{ т}/(\text{м}^2 \cdot \text{год.})$, а максимальна $1,84 \text{ т}/(\text{м}^2 \cdot \text{год.})$.

Значить, для нової агломераційної машини продуктивність складе

$$1,72 \cdot 0,825/0,82 \cdot 0,86/0,88 \cdot 60,7/62,4 = 1,65 \text{ т}/(\text{м}^2 \cdot \text{год.}) \quad (1.8)$$

Максимальна продуктивність складе

$$1,84 \cdot 0,825/0,82 \cdot 0,86/0,88 \cdot 60,7/62,4 = 1,76 \text{ т}/(\text{м}^2 \cdot \text{год.}) \quad (1.9)$$

У існуючих умовах продуктивність однієї агломераційної машини складає в гарячу годину $1,72 \cdot 62,5 = 107,5 \text{ т}$, а річне виробництво агломерату складає:

$$107,5 \cdot 8300 = 892 \text{ тис.т.} \quad (1.10)$$

де 8300 – число годин в році.

На новій агломераційній машині продуктивність складе $1,65 \cdot 75 = 123,7$ т., а річне виробництво агломерату з однієї машини складе:

$$123,7 \cdot 8300 = 1\,026\,710 \text{ т.} \quad (1.11)$$

при значному поліпшенні якості за рахунок підвищення шару [5].

Якщо розраховувати на 6 агломераційних машин, то річне виробництво складе 6 160 260 тонн агломерату. Максимальна продуктивність однієї аглома- шини складає $1,76 \cdot 75 = 132$ т/год. Річне виробництво – $132 \cdot 8300 = 1\,095\,600$ тонн. У перерахунку на 6 агломераційних машин максимальне річне виробницт- во агломерату складе $1\,095\,600 \cdot 6 = 6\,573\,600$ т. агломерату. Таке положення спра- ведливе при заміні всіх шести агломераційних машин.

Фактично заміна відбуватиметься поетапно. При цьому, враховуючи пос- тачання всіх машин однаковою шихтою, частка звороту в шихті мінятиметься поступово, збільшуючись у міру заміни машин.

Виходячи, з вищевикладеного приймається:

- проектна продуктивність аглофабрики в складі
6 агломераційних машин площею спікання 75м^2 – 6160 тис.т/год.
- вміст дріб'язку фракції менше 5 мм в агломераті – 11,7 %
- максимальний шматок агломерату – 150 мм
- річний фонд робочого часу – 8300 годин
- продуктивність – $1,65 \text{ т}/(\text{м}^2 \cdot \text{год.})$.
- питома витрата тепла на запалення шихти – 90,84 Мдж

Питоми витрати сировинних матеріалів приведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Питомі витрати сировинних матеріалів і звороту на 1 т агломерату

Найменування компонентів	Витрата		
	кг/т	т/год.	%
Аглоруда	200	150	14,2
Концентрат	716	537	50,9
Колошниковий пил	23	17,3	1,6
Окалина	9	6.8	0,64
Шлами	32	24	2,27
Відсів агломерату і окаток	16	12	1,14
Вапняк	97	72.8	6,9
Вапно	80	60	5,7
Паливо	51.2	39	3,69
Зворот	160	120	11,4
Волога на грудкування	20	15	14
Разом	1405,2	1054,5	100,0

1.3.3 Аналіз продуктивності існуючих трактів шихти і звороту

Характеристика існуючих трактів шихти і звороту (за даними аглофабрики ПАТ «Запоріжсталь») приведена в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Характеристика існуючих трактів шихти і звороту

Номер конвеєра	Матеріал, що транспортується	Ширина стрічки, мм	Швидкість стрічки м/с	Продуктивність, т/год.
ЛК – 24	Шихта	900	2,69	1200
ЛК – 25	Шихта	900	2,69	1200
ЛК – 26	Шихта	1200	2,68	1200
ЛК – 27	Шихта	1200	2,68	1200
ЛК – 28	Шихта	1000	2,95	1200
ЛК – 29	Шихта	1000	2,95	1200
ЛК – 30	Шихта	1200	3,37	1200
ЛК – 31	Шихта	1200	3,37	1200
ЛК – 32	Шихта	1000	2,66	1200
ЛК – 33	Шихта	1000	2,66	1200
ЛК – 22	Зворот	900	1,63	350
ЛК – 23	Зворот	900	1,63	350
ЛК – 43	Зворот	900	2,0	350
ЛК – 44	Зворот	900	2.0	350

Існуюча продуктивність стрічкових конвеєрів трактів шихти і звороту згідно таблиці 1,4 складає:

- по шихті – 1200 т/год.;

- по звороту – 350 т/год.

Виходячи з даних таблиці 1.3, годинна потреба складає:

- по шихті – 1054,4 т/год.;

- по звороту – 120 т/год.

Як видно з приведених даних, продуктивність існуючих стрічкових конвеєрів трактів шихти і звороту дозволяє забезпечити роботу шести агломашин площею спікання по 75 м² кожна.

2 КОНСТРУКЦІЙНА ЧАСТИНА

2.1 Загальна характеристика спікального відділення

У корпусі агломерації установка нових агломераційних машин площею спікання 75 м^2 кожна здійснюватиметься поетапно починаючи з агломераційної машини №1 і далі по порядку.

При заміні кожної агломераційної машини передбачається:

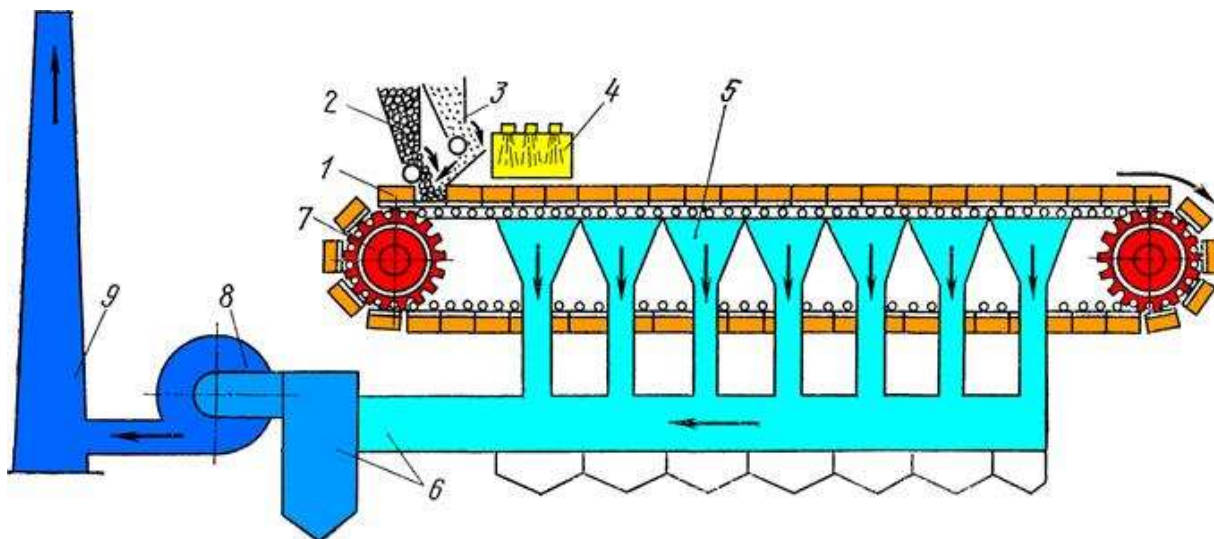
- установка нової агломераційної машини сучасної конструкції площею спікання 75 м^2 із візком, що спікає, шириною 3 м;
- установка нового запального горна з питомою витратою тепла на запалення шихти не більше 91 МДж;
- установка одновалкової дробарки, що забезпечує отримання придатного агломерату не більше 150 мм;
- заміна стаціонарного грохота на віброгрохот.
- заміна існуючого газового колектора для очищення газів, що відходять, після агломераційної машини на новий покращеної конструкції, з вищим ступенем очищення;
- заміна стрічкового конвеєра для транспортування пилу і просипу з під холостої гілки агломераційної машини;
- заміна бункерів просипу з під холостої гілки агломераційної машини;
- заміна барабана гасіння звороту на новий;
- заміна бункера шихти на новий;
- заміна віброживильника шихти на новий;
- заміна барабана-змішувача шихти на новий, з розвантажувальними і завантажувальними краями;
- установка нового віброживильника;
- заміна електроустаткування;
- заміна системи трубопроводів підведення повітря і природного газу в горн агломашини від магістральних трубопроводів корпусу агломерації;
- реконструкція і посилення будівельних конструкцій корпусу агломерації;

- установка аспіраційної системи для створення нормальних умов праці і захисту повітряного басейну, передбачається пристрій місцевих відсосів від укриттів технологічного устаткування розвантажувальної частини, що порошить, кожній з шести агломераційних машин, приєднаних до центральної аспіраційної установки.

2.2 Агломераційна машина АКМ – 75

Агломераційна машина АКМ – 75 (рис. 2.1, 2.2) конвеєрного типу призначена для кускування дрібної фракції залізняку у поєднанні з частковим звільненням їх від шкідливих домішок.

Агломераційна машина є прямолінійно рухомою стрічкою, що складається з окремих спікальних візків. Завантаження шихти одношарове. Зйом і установка візків в процесі експлуатації здійснюється електроталлю з використанням спеціальної траверси. Розвантажувальна частина виконана рухомою, з вантажним притиском. Відведення розвантажувальної частини здійснюється за допомогою спеціального пристрою, що дозволяє спростити заміну спікальних візків.



1 - спікальних візок з колосниками; 2 - живильник подстилочного матеріалу; 3 - живильником основний шихти; 4 - горн; 5 - камера вакуум; 6 - пиловловлювачі; 7 - приводні зірочки; 8 - нагнітачем (ексгаустером); 9 - димова труба

Рисунок 2.1 – Принципова схема агломераційної конвеєрної машини

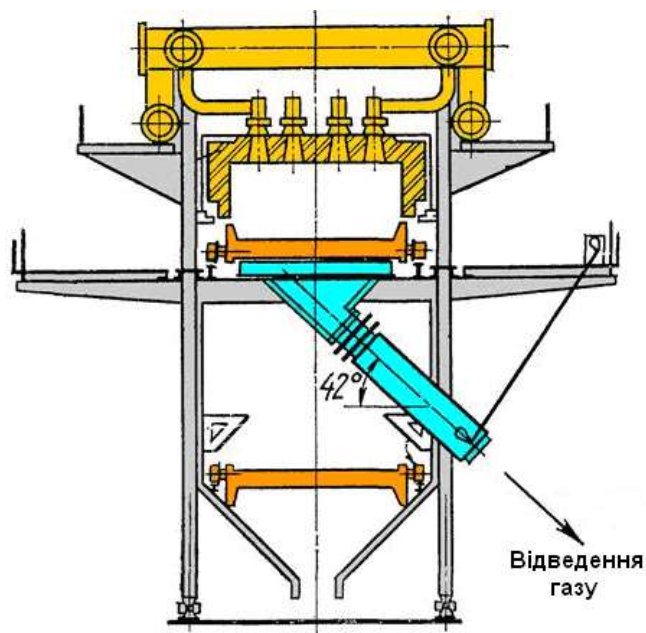


Рисунок 2.2 – Розріз агломераційної машини по горну

Завантажувальний пристрій шихти має приймальний бункер з нижнім віброживильником. Висота завантажувального на спікальні візки шару шихти регулюється в автоматичному режимі.

Вакуумний пристрій агломераційної машини складається із зварних вакуум камер з патрубками і компенсаторами.

Привід агломераційної машини з циліндро-планетарним редуктором, який підвішується на вал приводних зірочок. Мاستило редуктора – картер. На вакуум-камерах встановлені пластини подовжнього ущільнення.

Рухомий розвантажувальний пристрій з вантажним притиском забезпечує плавний спуск спікальних візків при їх нагріві в процесі експлуатації.

Подовжнє ущільнення вбудовується в спікальний візок.

Передбачені торцеві ущільнення з вантажним притиском. Для подачі мастила до механізмів і подовжнім ущільненням агломераційна машина обладнана системами централізованого густого мастила.

Агломераційна машина укрита в робочій і холостій гілці.

Технічна характеристика агломераційної машини:

Продуктивність по агломерату, т/год.	133
Ширина робочої поверхні, м	3

Загальна площа газовідсосу, м ²	75
Максимальна товщина шару, що спікається, мм	500
Швидкість руху спікательних візків, м/мін	1 - 5
Кількість візків, шт.	70
Ємкість бункера живильника шихти, м ³	9
Маса найбільш важких рухомих частин, кг:	
- спікальний візок	3500
- зірочки приводу в зборі	28000
- зірочки розвантажувальної частини в зборі	14500

2.3 Візок для спікання ТС-3

Візок спікальний (рис. 2.3) призначений для установки на агломераційній машині АКМ – 75 з шириною стрічки 3 м.

Технічні дані:

Ширина робочої поверхні, м	3
Довжина, м	1
Максимальна товщина шару, що спікається, мм	500
Розмір по колії, мм	3590
Габарити, мм:	
- довжина	3768
- ширина	1000
- висота	990
Маса з колосниками, кг	3500
Маса без колосників, кг	2500

Склад виробу: візок складається з корпусу, чотирьох ходових роликів, бортів, двох повзунів ущільнювачів і комплекту штучних колосників. Корпус – лита конструкція, виконана з високоміцного чавуну з кульовими графітом або із сталі 35Л. Ходові ролики виконані із сталі. Борти візків складаються з двох частин.

Термін служби: корпус – 10 років; бортів – 2 року; пластин ущільнення – 2 року; роликів ходових – 3,3 року; колосників – 2 року.

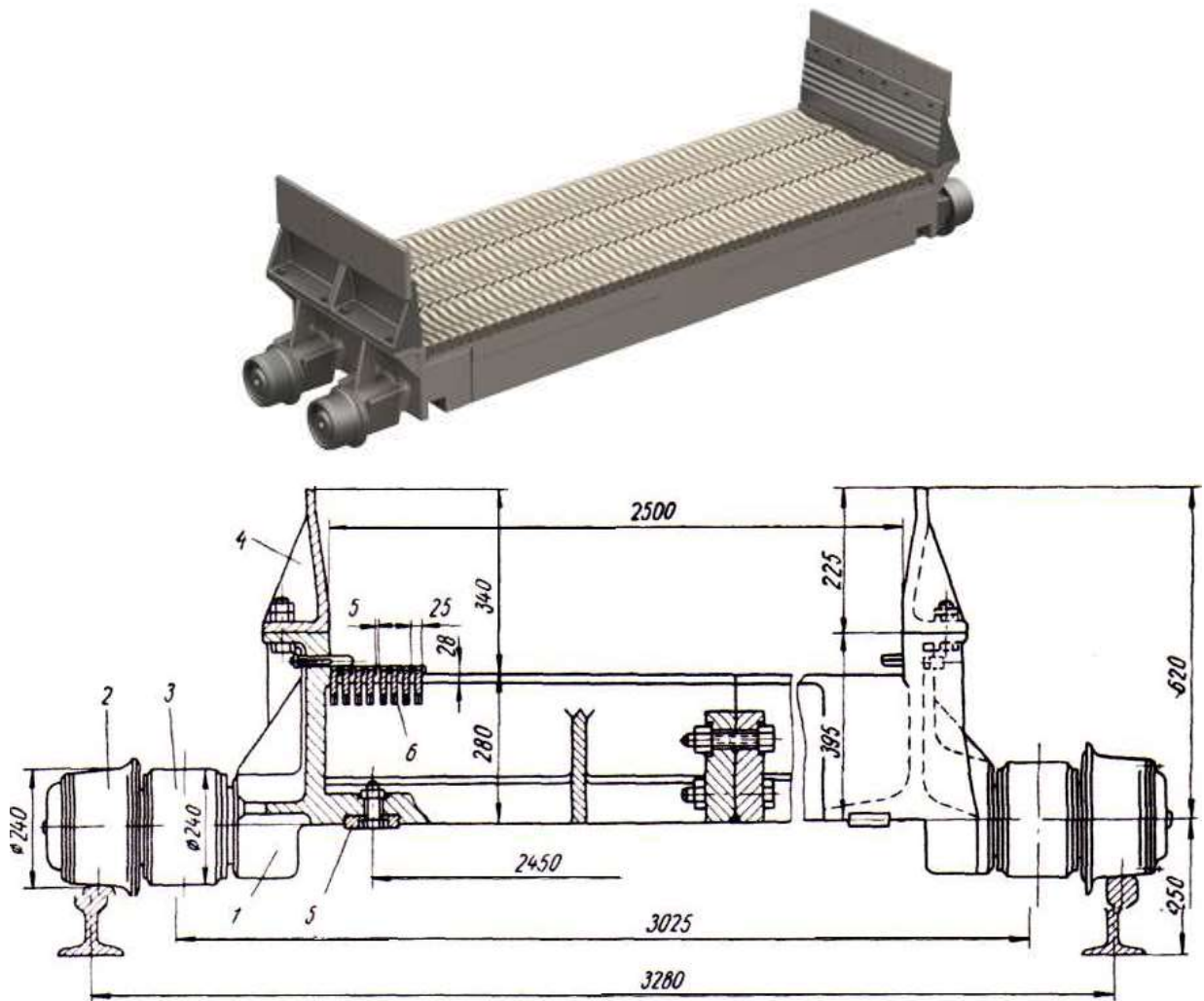
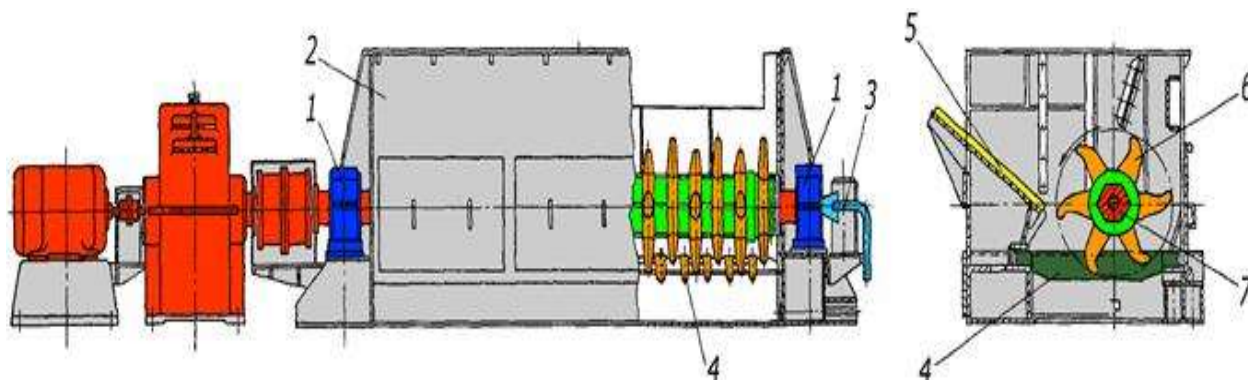


Рисунок 2.3 – Візок спікательний ТС-3

2.4 Дробарка одновалкова гарячого агломерату

Дробарка одновалкова зубчата (рис. 2.4) призначена для подрібнення гарячого агломерату. Дробарка складається з наступних основних вузлів: станини, валка і приводу. Станина дробарки зварена з листового прокату. З метою захисту від стирання, її внутрішня поверхня футерована знімними сталевими плитами. У нижній частині станини змонтовані колосники, робоча поверхня яких оберігається від зносу накладками із зносостійкої сталі. Валком є вал квадратного перетину з насадженими на нього зірочками. Вал виконують водоохолоджуваним. Зірочки виготовляються із зносостійкої сталі.



1 - опори; 2 - станина; 3 - системою охолодження; 4 - решітка;
5 - приймальня плита; 6 - зірочка; 7 - вал ротора дробарки

Рисунок 2.4 – Дробарка ДО-1,3х4,2

Опора валу встановлюється на сферичні роликотпідшипники, встановлені в роз'ємних корпусах. Мастило підшипників густе централізоване через дозуючі живильники від індивідуальної станції.

Обертання валка із заданою частотою здійснюється від електродвигуна через планетарний редуктор.

Муфти з'єднань валів: тихохідних – зубчата, швидкохідних – пружна втулково-пальцева.

Технічна характеристика:

Продуктивність, т/год., не менше	200
Діаметр зірочок ротора, мм	1300
Робоча довжина ротора, мм	3200
Частота обертання ротора, с-1(об/хв.)	0,1 (6)
Розміри вхідного отвору дробарки, мм:	
- висота	500
- довжина	1000
- ширина	3000
Розмір отвору, мм	150
Температура агломерату, °С	850
Потужність електродвигуна, кВт	90
Маса дробарки, т	39

2.5 Вібраційний грохот

Віброгрохот (рис. 2.5) призначений для відсіву дрібниці (класу 0...8 мм) з гарячого агломерату при температурі 800°C і крупності не більше 300 мм. Грохот роблять в опорному виконанні з приводом віброзбудника через пружисту муфту і комплектують колошниковими ситами Х-подібного профілю.

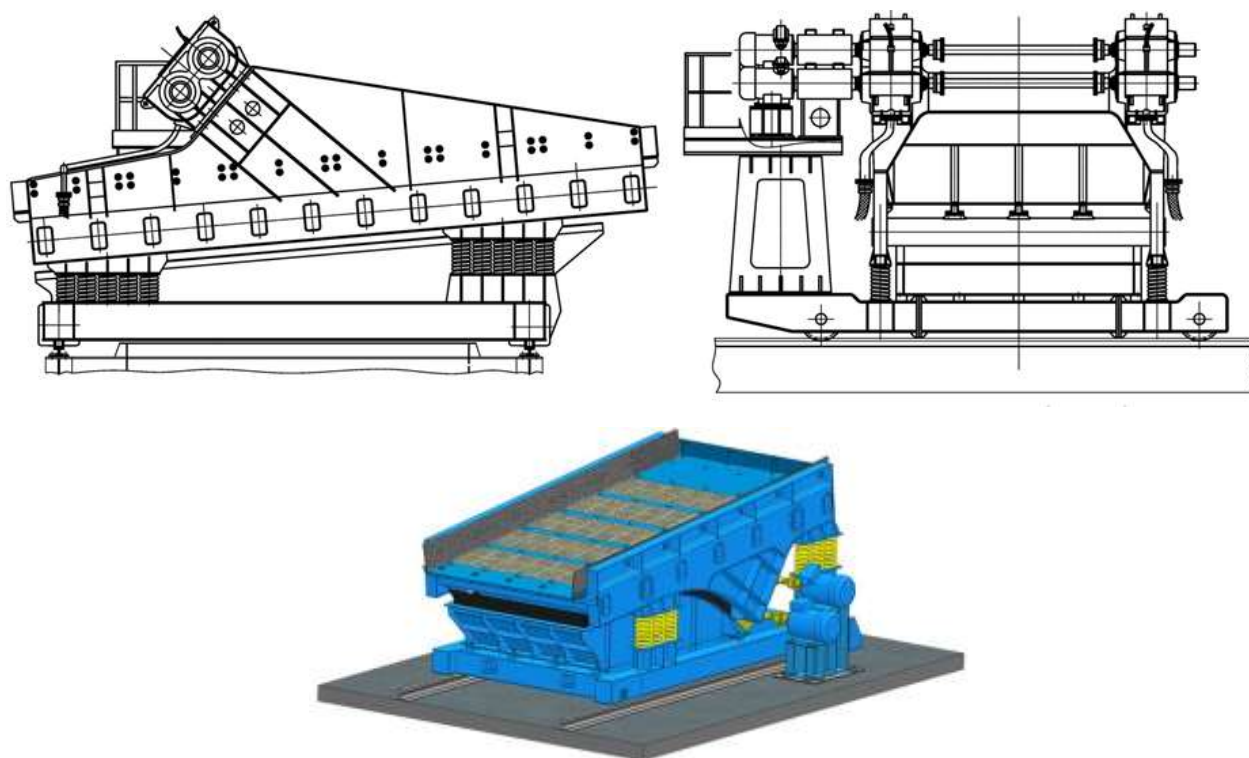


Рисунок 2.5 – Вібраційний грохот

Технічна характеристика гуркоту.

1. Виробництво, т/год. не більше 250 т.
2. Площа поверхня, м² не менше 6,3.
3. Число ярусів сит – 1 шт.
4. Амплітуда коливання -16.
5. Габаритні розміри частини гуркоту, що коливається, довжина – 3800 мм, ширина – 2700 мм, висота – 1800 мм.
6. Потужність електродвигуна , кВт – 2x7,5.
7. Маса гуркоту, не більше – 9500.
8. Охолодження – природне.

2.6 Барабан змішувача

Барабан змішувач (рис. 2.6) є циліндр діаметром 3.2 м і завдовжки 8 м, який бандажми, укріпленими на його корпусі, спирається на опорні ролики, осі яких покояться на підшипниках кочення.

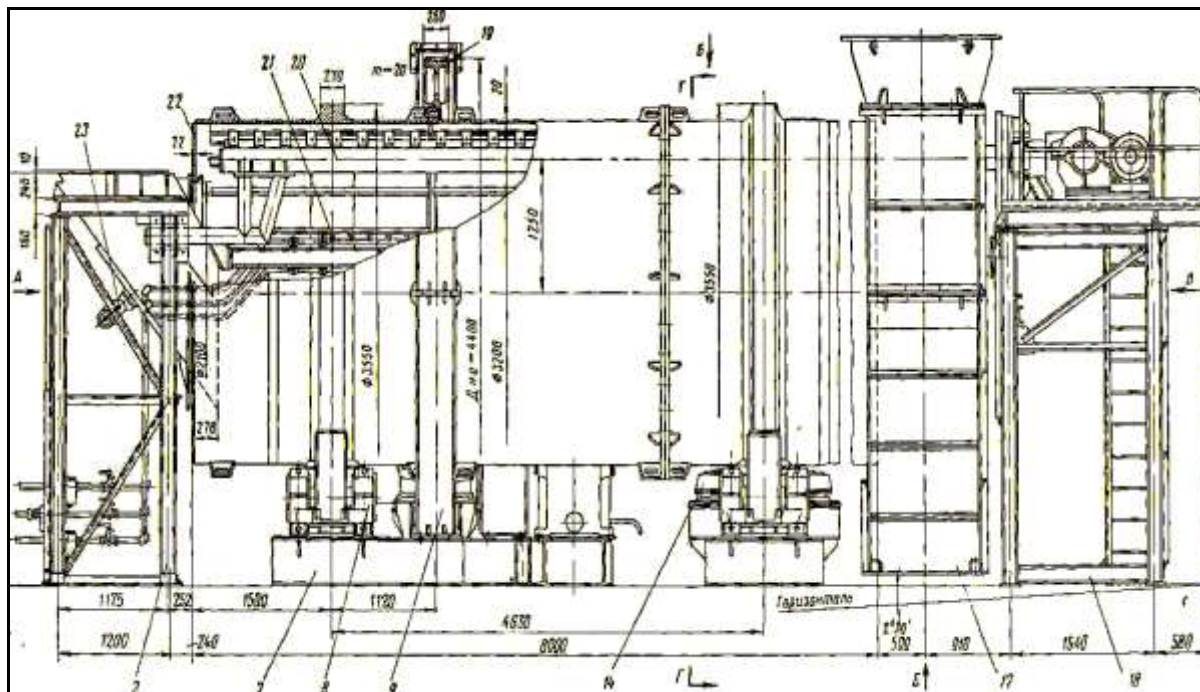


Рисунок 2.6 - Барабан змішувача СБ1-3,2х8

На одному з бандажів укріплений зубчатий вінець. Щоб уникнути зсуву барабана в осьовому напрямі, встановлені опорні ролики. Обертання барабана здійснюється від електродвигуна через циліндровий редуктор, вихідний вал якого зубчатою муфтою сполучений з валами шестерні, що входить в зачеплення із зубчатим вінцем. Електродвигун з редуктором сполучений втулково-пальцевою муфтою. Зволоження шихти здійснюється за допомогою труби, що бризкає, з отворами або форсунками усередині барабана. Швидкість обертання барабана 8 об/хв. Мاستило підшипників опорних і напольгливих роликів, а також валу шестерні здійснюється під тиском від автоматичної станції густого мастила.

2.7 Устаткування для охолодження агломерату

З агломераційних машин пиріг агломерату сходить із середньою температурою 500 - 600⁰С, значна його частина, прилегла до колосників, має температу-

ру 1200⁰С. Висока температура агломерату створює додаткові труднощі при подальшій його обробці на аглофабриці, транспортуванні і завантаженні в доменну піч. Тому на сучасних агломераційних фабриках агломерат після дроблення охолоджують до температури не вище 100 ⁰С, що полегшує умови роботи устаткування і дозволяє транспортувати агломерат на стрічкових транспортерах.

Прямолінійний охолоджувач являє собою пластинчастий конвеєр з колосниковим полотном. Під розвантажувальним кінцем охолоджувача розташовані грохоти для розсівання агломерату. Недоліком прямолінійних охолоджувачів є наявність холостої гілки і, в зв'язку з цим, низьке використання площі колосникового полотна для охолодження (менше 50%). Прямолінійні охолоджувачі мають такі технічні характеристики:

Тип охолоджувача	ОП-125	ВП -315
Продуктивність, т/год.	125	370
Робоча площа, м ²	128	315
Ширина робочої поверхні, м	2500	3500
Висота шару, мм	550-700	600 - 700
Швидкість руху полотна, м/хв.	0,5-1,5	1 - 3
Кут нахилу охолоджувача, град	0 - 16	10-16
Потужність електродвигунів, кВт	19,5	55 × 2

Охолоджувач агломерату ОП-315 (рис. 2.7) складається з нескінченного колосникового полотна 2, на верхню гілку якого укладається охолоджуваний агломерат, приводних 1 і натяжних 3 зірочок, завантажувальної воронки 5 гарячого агломерату і приймального пристрою 6 охолодженого агломерату. Робоче полотно охолоджувача складається з окремих, виконаних у вигляді колосникової зв'язної решітки з бортами, закріпленої на ланках двох пластинчастих ланцюгів. Рами і борти з'єднані болтами. У нижній частині бортів встановлені поздовжні ущільнення контакту рухомого полотна з нерухомими дуттьовими камерами.

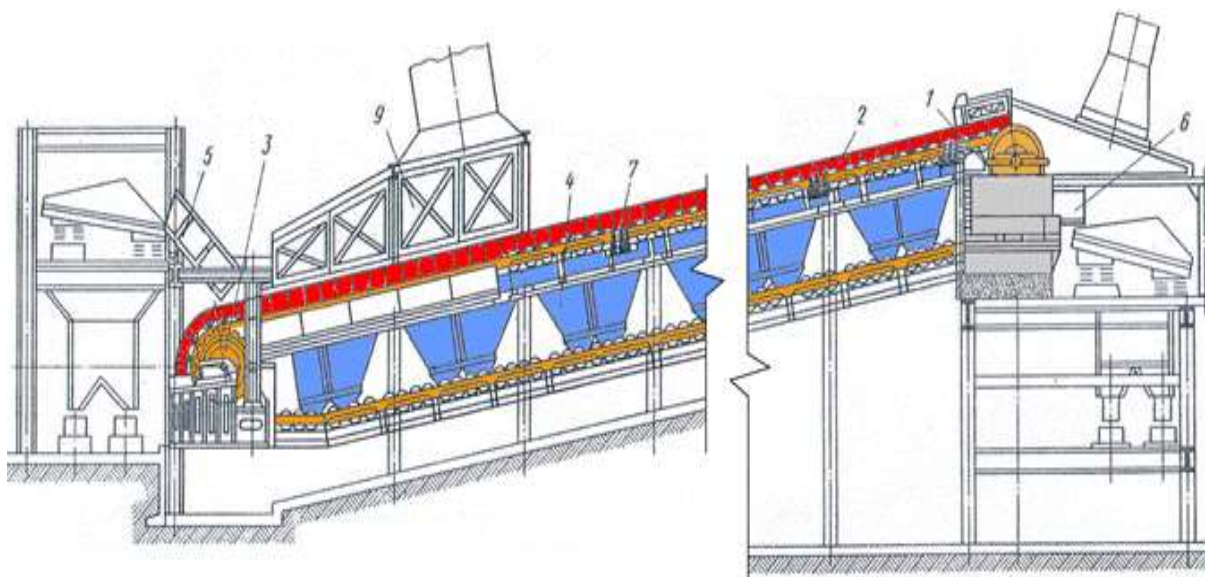
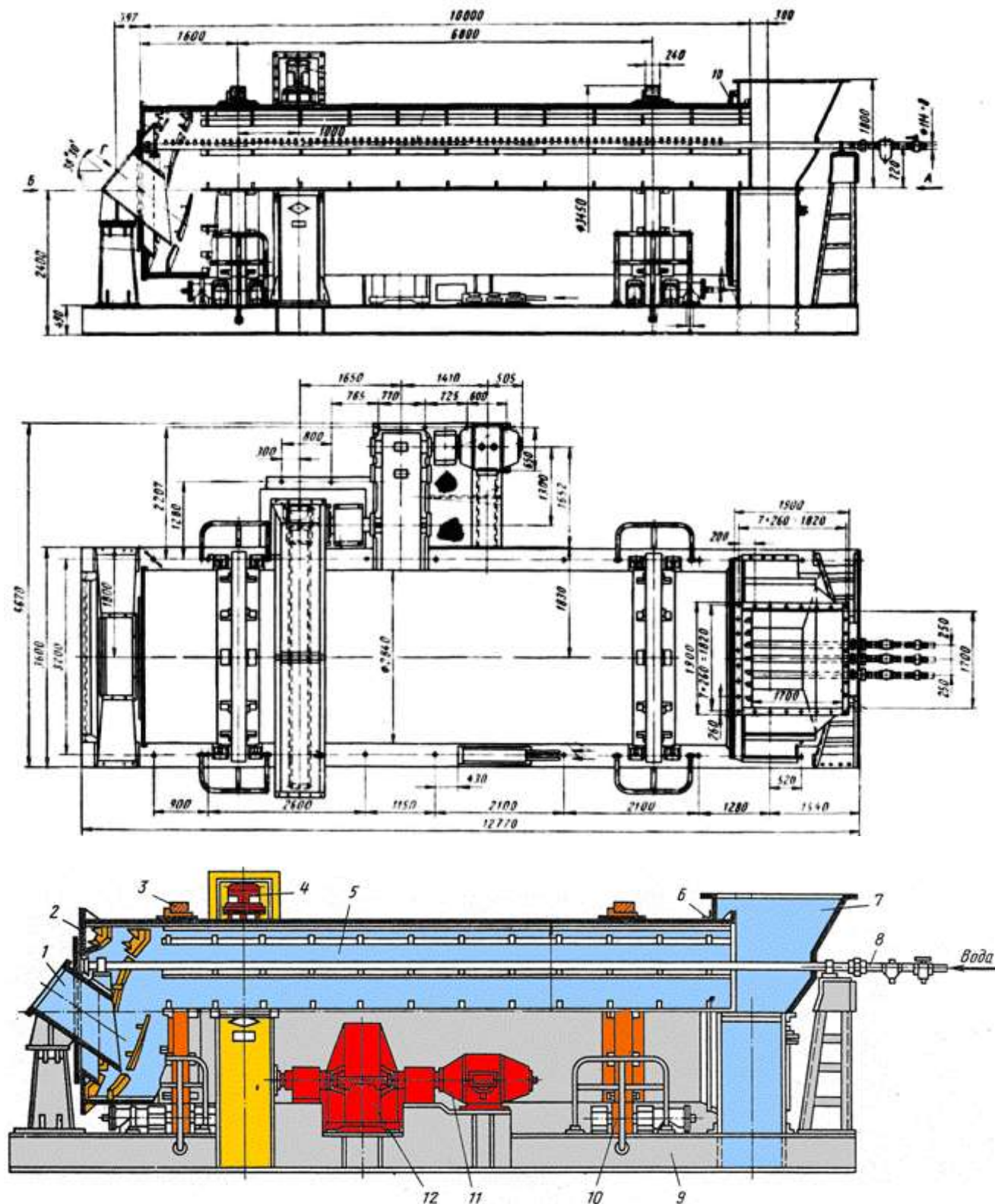


Рисунок 2.7 – Прямолінійний охолоджувач агломерату ОП-315

На завантажувальному кінці охолоджувача встановлено ведені натяжні зірочки 3 ланцюгів полотна. Для подачі охолоджуючого повітря під колосникове полотно по всій робочій довжині охолоджувача встановлено дванадцять дугтевих камер 4. Гарячий агломерат від агломашини надходить в завантажувальну воронку 5 і рівномірно видається на рухоме полотно охолоджувача. Охолоджений агломерат розвантажується в приймальний бункер 6 і направляється на грохот.

2.8 Барабан охолодження звороту

Барабан охолодження звороту (поганоспеченого агломерату) (рис. 2.8) складається з корпусу, усередині якого укріплені двозахідні спіралі, службовці для кращого транспортування звороту, чотирьох опорних роликів, на які спираються бандажами, прикріпленими до кожуха барабана.



- 1 - завантажувальна воронка; 2 - кільцеве улаштування; 3 - бандаж;
 4 - вінець відкритої зубчастої передачі; 5 - барабан; 6 - пластинчаста гума;
 7 - розвантажувальна зварна камера; 8 - трубопроводи; 9 - зварна рама;
 10 - опорні ролики; 11 - електродвигун постійного струму; 12 - двоступеневий
 циліндричний редуктор; 13 - сталеві ролики

Рисунок 2.8 - Барабан охолодження звороту ОБ2-2,8 x 10

Для запобігання зсуву барабана в осьовому напрямі, встановлений ролик. Обертання барабана здійснюється від електродвигуна через циліндровий редуктор, вихідний вал якого зубчатою муфтою сполучений з проміжним валом опорних роликів, що мають фрикційне зачеплення з бандажами. Електродвигун з редуктором сполучений втулково-пальцевою муфтою. Корпуси підшипників кочення роликів встановлені на рамках. Мастило підшипників роликів густе централізоване. Для охолодження звороту в барабан подається вода по трубі, що бризкає.

2.9 Вантажопідйомне устаткування

Для обслуговування устаткування використовуватимуться існуючі вантажопідйомні засоби, за виключенням електроталі вантажопідйомністю 3 т для транспортування спікальних візків для спікання до вантажопасажирського ліфта. Вказану електроталь передбачається замінити на електроталь вантажопідйомністю 5 т висотою підйому 6,3 м, враховуючи масу візка для спікання 3,5 т.

Додатково над кожною агломераційною машиною передбачається установка електроталі вантажопідйомністю 5 т, висотою підйому 6,3 м для демонтажу і монтажу візків для спікання в головній частині агломераційної машини при переході з холостої гілки на робочу.

2.10 Аспірація

Для створення нормованих умов праці і захисту повітряного басейну, даним проектом передбачається облаштування місцевих відсосів від укриттів технологічного устаткування розвантажувальної частини, що порошить, кожній з шести агломераційних машин і стаціонарних грохотів для відсіву звороту, характеристики яких приведені.

Сумарний об'єм газопилової суміші, що видаляється від однієї агломераційної машини складе 235000 м³/год. Загальний об'єм газопилової суміші, що видаляється від технологічного устаткування агломераційного корпусу, у складі 6 агломераційних машин складає 1410000 м³/год. Середня температура повітря, що

аспірується, в швидкісному збірному колекторі відсосу від кожної агломераційної машини – 90°C. Середня запиленість повітря – 10 г/м³.

Для огляду і очищення газоходів встановлюються герметичні люки. Аспіраційні відсоси від кожної з агломераційних машин будуть приєднані до центральної аспіраційної установки.

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Виробництво офлюсованого агломерату

3.1.1 Технологія виробництва офлюсованого агломерату

За останні роки в доменних печах широко застосовують офлюсований агломерат. У офлюсованому агломераті порожня порода ошлакована вапном і відповідно до цього агломерати розрізняють за модулем основності, тобто відношенню [8]:

$$B = (\text{CaO} \cdot \text{MgO}) / (\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3) \quad (3.1)$$

Процес ошлакування порожньої породи при агломерації протікає в умовах короткочасного впливу високих температур, у зв'язку з чим для повного взаємодії між вапняним флюсом та рудної частиною основна увага повинна бути приділена крупності флюсу та контакту його з рудної частиною.

Введення флюсів в агломераційну шихту супроводжується, як правило, збільшенням продуктивності агломераційної машини.

Застосування офлюсованого агломерату виключає добавку вапняку в доменну піч, що зменшує витрату дорогого металургійного коксу на виплавку чавуну, це і є основною причиною виробництва офлюсованого агломерату. Разом з цим виробництво офлюсованого агломерату має і недоліки, з яких головним є відносно мала міцність агломерату та ускладнення технологічної схеми агломераційної фабрики внаслідок споруди установок для дроблення та підготовки вапняку до спікання. Вплив основності агломерату на його міцність при зберіганні наведені в таблиці 3.1.

Відмінною особливістю офлюсованих агломератів є відсутність або низький вміст фаяліту і схильність до розпаду - руйнування - з плином часу, що пояснюється модифікаційним перетвореннями ортосилікату кальцію і наявністю вільного вапна і склоподібної фази. Руйнування настає тим швидше, чим більше в шихту було введено флюсу. Агломерати з добавкою вапняку менш стійкі, ніж агломерати з добавкою вапна і вапняного молока.

Таблиця 3.1 – Вплив основності агломерату на його міцність при зберіганні

Тривалість зберігання, доба	Кількість фракції більше 5 мм, %		
	Модуль основності агломерату		
	0,5	0,7	1,0
1	100	100	100
6	100,0	99,8	98,7
12	98,6	97,0	95,9
18	98,6	97,0	91,6
24	98,4	96,5	86,7
30	97,1	93,5	72,1

Стійкість агломерату, отриманого з вапняком крупністю менше 1 мм і менш 3 мм, значно краще в порівнянні зі стійкістю агломерату, отриманого з вапняком крупністю менше 5 мм. З цього випливає, що крупність вапняку не повинна перевищувати 3 мм, її бажано знизити до менше 1 мм або навіть менше 0.5 мм [6].

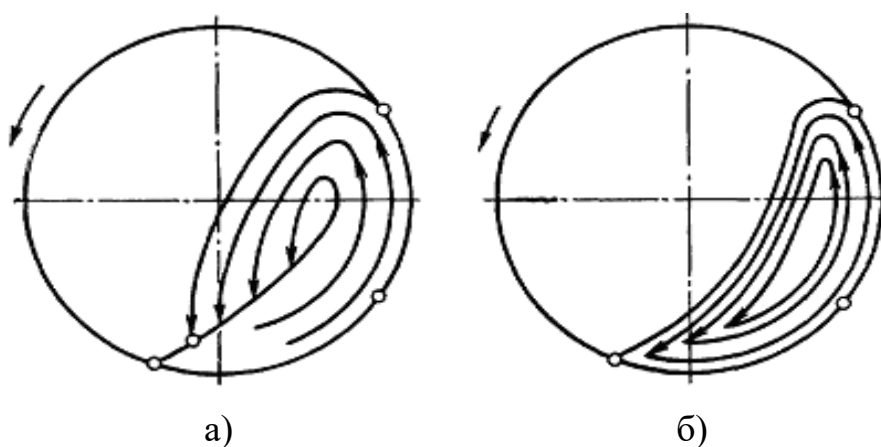
Вихідна крупність агломерату склала більше 25 мм. Аналізуючи дані таблиці 3.1 можна помітити, що зі збільшенням основності агломерату стійкість його знижується.

Виробництво агломерату офлюсованого починається з усереднення рудних матеріалів та транспортуванні їх у шихтові відділення. Завантаження шихтових бункерів потрібно виробляти в човниковий режимі для більш повноцінного перемішування і усереднювання матеріалів. Щоб уникнути зависання в бункерах матеріалу використовують пневмообрушення. Включення пневмопристроїв здійснюється за тимчасовою програмою безконтактним блоком управління.

3.1.2 Змішування шихти

Змішування шихти є важливою операцією, що забезпечує однорідність складу агломерату. Видані з шихтових бункерів матеріали потрапляють на рухому стрічку конвеєра, і розподіляються на ній окремими шарами. Їх потрібно перемішати до максимальної однорідності, інакше якісне спікання неможливо. Перемішування відбувається при перевантаженнях і пересипання шихти в розвантажувальних точках транспортерів, при спрацьовуванні пневмообрушення в бункерах над агломашинами і остаточне перемішування відбувається в змішувальних барабанах.

Найбільш доцільним є двостадійне змішування, де на першій стадії відбувається змішування шихти в змішувальному барабані, який розташований в шихтових відділенні. Однак суха шихта не грудкується тому для успішного огрудкування необхідне введення до її складу вологи. Вода створює капілярні сили, що стягують найдрібніші частинки в гранули в окомковательному барабані. При обертанні барабана шихта під дією сили тяжіння і відцентрової сили притискається до внутрішньої поверхні і рухається разом з нею вгору в напрямку обертання. Потім шихта відривається від поверхні барабана і зсипається вниз, що створює безперервний контур циркуляції шихти, яка, крім того, поступово переміщається уздовж осі барабана від завантажувального торця до розвантажувального.



а) водоспадний режим в змішувальному барабані;
б) режим перекачу в барабані огрудковача

Рисунок 3.1 – Режим руху аглошихти

Режим руху сипучого матеріалу в барабані залежить від швидкості обертання барабана, від ступеня його заповнення і від кута нахилу барабана. Шихта із змішувача надходить в барабан-огрудковач. Для огрудкування найбільш підходить режим перекачу, здійснюваний при невеликих швидкостях обертання барабана, при цьому зволожений верхній шар перекачується по шару сухої аглошихти. З завантажувальної боку торець барабана закрито листом, що мають вікно під завантажувальну воронку, а протилежний торець барабана нічим не обмежений. Перспективно виконувати футеровку барабана з поліетилену, поліуретану або гуми [6].

Великий вплив на процес огрудкування надає кількість води, тобто вологість шихти. При зміні вологості істотно змінюються властивості огрудкованної

шихти: насипна маса, міцність грудок, структура шару і його газопроникність. Шар сухої неогрудкованної агломераційної шихти володіє значним газодинамічним опором. При поступовому збільшенні вологості шихти зменшується її насипна маса, тому що збільшується пористість і росте газопроникність. По досягненні певної вологості насипна маса шихти досягає мінімального значення, при подальшому збільшенні вологості пористість шару починає падати, а газопроникність продовжує рости. Це пояснюється зміною режиму огрудкування, що призводить до зміни структури шихти. При подальшому збільшенні вологості шихти створюються умови, що сприяють отриманню грудок: зростає щільність укладання як частинок в грудці, так і грудок в шарі, що призводить до збільшення насипної маси шихти. У цьому випадку, незважаючи на зниження пористості, газопроникність продовжує зростати, тому що зростає еквівалентний діаметр каналу, але, перебуваючи на аглострічці, на багатьох шарах утворюється зона перезволоження через конденсацію водяної пари і утворюється бруд, що значно знижує газопроникність шару шихти.

Великий вплив на процес огрудкування надає спосіб подачі води для зволоження шихти. Зазвичай для цього використовують форсунки, але вони часто забиваються, так як зазвичай використовують оборотну воду. Тому на більшості аглофабрик застосовується струминне зволоження (перфорується-ванна труба з отворами діаметром до 4 мм).

3.1.3 Спікання агломерату

Завантаження шихти на аглострічку показано на (рис. 3.2). Система завантаження шихти на агломераційну машину повинна забезпечувати рівномірний розподіл матеріалу по ширині машини і створити додаткове розпушування шихти. В іншому разі через ділянки шару з меншим опором проходить більша кількість повітря і продуктивність агломераційної машини знижується. У бортів палет, де опір руху повітря менше, ніж по центру [2] необхідно зосереджувати більшу кількість шихти. Крім того, сформований спікається шар повинен володіти мінімальним газодинамічним опором, що досягається відповідним розподілом гранул шихти різної крупності по висоті шару. Найбільш висока пористість шару

шихти в реальних умовах можна домогтися, вирівнюючи її гранулометричний склад в елементарних комірках по висоті шару.

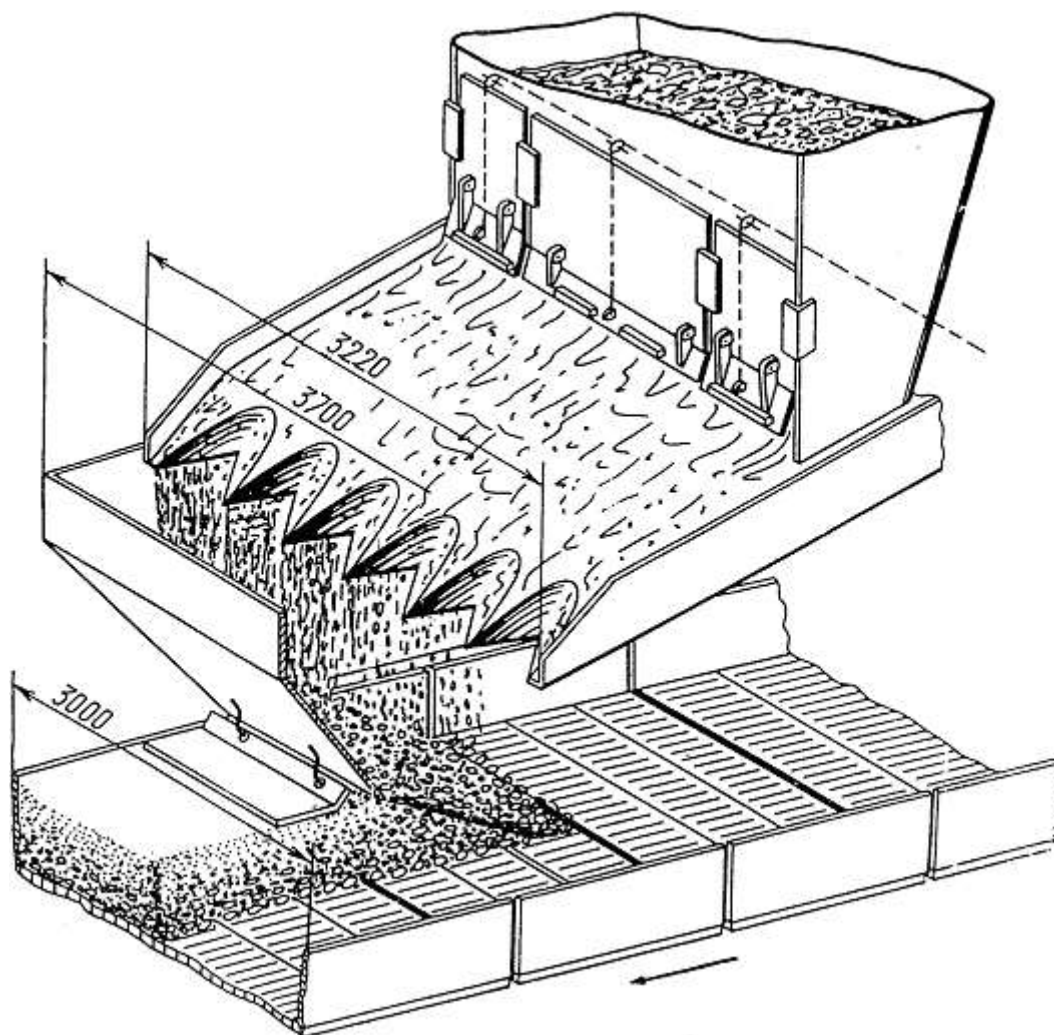
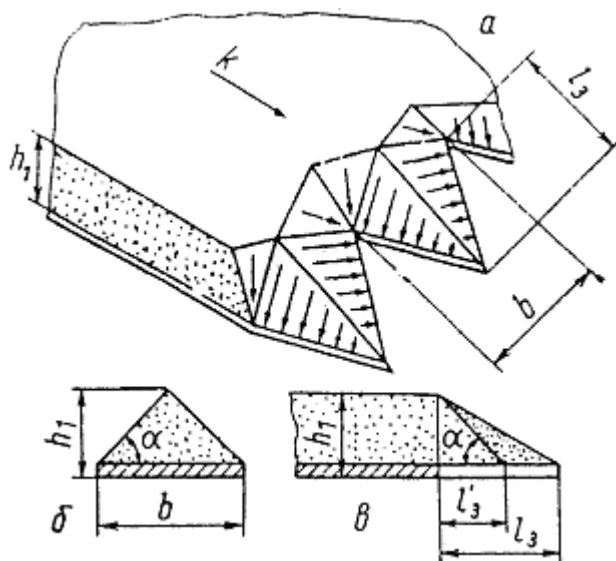


Рисунок 3.2 – Завантаження аглошихти на аглострічку

Найбільш сприятливі умови для сегрегації шихтових матеріалів при їх завантаженні на агломераційну машину створюються, коли кожна частка матеріалу рухається самостійно, не взаємодіючи механічно з сусідніми. Такий режим руху частинок шихти реалізується у завантажувальному пристрої, що складається з проміжного бункера, стаціонарного лотка, електровібраційного живильника, рівномірно розподіляє шихту по всій ширині палети. Автоматичне управління поживний забезпечує постійну задану висоту спікається шару. Розпушується і розвантажується шихта за допомогою зубчастого розсікача (рис. 3.3).

Завантаження шихти на агломашин здійснюється за допомогою електровіброживильника рівномірно розподіляє шихту по всій ширині палети. Застосування електроживильника замість барабанного забезпечує збільшення розшарування

шихти за крупністю по висоті шару. А це дуже важливо для процесу в більш високому шарі на нових машинах площею спікання 75 м^2 (рис 3.4).



k - напрям транспортування;

h_1 - висота розвантажувального вікна бункера або максимальна висота шару;

α - кут природного укосу огрудкованної шихти;

b - ширина основи зуба; l_3 - довжина зуба; l_3' - мінімальна довжина зуба

Рисунок 3.3 – Схема зубів розсікача

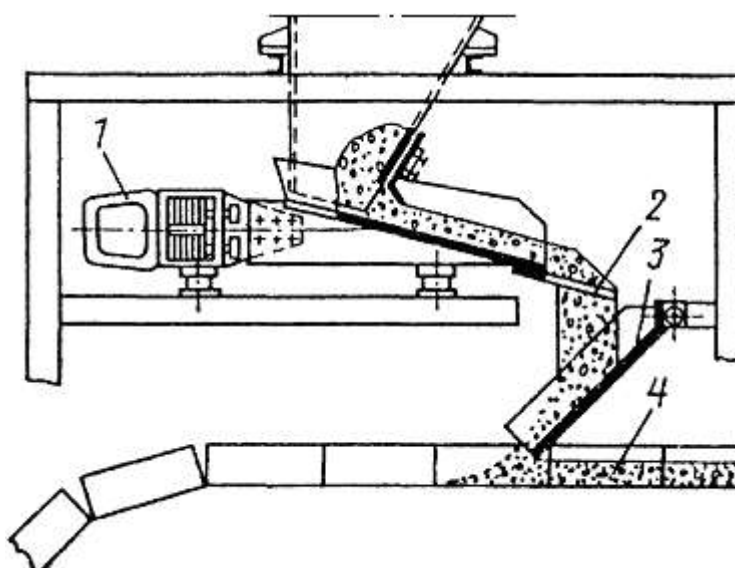


Рисунок 3.4 – Завантажувальний пристрій агломашин

Автоматичне регулювання заданої висоти шару забезпечує рівномірний рівень завантаження по довжині агломераційної машини (рис. 3.5).

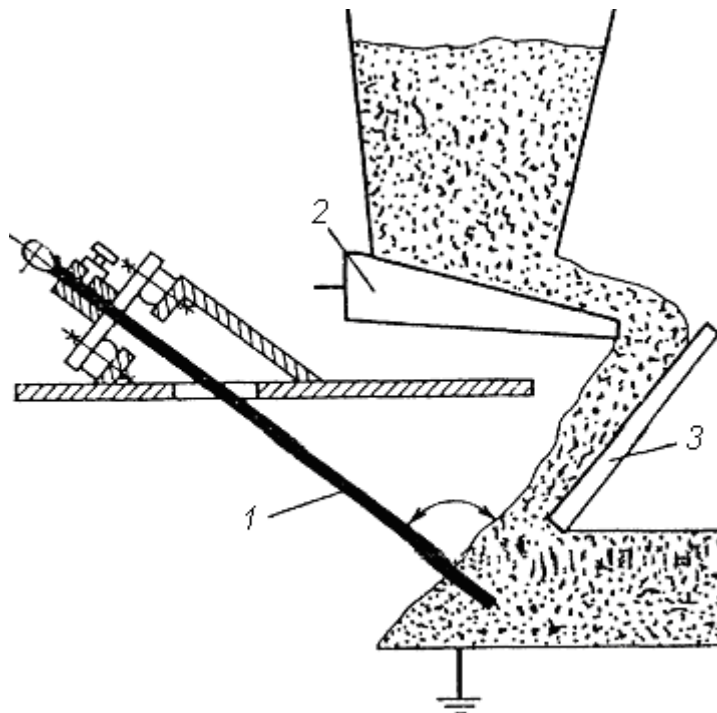


Рисунок 3.5 – Схема автоматичного регулювання висоти укосу шару шихти

На агломераційних машинах, обладнаних віброживильником вміст фракції більше 6 мм у нижній частині шару, в порівнянні з верхньою збільшилася в 10 - 11 разів, а вміст фракції менше 3 мм значно зменшилася, що позитивно позначається на процесі агломерації.

Для забезпечення вільного скочування гранул шихти підставу зуба (рис. 3.3, б) має дорівнювати подвоєній твору висоти шару α , де α шихти на живильник на котангенс кута природного укосу: $b = 2R_1 \text{ctg} (45-38) = 2 - 2,6h_1$, тобто підстава зуба має становити 2 - 2,6 h_1 висоти шару шихти на вібраційному лотку. Щоб перешкодити скачуванню гранул вперед, довжина зуба l_3 (рис. 3.3, в), повинна бути більшими ніж кут природного укосу: $3 = h_1 \text{ctg} (45-38) = (1-1/3) h_1$, тобто довжина зуба повинна становити не менше 1 - 1.3 висоти шару шихти на вібраційному лотку.

Поліпшенню газопроникності шару сприяє також уширення стаціонарного завантажувального лотка в 1.3 рази в порівнянні з шириною спікательного візка. В результаті біля бортів завантажуються більше шихти, ніж у центрі. Так як газопроникність біля бортів краще, ніж у центрі це теж сприяє вирівнюванню процесу по ширині палети. Що не менш важливо при ширині палети в 3 м.

Зменшення товщини шару шихти на стаціонарному завантажувальній камері також покращує умови сегрегації шихти. При такому способі завантаження агломерат спечений в шарі 400 мм, характеризується великим вмістом магнетиту і меншою кількістю гематиту та скла по всій висоті пирога, ніж при традиційній завантаженні. Особливо цей висновок відноситься до верхньої частини спека, в якій через відсутність великих шматочків руди вміст первинного гематиту зведено до мінімуму. Щоб уникнути утворення канального ходу повітря, що просмоктується, потрібна заміна стаціонарної гладилки на циліндричну, яка забезпечить більш якісне вмінання верхнього шару шихти і буде сприяти більш якісному заpalення палива у верхньому шарі шихти [7].

3.1.4 Запалювання палива в шарі шихти

Запалювання палива аглошихти на стрічці здійснюється зовнішнім нагрівом її за допомогою газових горнів. Зовнішній нагрів шихти виробляють негайно після її завантаження і вирівнювання шару за допомогою гладилки. Від правильної організації запалювання залежать витрата палива, продуктивність агломераційної машини і міцність спека.

До режиму зовнішнього нагріву шихти пред'являють ряд вимог. У процесі нагрівання під горном повинно бути мінімальне зниження газопроникності шару шихти, тобто процес усадки шару не повинен розвиватися.

Горіння палива при агломерації відбувається у вузькій зоні, висота якої коливається при зміні крупності палива від 1 до 5 мм відповідно в межах від 10 до 40 мм. У більшості випадків ширина зони горіння не перевищує 20 мм. Для підтримки стійкого горіння частинок твердого палива в шарі, що спікається, повинні бути виконані дві найважливіші умови:

- поверхня частинок палива повинна бути підігріта до температури займання;
- поверхня гарячих часток повинна омиватись достатньою кількістю кисневмісних газів.

Температура займання, а в продуктах горіння кокосової дрібниці на повітрі близька до $700\text{ }^{\circ}\text{C}$. містять лише 5 - 6% кисню - $750 - 800^{\circ}\text{C}$. Для різних сортів, антрацитного пилу, штибу температура займання становить $750 - 800\text{ }^{\circ}\text{C}$ причому з пониженням крупності палива температура його спалахування трохи зменшується.

В умовах агломераційного процесу горіння коксового дріб'язку в сильній мірі загальмовується при подачі в зону горіння газів, що містять менше 5 - 6% кисню. У цьому випадку можна говорити про практично повному припинення горіння твердого палива. Якщо газів після запалювання шихти містять мало кисню, то зона горіння не рухається вниз. Процес горіння твердого палива в спікається шихті і переміщення зони горіння вниз можливі тільки після подачі на агломераційну стрічку повітря.

Якщо зверху в зону горіння не вводити повітря, то продукти горіння як правило, містять не більше 3 - 4% кисню. Такої концентрації кисню недостатньо для горіння частинок, розташованих нижче, незважаючи на те, що їх температура в зоні підігріву шихти може в деяких випадках досягати порога займання. Тільки після вигорання вуглецю в зоні горіння нижчерозташованої частки в коксової дрібниці починають отримувати достатню кількість кисню зверху і загоряються, приводячи до поступового переміщення зони горіння вниз.

Агломераційний процес проводиться з великим надлишком повітря проти необхідного для згорання вуглецю коксика. Сумарний коефіцієнт надлишку повітря при агломерації залізних руд становить 2 - 3.5, але навіть при настільки великій кількості кисню можна говорити про «кисневому голодуванні» в зоні горіння.

Перш за все, звертає увагу на себе зміну величини коефіцієнта надлишку повітря по ходу процесу спікання. Вимірювання показують, що в перші хвилини величина коефіцієнта надлишку повітря не перевищує 1,1 - 1,2 і, лише до кінця спікання, коли газопроникність агломерату і кількість повітря, що просмоктується, різко зростають коефіцієнт досягає значень 3 - 4. Отже, тривалий час після початку процесу в зоні горіння надлишку повітря немає, тому рекомендується введення пару [6].

Необхідно забезпечувати швидке займання та інтенсивне вигорання часток твердого палива у верхньому шарі шихти. Слід прагнути до отримання спека у верхній частині шару, близького за міцністю до спека середній частині шару шихти.

Горн умовно поділяють по довжині на три зони відповідно до трьох послідовними і безперервними за часом операціями. Спочатку проходить попередній нагрів шару, потім власне запалювання шихти, тобто формування активної зони горіння твердого палива в шарі шихти, і нарешті, в останній зоні горна додатковий нагрів для повільного охолодження спека.

Загальна тривалість попереднього нагріву шихти і власне запалення повинна бути рівною 12 - 15%, а додаткового нагріву близько 10% від загального часу процесу спікання.

До складу запального горна входять: горн з футеровкою, система видалення продуктів згоряння, повітропроводи з вентиляторами, система охолодження і система автоматичного регулювання, сигналізації і теплового контролю.

В якості пальникових пристроїв застосовують двопровідні турборічні пальники з лопатки завихрювача або тангенціальним підведенням повітря, газовими соплами або мазутними форсунками. Продукти згоряння видаляють через вакуумкамери, розташовані під горном.

Система контролю та автоматичного регулювання включає: контроль та регулювання температури в робочому просторі горна; контроль і регулювання співвідношень витрат газу і повітря, контроль і регулюють витрати і тиск газу та води; відсікання газу при падінні тиску газу або повітря.

Новий горн забезпечує більш якісне запалювання шихти.

3.1.5 Запалювальний горн

Запалювальний горн (рис. 3.6) з довжиною камери в просвіті - 3000 мм, шириною 3350 мм і висотою склепіння від борту палети 450 мм, оснащений двома склепінними багатосопловими турбулентними пальниками з регульованою довжиною факела. При необхідності форсування теплового навантаження горна витрата газу може бути збільшений в 1,5 рази без конструктивних змін в елемен-

тах газопостачання. Пальник 1 встановлюється на відстані 1000 мм від торцевої стінки горна, що забезпечує м'який режим нагрівання шихти перед її запалюванням і оберігає торцеву стінку від перегріву.

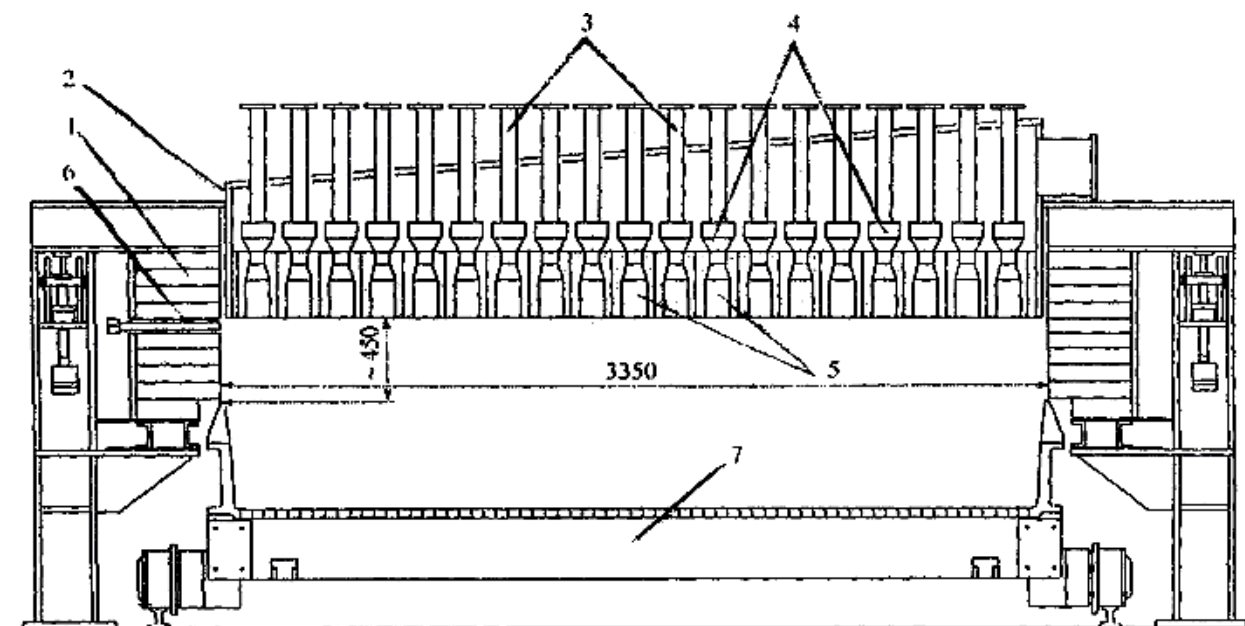


Рисунок 3.6 – Поперечний розріз горна агломераційної машини АКМ - 75

Для мінімізації підсосів повітря в горн передбачається: мінімальним зазором між бічними стінками і бортами палет; підтримку заданого мінімального розрядження в камері за рахунок дроселювання перших двох вакуум-камер. Установка двох пальників дозволяє: оптимізувати температурно-тепловий режим роботи горна по його довжині; максимально виключити вплив неорганізованих прососів повітря в горн. Пальники встановлені поперек горна з кроком 1000 мм. Кожен пальник складається із загального повітряного корпусу змінного перерізу та ряду змішувачів із самостійними підводами газу. Кожен змішувальний вузол (рис. 3.7) складається з повітряприймального патрубку із циліндричною обоймою, в якій встановлені лопатки для закрутки потоку повітря. Лопатки завихрювача жорстко закріплені на гумовій трубі. Повітряприймальний патрубок і обойма завихрювача мають систему перепускних отворів, що забезпечують, при необхідності, пропуск усього потоку повітря або частини його, минаючи завихрювача. Вихідний торець повітряприймального патрубку встановлений в пальниковому тунелі.

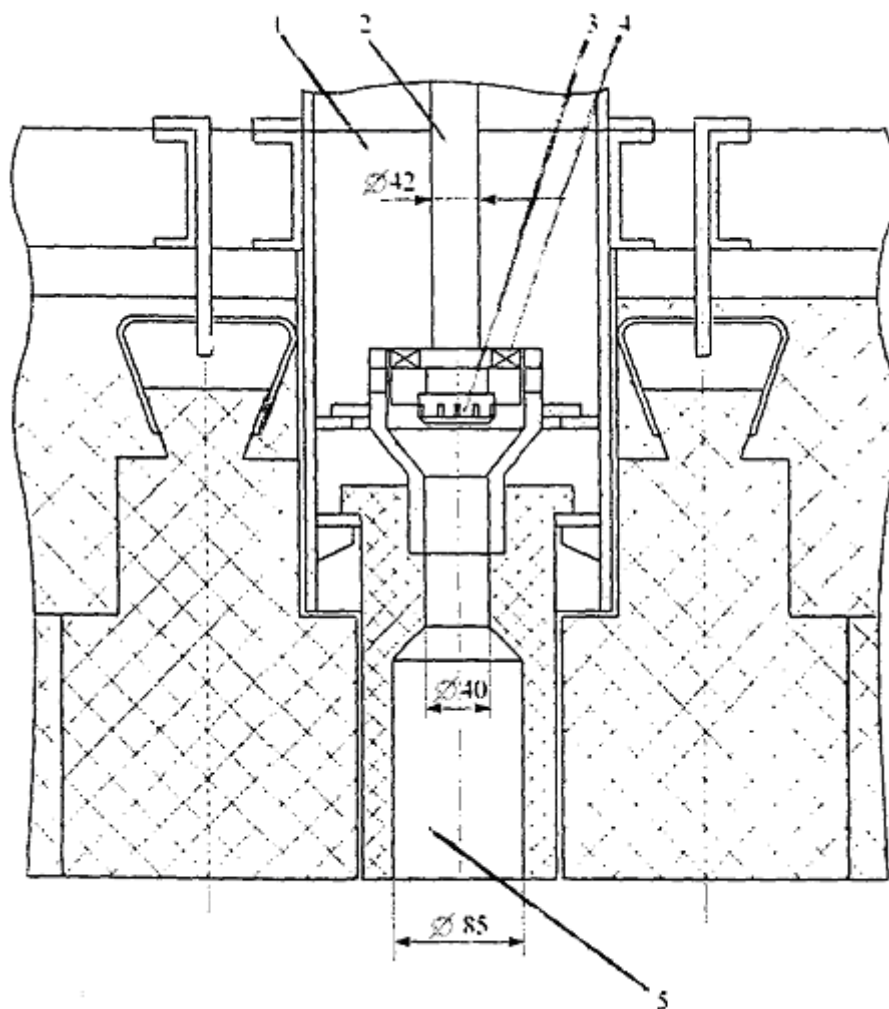


Рисунок 3.7- Змішувальний елемент газогорілочного пристрою горна

Пальниковий тунель являє собою легкий вогнетривкий блок, виконаний з карбїду кремнію. Блок має прямокутну форму і внутрішній профільований канал для витікання суміші газів. На зовнішній стороні блок має заплечіки, за допомогою яких він підвішується на поздовжніх полицях, виконаних на стінках повітряного корпусу пальника. На таких же полицях встановлені повітряприймальні патрубки. Підведення гарячого повітря в корпусу пальників здійснюється з торців, через прямокутні патрубки. Газ в кожен змішувач подається окремими патрубками, приєднаними до загального колектору.

Пальник забезпечує спалювання газу в факел регульованою довжиною. Розпал кожної пальника здійснюється за допомогою двох пальників, встановлених на бічних стінках горна на відстані близько 100 мм від склепіння. Кожна живить пальник оснащена вбудованим датчиком контролю запального факела.

Пальникові тунель являє собою легкий вогнетривкий блок, виконаний з карбїду кремнію. Блок має прямокутну форму і внутрішній профільований канал для витікання суміші газів. На зовнішній стороні блок має заплечіки, за допомогою яких він підвішується на поздовжніх полицях, виконаних на стінках повітряного корпусу пальника. На таких же поличках встановлені повітряприймальні патрубки. Підведення гарячого повітря в корпусу пальників здійснюється з торців, через прямокутні патрубки. Газ в кожен змішувач подається окремими патрубками, приєднаними до загального колектору.

Пальник забезпечує спалювання газу в факел регульованою довжиною. Розпал кожної пальника здійснюється за допомогою двох пальників, встановлених на бічних стінках горна на відстані близько 100 мм від склепіння. Кожний живильник пальника оснащена вбудованим датчиком контролю запального факела.

Склепіння горна набирається з підвісної цегли. Футеровка бічних стінок розміщена в каркасі із сталевого прокату. Нижні продовження балки каркаса опущені нижче верхньої кромки бортів спікальні візки, виконані порожнистими, охолоджуються повітрям і обладнані поруч сопел для охолодження бортів.

Автоматичний контроль роботи горна здійснюється із застосуванням мікропроцесорної техніки, що забезпечує:

- Контроль витрат газу, повітря на горіння;
- Контроль тиску газу і повітря в місцях подачі на горн;
- Контроль тиску у горні;
- Контроль полум'я пальників;
- Контроль температури продуктів горіння по довжині горна;
- Автоматичне регулювання співвідношень «газ - повітря»;
- Автоматична підтримка тиску у горні.

Техніко-економічна характеристика горна

Питома витрата тепла газоподібного палива - 91 МДж.

Час запалювання – 1,8 – 2,0 хв.

Загальний витрата газу - 350 м³ / ч, в т.ч. на пальник 1 - 200 - 220, на горілку 2 - 130 - 150 м³/год.

Загальний витрата повітря на горіння - 4500 м³/год., в 2250 м³/год. на кожному пальник.

Витрата повітря на охолодження балок - 1500 м³/год.

3.2 Фізико-хімічні перетворення в шарі, що спікається

3.2.1 Послідовність процесів, що відбуваються в шарі шихти, що спікається

При агломерації хімічні перетворення палива протікають послідовно, етап за етапом, завдяки поступовому розігріву шихти при русі зони горіння у вертикальному напрямку.

Перетворення починаються в момент запалювання шихти. Надійність запалювання залежить від конструкції горна, кількості і якості палива та тривалості запалювання. Гарне запалювання забезпечується підведенням 80 - 95 МДж на тонну агломерату. Після того як поверхня шихти отримає запас тепла перевищує тепловтрати, пов'язані з підігрівом шихти до температури запалення палива, тепла, що виділяється вже достатньо, щоб подальший процес горіння протікав без підведення його з-поза.

Умови горіння палива у верхньому шарі, відрізняються від умов горіння палива в нижніх шарах, внаслідок різних умов підготовки до запалювання і різного повітряного режиму горіння. Різниця в умовах горіння приводять і до суттєвої різниці в структурі агломерату в поверхневому та глибинному шарах. У поверхневий шар повітря надходить холодним, тому на поверхні не досягається температура, достатня для отримання міцного агломерату в цій зоні. Тобто відбувається швидка кристалізація розплаву, створюються термічні напруги, і це негативно позначається на міцності спека.

У глибинні шари повітря надходить нагрітим і нагріває шихту, що знаходиться в нижніх шарах. Тому при запалюванні палива немає великих перепадів температур. І агломерат з нижніх шарів відрізняється більшою міцністю (рис. 3.8).

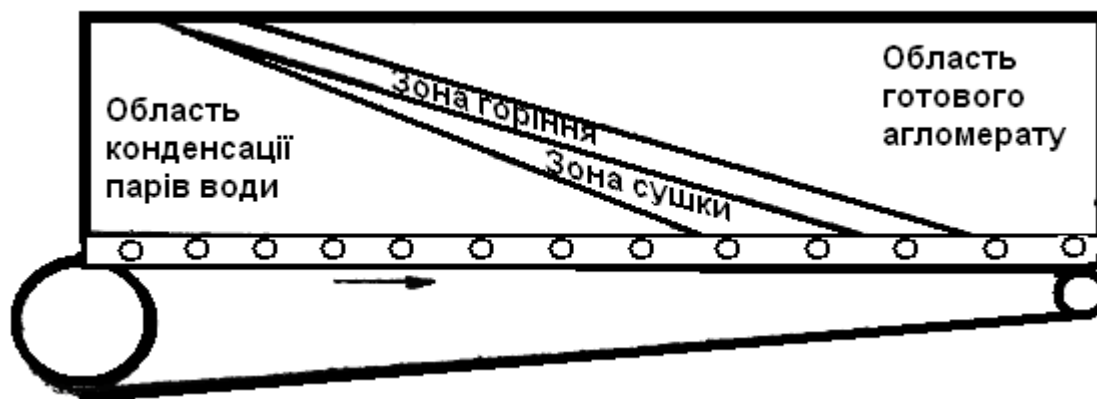


Рисунок 3.8 – Схематичне розподіл зон спікання по висоті пирога на агломераційній машині

3.2.2 Горіння палива в шарі шихти

Горіння твердого палива шихти йде з реакцій:



Тепло генерується по цих реакцій, нагріває матеріал шихти до 1400 °С. У міру опускання зони горіння температура в ній підвищується в результаті регенерації тепла. У зоні горіння палива здійснюються основні фізико-хімічні процеси агломерації. Запалення твердого палива відбувається при температурі близько 700 °С. Питання горіння палива і його оптимальна крупність є досить складним. Це пояснюється тим, що горіння відбувається у вузькому по висоті шарі (14 - 30 мм), частинки палива роз'єднані один від одного.

Процеси горіння протікають одночасно з відновленням і окисненням оксидів заліза, з розкладанням карбонатів.

Умови інтенсивного і повного горіння вуглецю вимагають вільного доступу кисню до твердого палива. Процес спалювання визначається теплообміном між матеріалами і газами. Розвиток, переміщення і засвоєння тепла, яке відбува-

ється при фільтрації повітря через шар, визначають тепловий режим нагріву матеріалів і охолодження готового агломерату.

Швидкість фільтрації повітря залежить від фізичного стану шару шихти і від зовнішніх впливів на нього, а швидкість горіння твердого палива залежить при всіх інших рівних умовах від його реакційної здатності.

Реакційна здатність твердого палива характеризує хімічну активність його по відношенню до кисню повітря, чистого кисню, двоокису вуглецю і водяної пари, а також до інших окислювача. Крім того на швидкість реакції істотний вплив надає величина реагуючої поверхні.

Хімічні процеси, що протікають при агломерації залізородних матеріалів, можна розділити на: а) розкладання шихтових матеріалів і видалення летких речовин; б) дисоціацію і відновлення оксидів заліза; в) взаємодія шкідливих домішок з газами і шихтою.

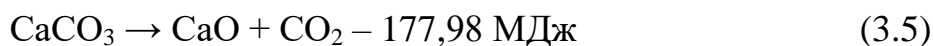
При нагріванні шихти відразу ж після запалювання палива у ній починається випаровування вологи. Гігроскопічна волога видалається з шихти в зоні підігріву. Висота зони підігріву шихти в різних умовах становить 5 - 30 мм. Інтенсивність випаровування вологи з шихти середньої вологості становить 30-35 г/(м²·с). Така висока швидкість видалення вологи обумовлюється відносно невеликими розмірами частинок шихти, тісним контактом їх з продуктами горіння палива, температура яких дуже висока [3].

Агломераційна шихта містить значну кількість карбонатів, що входять до складу спікається руд чи внесених у шихту для офлюсованія агломерату.

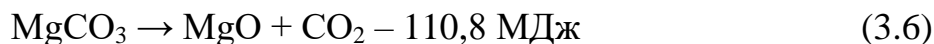
Дисоціація карбонатів протікає за схемою



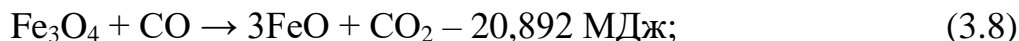
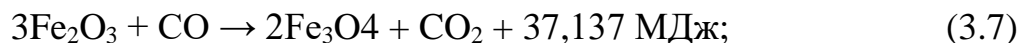
Розкладання CaCO₃ відбувається при температурі 905-920 °С



Розкладання MgCO₃ відбувається при температурі 640-660 °С



Відновниками при агломераційному процесі є окис вуглецю. Відновлення в основному протікає за участю окису вуглецю з реакції:

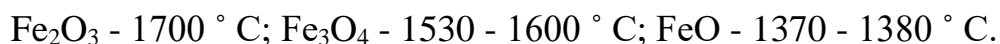


У процесі спікання при агломерації з газами видаляється до 95% сірки. У першому етапі процесу основними взаємодіючими компонентами є продукти газифікації вуглецю (CO і CO_2) і оксиди заліза.

Утворюється окис вуглецю відновлює окис заліза по реакції (3.7). Реакція протікає зі значною швидкістю вже при температурі 250 - 300 °С. На ділянках межують із зоною горіння, не виключаються й відновлення окису заліза твердим вуглецем з реакції.



З підвищенням температури вище 600 °С в тих обсягах шихти де є окис вуглецю, відновлення оксидів заліза продовжується до закису заліза (FeO) з утворенням змінного складу твердих розчинів магнетиту у закису заліза. Ця ж реакція протікає в зоні високих температур під дією твердого вуглецю. Утворення твердого розчину магнетиту в закису заліза (вюстіта) різко знижує температуру плавлення залізних мінералів. Температура плавлення чистих залізних окислів становить [8]



Температура плавлення твердого розчину, що складається, наприклад, з 45% FeO і 55% Fe_3O_4 , не перевищує 1200 °С.

Другий етап фізико-хімічних перетворень. Процеси другого етапу характеризуються високою температурою і одночасною участю у реакції твердої, рідкої і газоподібної фаз.

Закис заліза дає легкоплавкі з'єднання з SiO_2 , з яких найбільше значення для утворення агломерату має фаяліт - ортосилікат закису заліза $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ з температурою плавлення 1205°C і дві евтектики з температурою плавлення 1170°C . Крім того, фаяліт дає евтектики з FeO і SiO_2 . При утворенні потрійних сплавів $\text{FeO-SiO}_2\text{-CaO}$ початкова температура плавлення шихти значно знижується. Найбільш низьку температуру плавлення - близько 1030°C - має сплав з вмістом 10% CaO , - це майже на 200°C нижче температури плавлення фаяліту. Великий інтерес для агломерації представляє двох-кальцієвий силікат (Ca_2SiO_4) існує в трьох модифікаціях α , β , γ . Температура плавлення α - модифікації 2130°C , точка переходу $\alpha \rightarrow \beta$ - 1420°C . Перехід β - модифікації в γ - модифікацію відбувається при 675°C зі збільшенням обсягу до 10%, що супроводжується перетворенням силікату в порошок.

Третій період - охолодження агломерату. Охолодження агломерату починається заразу же після закінчення горіння палива в зоні спікання. Швидкість охолодження по висоті шару агломерату не однакова. Верхній шар агломерату піддається різкому охолодженню потоком холодного повітря, в глибинні шари повітря надходить нагрітим до температури, близької до температури агломерату, внаслідок чого охолодження у глибинних шарах відбувається повільно

Від дії холодного повітря в агломерату виникають температурні напружки, що сприяють руйнуванню агломерату. Ця обставина є причиною низької міцності агломерату верхніх шарів пирога. Тривалість і інтенсивність охолодження залежить від вертикальної швидкості спікання шихти і повітряного режиму спікання. При великій швидкості спікання охолодження протікає інтенсивніше з більш різким перепадом температури, уповільнені швидкості спікання супроводжуються і сповільненим процесом охолодження агломерату. Як правило, агломерат з шихти, спікають з великою вертикальною швидкістю, у порівнянні з агломератом, отриманим з шихти з уповільненою швидкістю спікання [2].

Тому для отримання більш якісного агломерату на нових агломашинах шар збільшений від 400 до 425 мм.

3.3 Вплив різних факторів на процес агломерації

3.3.1 Вплив звороту на режим спікання агломерату

Вивантажений з агломераційної машини агломерат містить великі і дрібні фракції. У зв'язку з цим агломерат перед відправкою до бункера додатково піддається просівання. Зворот, що отримується при просіванні, направляється в бункери шихтового відділення для повторного участі в процесі. Так як зворот бере участь у процесі спікання, то по його якості судять про правильність ведення технології. Критерієм при цьому є вміст вуглецю в звороті, який, як вважається, не повинен перевищувати 0,8% [6].

Введення звороту в шихту позитивно впливає на хід процесу спікання. Це пояснюється кількома причинами. З одного боку зворот покращує газопроникність шихти, розпушуючи її, і є центром грудок, крім того, він утворює скелет шару, міцність якого не змінюється ні при підвищеній вологості, ні при нагріванні, а також позитивно впливає на стан зон перезволоження та нагріву. Підвищення газопроникності аглошихти при добавках звороту веде до зростання вертикальної швидкості спікання.

Існує оптимальну кількість звороту в шихті, при якому забезпечується максимальна продуктивність агломашин (рис. 3.9).

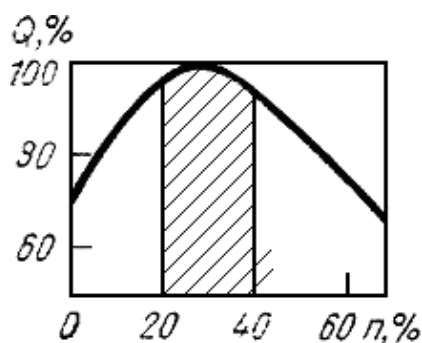


Рисунок 3.9 - Продуктивність агломашин Q залежно від частки звороту в рудній частині шихти n

Збільшення вмісту звороту в шихті змінює температурний режим спікання. Наявність в шихті звороту сприяє підвищенню температури в шарі через зменшення витрат тепла на випаровування вологи. Крім того, збільшення звороту підвищує швидкість фільтрації повітря, в результаті чого знижується температури в шарі [7].

3.3.2 Вапно як інтенсифікатор процесу спікання

Введення в шихту вапна в кількості 3 - 4% від маси рудної частини супроводжувалося значним збільшенням продуктивності і поліпшенням якості агломерату. Інтенсифікуючу дію вапна можна пояснити наступним.

Вапно, введене в агломераційну шихту у вигляді CaO при змішуванні і зволоження в змішувальному барабані утворює гідрат окису кальцію Ca(OH)₂. При гідратації вапно збільшується в об'ємі з утворенням дрібнодисперсних частинок крупністю менше 30 мкм. Гідрат окиду кальцію Ca(OH)₂ має сильні в'язучі властивості. Це забезпечує хорошу комкуємість шихти, збільшує міцність грудок, а отже, і початкову газопроникність шихти. Крім того, при гасінні вапна виділяється 17,7 МДж тепла на 1 кг CaO, що підвищує температуру шихти. Різниця температур тим вище, чим більша кількість вводиться вапна.

Гасіння кальцієвої вапна фактично являє собою одну стадію зворотної реакції, так як дегідратація, викликана подальшим нагріванням, відновлює негашене вапно, причому гідратної вода видаляється у вигляді пари.

При зіткненні з водою негашене вапно виявляє сильне спорідненість до неї, адсорбуючи її. Внаслідок властивістю вапна гігроскопічності відбувається ланцюгова реакція, у швидкогасящегося вапна ці процеси протікають одночасно. Як тільки вода проникає в пори на поверхні шматків вапна, негайно виділяється тепло гасіння.

Крім того, гідрат окису кальцію сприяє збереженню газопроникності в зоні сушки і, особливо в зоні перезволоження. Інтенсивне гасіння вапна зменшує перезволоження шихти при спіканні, яке є причиною руйнування її структури, ущільнення, зниження газопроникності шару. Це явище набуває особливого значен-

ня при збільшенні частки тонкоподрібненому концентратів у агломераційну шихту.

Було встановлено, що інтенсифікують дію вапна в значній мірі пояснюється її каталітичною активністю. Виявляється в тому, що вапно активізує процес горіння палива в шихті агломераційної. Вона підвищує реакційну здатність палива, збільшує швидкість горіння і знижує температуру його займання.

Зі збільшенням кількості вапна в шихті зростає вертикальна швидкість спікання, збільшується вихід придатного завдяки отриманню більш міцного агломерату (таблиця 3.2) [5].

Таблиця 3.2 – Результати спікання агломерату при заміні в шихті вапняку еквівалентним кількістю вапна

Номера спікання	ΔI , %	G, %	ρ , т/м ³	τ сп, хв.	l, мм/хв.	k	Q		Розсів агломерату після випробування в барабані		
							$\frac{t}{(m^2 \cdot ч)}$	%	>25 мм	25-5 мм	<5 мм
1-4	0	0	1,88	11,25	20,0	0,018	1,39	100,0	8,9	61,8	29,3
5-8	3	0,3	1,87	11,10	20,2	0,619	1,40	100,8	7,7	66,0	26,3
9-12	5	0,5	1,877	11,0	20,2	0,623	1,43	102,0	12,9	59,8	27,3
13-16	10	1,1	1,84	10,5	21,4	0,621	1,47	105,8	11,5	62,5	26,0
17-20	20	2,2	1,80	10,0	22,5	0,624	1,52	109,4	15,9	61,6	22,5
21-24	50	5,7	1,74	9,3	24,2	0,632	1,60	114,4	11,7	65,3	23,0
29-32	75	8,7	1,67	9,3	24,2	0,639	1,55	110,8	14,8	61,9	23,3
25-28	100	12,2	1,56	9,3	23,0	0,662	1,42	102,2	16,4	60,0	23,6

Примітка. ΔI - частка заміненого вапняку в шихті; G - вміст вапна у сухій шихті; ρ - насичена маса шихти; $\tau_{сп}$ - тривалість спікання; l - вертикальна швидкість спікання; k - коефіцієнт виходу придатного, Q - продуктивність агломераційної установки.

Доведення кількості вапна, що додається до шихти, до 5 - 7% (50% заміни вапняку) продуктивність збільшувалася на 14,5 - 15%. Подальше підвищення вмісту вапна в шихті при малому витраті концентрату і даної висоті спікається шару (250 мм) не дає позитивних результатів. Це обумовлено значним зниженням насипної маси шихти і її надмірним огрудкування. Про поліпшення ступеня огрудкування шихти свідчило зменшення початкового вакууму при утриманні 10 -12% вапна в шихті і збільшений вміст кисню в відходять газах. Тому потрібно

переходити на спікання в більш високому шарі, що буде сприяти збільшенню продуктивності та якості агломерату [5] (таблиця 3.2, рис. 3.10).

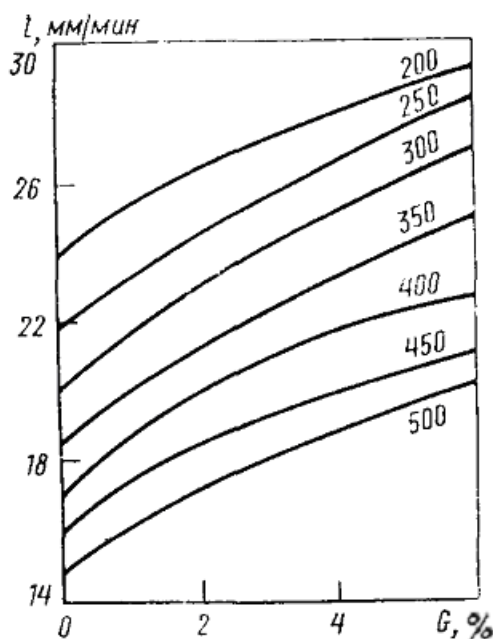


Рисунок 3.10 – Залежність вертикальної швидкості спікання агломерату від змісту вапна в шихті при різних висотах шару, що спікається

Незважаючи на те, що інтенсифікують дію обпаленої вапна на газодинамічні характеристики шихти і процес спікання добре відомо, питання про оптимальний спосіб її введення в шихту до цих пір є спірним. В даний час застосовують кілька способів введення вапна в агломераційну шихту. Перший спосіб полягає у вапнуванні руд або концентрату в штабелі на рудному дворі. Істотним його недоліком є те, що при дозуванні грейферами розподіл вапна в концентраті виявляється недостатньо рівномірним. При середньому вмісті CaO 2,5 - 3% коливання досягають + 1,0% що відбивається на основності шихти і агломерату. Другий спосіб застосування вапна зводиться до подачі його в свіжобпаленому (розпеченому) вигляді безпосередньо в шихту. До його переваг відносяться: використання фізичного тепла вапна і зниження коливань основності шихти і агломерату при введенні вапна на увазі можливості точного дозування. Недолік цього способу пов'язаний з тим, що шматочки вапна крупністю більше 6-8 мм не встигають повністю прореагувати з компонентами шихти, тому в агломерату зустрічаються вкраплення вапна, що знижують його якість.

Третій спосіб полягає в накопченні вапна на гранули готової шихти. Цей спосіб збільшує ефективність огрудкування шихти. Проте впровадження цього способу пов'язано з певними технічними труднощами. Спікання шихти з високим вмістом вапна забезпечує високопродуктивну роботу машин.

Таблиця 3.3 – Вплив висоти шару і витрати вапна на міцність агломерату

Висота шару мм	Вихід класу <5 мм, при вмісті CaO, %				
	0	3	4	5	5,8
200	20,1	20,0	18,7	18,0	18,0
250	17,1	16,0	16,6	15,8	16,2
300	16,2	15,0	15,6	15,8	16,0
350	15,6	14,6	15,6	15,8	15,4
400	13,0	13,4	12,6	12,4	11,9
450	11,1	12,0	11,5	11,3	10,0
500	9,8	9,8	9,4	9,6	9,2

3.4 Способи покращення якості агломерату

3.4.1 Збільшення висоти шару, що спікається

Агломерат гарної якості міцний, містить незначну кількість дріб'язку перед завантаженням у доменну піч, мало руйнується при наступному відновленні на печі, має гарну відновленість, високу температуру початку розм'якшення і невеликий інтервал розм'якшення. Вплив висоти шару, що спікається, на міцнісні властивості агломерату в основному вивчався в лабораторних умовах для шихти різного гранулометричного та хімічного складу [3]. Для визначення міцності агломерату по висоті шару шихту розділили на п'ять рівних частин. У кожену частину ввели елемент-індикатор. Попередньо перемішані частини шихти завантажили в чашу шарами по 50 мм, причому в кожен шар, вважаючи знизу, додали певну кількість індикатора, а саме: хром (№ 1), нікель (№ 2), вольфрам (№ 3), молібден (№ 4), мідь (№ 5). Після закінчення спікання (основність 1,0 витрата палива 4,5%) отриманий агломерат піддали стабілізуючим навантаженням з наступного розсіву на ситах 25x25, 15x15, 10x10, 4x4 і 2x2. У кожній фракції визначили зміст елемента - індикатора. За цими даними визначили вихід класів по круп-

ності з кожного шару (таблиця 3.3). Дані дослідів показують, що міцність і кусковатість агломерату збільшується по висоті спека зверху вниз.

Таблиця 3.3 – Гранулометричний склад спека по шарах № 1–5

Клас, мм	Гранулометричний вміст агломерату, %, по шарах				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
>25	17,2	1,7	3,9	-	-
25—15	14,8	7,3	12,1	6,2	3,1
15—10	19,8	25,5	24,2	21,7	17,9
10—4	26,5	34,2	31,8	32,9	33,4
4—2	10,8	18,6	16,0	21,3	23,4
<2	10,9	12,7	12,0	17,9	22,2

Підвищення спікання шару з 270 до 570 мм зменшило вихід звороту на 30% і відповідним чином, збільшило середній діаметр шматка після випробування в барабані. При збільшенні спікання шару з 200 до 600 мм вихід фракції більше 8 мм після випробування в барабані зростає приблизно від 30 до 60%.

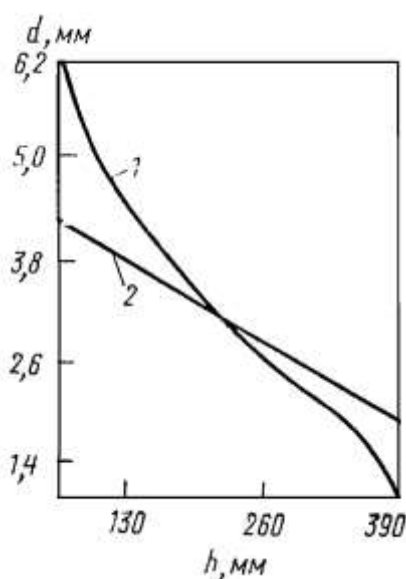
Вивчаючи вплив витрат палива, змісту звороту в шихті і висоти шару на продуктивність агломераційної машини, отримали, що при малій висоті шару підвищення вмісту в шихті палива з 6 до 10% практично не приводить до зменшення частки звороту, в той час як збільшення висоти шару значно її зменшує [9]. Однак, просте збільшення шару шихти не завжди приводить до зміцнення спека. Необхідна гарна газопроникність шихти. В іншому випадку можливий каналний хід газів і міцність спека знижується.

У верхній ступеня теплообміну холодне повітря, всмоктується в спікаємий шар, нагрівається і переносить тепло в нижній шар. У міру опускаючи зони горіння частка регенеруемого тепла, що надходить в зону горіння, збільшується, отже, підвищується і температура шару при постійній витраті твердого палива. Різниця максимальних температур верхніх і нижніх шарів пирога агломерату коливається від 100 до 250 °С, і в основному залежить від вмісту вуглецю в шихті, тривалості зовнішнього нагріву і висоти спікається шару. При висоті спікається шару 400 мм частка регенеруемого тепла в загальному прихід тепла в зону горіння на рівні 180-200 мм від верху шару сягає 35 - 45%, а у колосникової решітці

вона наближається до 60% [10]. Основною причиною підвищення міцності агломерату по висоті шару, що спікається, є збільшення часу витримки його в зоні високих температур. У результаті змінюється мінералогічний склад агломерату, мають місце більш повна його кристалізація, зниження термічних напруг. Міцність продукту підвищується.

3.4.2 Вплив сегрегації шихти на якість агломерату

При застосуванні віброживильників замість барабаних живильників вміст фракції > 6 мм у нижній частині шару в порівнянні з верхньою збільшується з 5,5 до 61,3%, а вміст фракції < 3 мм зменшується в 5,5 рази. Підвищення ступеня сегрегації шихти викликало збільшення її порізної (рис. 3.11).



1 - віброживильником; 2 - барабаним живильником

Рисунок 3.11 - Зміна середньологарифмічного діаметра гранул d по висоті шару h залежно від системи завантаження

Збільшення довжини окомковательного барабана з 7,5 м до 8 м також збільшує ступінь огрудкування шихти. Розшарування шихти за крупністю призвело до зміни розподілу вмісту вуглецю по висоті шару. У верхній частині шару збирається більша частина пального, що сприяє вирівнюванню температурного режиму по висоті всього спікательного шару мікро- і макроструктура агломерату по висоті шару стали більш однорідними. Агломерат, спечений у високому шарі,

характеризується великим вмістом магнетиту і меншою кількістю гематиту та скла по всій висоті пирога, ніж при системі завантаження барабаними живильниками. Особливо це стосується верхньої частини спека, в якій через відсутність великих шматочків руди(результат сегрегації) вміст первинного гематиту зведено до мінімуму.

Збільшення часу перебування спека в зоні високих температур з-за кращого використання тепла, що регенерується, у разі більшої висоти спікається шару при використанні методу завантаження шихти на аглострічку за допомогою віброживильника і перерозподілу вуглецю по висоті шару, також збільшення часу перебування шихти під запальним горном сприяє різкого зміцнення спека. Вміст скла по висоті шару агломерату зменшується від верху до колосникових грат. Головне - отриманий максимальний ефект від зміцнення агломерату за рахунок вирівнювання теплового режиму процесу спікання і поліпшення газопроникності шару шихти.

Заміна стаціонарної гладилки циліндричної зменшить кількість зруйнованих гранул шихти верхнього шару і збільшить вихід придатного агломерату. Тобто, поряд зі збільшенням кількості одержуваного агломерату якість агломерату теж істотно поліпшується, що позитивно позначиться на роботі доменних печей.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

4.1 Аналіз потенційно шкідливих і небезпечних чинників виробничого середовища агломераційного цеху

Безпека агломераційного процесу залежить від швидкості руху агломераційної стрічки, від характеру і вмісту шихтових матеріалів та готового агломерату, від щільності укладання (газопроникності) шихти і характеру її розподілу. Таким чином, нормованими параметрами агломераційного процесу є маса переробляються вихідних матеріалів і готового агломерату, швидкості їх переміщення, обсяг, тиск і температура на різних стадіях агломераційного процесу. Порушення процесу агломерації, пов'язані зі змінами фізико-хімічних параметрів, призводить до зміни технології спікання, впливають на технологічний стан агрегату і безпеку обслуговуючого персоналу. Агломерація залізородних матеріалів характеризується різноманіттям операцій з підготовки та огрудкованню вихідної сировини. У кожній з перерахованих операцій можуть виникнути виробничі фактори, вплив яких, на працюючих може призвести до травм. До таких факторів належать рушійні машини і механізми, вироби, заготовки, матеріали, транспортери подачі сировини, випалювальні машини, дробарні матеріали, вантажно-розвантажувальні пристрої, електрокари, рухомі поїзди тощо. Для попередження травматизму опорні ролики змішувальних барабанів, зубчасті вінці, шестірні, сполучні муфти і інші обертаючі частини механізмів огорожені кожухами. Змішувальні барабани огорожені решітками з обох бічних сторін. Обслуговуючому персоналу забороняється заходити за огороження під час роботи змішувального барабану. Під час змішування в барабані виділяється пар і велика кількість пилу. Щоб запобігти попаданню пари і пилу в атмосферу виробничих приміщень, отворі змішувальних барабанів з боку видачі шихти щільно закриті кожухами і обладнані витяжними трубами, виведені назовні будівлі. Ці труби забезпечують таку витяжку, щоб пара і пил не вибивалися у виробничі приміщення з змішувального барабана. Дверцята люка змішувального барабана, призначені для доступу обслуговуючого персоналу всередину при очищенні та ремонті, за-

безпечені блокуванням, що виключає можливість пуску барабана в роботу з відкритою дверцятами. Чистити або ремонтувати змішувальний барабан, а також відбирати проби матеріалу безпосередньо з барабана під час роботи забороняється. Щоб усунути застрягання матеріалів у течки, за якими шихта надходить у змішувачі, перетин течок і кут їх нахилу досить великі. Якщо на змішувачах спостерігається застрягання матеріалів у підвідних течках, то на їх стінках встановлені вібратори. Щоб уникнути аварійних завалів матеріалами при роботі системи транспортерів влаштована блокування, що зупиняє суміжні транспортери у разі зупинки одного з них. Запальні горни є потужними джерелами тепла і променій енергії. Стінки і склепіння запальних горнів агломераційних машин теплоізовані. Над горнами влаштовані парасолі з витяжними трубами, виведеними за межі будинку. З боків горнів, для захисту від тепловіпроміння, влаштовують екрани. Щоб з-під запального горна не вибивало полум'я, його встановлюють так, щоб задній край горна не перекривав почергово вакуум-камеру агломераційної машини. Запальні горни опалюються газом. Підводи газу до запалювальних горнів і всі газові пристрої виконані та експлуатуються відповідно до вимог правил техніки безпеки в газовому господарстві металургійних заводів. Основним обладнанням агломераційної фабрики є агломераційна машина.

Це складний механізм, що має рухомі, обертальні частини і частини, нагріті до високої температури. Обслуговування цієї машини пов'язано з цілою низкою небезпек для обслуговуючого персоналу. Всі обертові і рухомі частини приводів, зірочки та зубчасті передачі агломераційних машин мають надійні огороження й кожухи. Для зручного обслуговування влаштовані майданчики та сходи, огорожені поручнями. Стінки вакуум-камер та газовідвідні труби зазвичай нагріті до значних температури (150°C), тому вони покриті теплоізоляцією.

Для уловлювання агломерату, що обсипається з колосників, по всій їх довжині влаштовані воронки, з'єднані течки з транспортером прибирання пилу. Прорізи в підлозі, де стрічки виходить під завантаження, зашиті залізними листами з мінімальним зазором до спікальних візків. Загрузочна частина агломераційної машини на всю ширину торцевої сторони в місці перегину стрічки закрита запобіжним металевим щитом. Під стрічкою у розвантажувальній її частини

влаштовані проходи для обслуговуючого персоналу. Ці проходи зверху і з боків огорожені листовим залізом.

Ця частина відокремлена від спікальної частини машини стіною по всій висоті приміщення. Двері для проходу на робочу майданчик розвантажувальної частини мають пристрої для закривання.

Розвантажувальна частина, дробарка агломерату, грохоти та жолоби знаходяться в герметизуючих кожухах, приєднаних до загального укриття агломераційної машини з тим, щоб пил і гази з розвантажувальної частини та інших пристроїв відсмоктувати під дією розрідження екстаустера. Між робочою площадкою розвантажувальної частини і майданчиком спікательної частини агломераційної машини організована звукова та світлова сигналізація і переговорна зв'язок. Приймальні лійки агломерату, встановлені під перегином стрічки, мають кут нахилу стінок 50° . Випускні отвори воронки і течки круглого перетину діаметром не менш 400мм герметично закриті і виведені на грохот. Жолоби для спуску агломерату після просівання зверху перекриті і влаштовані так, щоб агломерат не прокидався повз вагонів. Для усунення застрягання агломерату нахил колосників не менше 45° . Чистити ринви можна тільки після зупинки агломашин. Цю роботу виконують за допомогою довгих ломів і пік, через спеціальні люки у верхній частині жолобів. Для зручного та безпечного доступу до риз і грохотом з бічної сторони від них влаштовані сходи і зручні майданчики з поручнями. На аглофабриці обслуговування шляхів пов'язано з небезпеками наїзду рухомого складу, травмування при очищенні шляхів від агломерату в результаті падіння його з розвантажувальних жолобів. З метою безпеки пересування вагонів, що знаходяться під навантаженням, проводиться штовхальниками, без ручної зачіпки тягових пристосувань.

Шляхи мають нормальні габарити наближення до будівель і обладнання. Прибирання шляхів від прокидається агломерату виконують лише після прийняття заходів, що виключають можливість подачі рухомого складу, і після зупинки спікальні машин.

Міри захисту від небезпечних та шкідливих факторів в агломераційному цеху показані в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Технічні міри захисту від потенціальних небезпечних та шкідливих факторів

Небезпечний або шкідливий фактор виробничого середовища	Захисне обладнання	Тип обладнання	Габарити обладнання та його характеристика	Місце установки на плані
Пиловиділення	Система пилозадавлення	Аспіраційна система, витяжні парасольки	Ф - 11500 м	Дробарки в хвостовій частині а/м, по довжині
Шум	Шумопоглинаючі екрани	Металевий лист	Товщина 10 мм	Споруда цеха
Тепловиділення від горна а/м, хв. частина а/м	Захист теплоізоляційним матеріалом	Аератори Аспіраційна системи	Ф - 11500 м	На спікальне відділення

4.2 Розробка заходів захисту від впливу небезпечних і шкідливих чинників виробничого середовища агломераційного цеху

До небезпечних і шкідливих чинників в агломераційному цеху відносять: пиловиділення з розвантажувальної частини агломашин; вапняний пил в перевантажувальних вузлах конвеєрів; тепловиділення від горна агломашин, вакуумкамер, охолоджувальних барабанів, газоочисного обладнання; наявність вібрації в ексгаустерному відділенні, у приймальному відділенні і шихтових, на ділянках дроблення вапна і дроблення палива, в районі змішувальних барабанів; шум практично на всіх ділянках цеху. Результатом впливу на організм теплового випромінювання є швидке стомлення; зниження працездатності; ослаблення опірності організму до шкідливих впливів; різні захворювання: теплове виснаження (симптоми - слабкість, нудота, головний біль), тепловий удар (симптоми - запаморочення, збудження, тремтіння, конвульсії, марення), теплові судоми (симптом - м'язові спазми), катаракта очей. Пил, проникаючи в легені людини, може викликати специфічні захворювання (силікоз та ін.). Пил дратує шкіру, очі, ясна, вуха. В повітрі робочої зони містяться такі шкідливі хімічні речовини: речовини 1 класу небезпеки - ангідрид хромовий та оксид марганцю у вигляді аерозолі конденсації. Речовини 2 класу небезпеки - фенол, сірководень, луги їдкі. Фенол відноситься до соматичних отрут, призводить до пошкодження кровоносної системи.

Сірководень відноситься до хімічно задушливим токсичних речовин, які знижують вміст кисню у вдихуваному повітрі, пов'язуючи його хімічно. Сірководень викликає параліч дихання. Речовини 3 та 4 класу небезпеки - азоту діоксид, ангідрид сірчистий, вуглецю оксид, аміак. Діоксид азоту відноситься до токсичних речовин, що викликають в першу чергу поразка кінцевих дихальних шляхів і легневих альвеол. Ангідрид сірчистий і аміак відносяться до токсичних речовин, що викликають в основному поразки верхній частині дихального тракту. Оксид вуглецю з'єднується з гемоглобіном крові, і відноситься до хімічно - задушливим речовинам. При веденні технологічного процесу виробництва агломерату, на стадії підготовки сировини, а саме при випалюванні вапняку, а також при спіканні агломерату, як паливо використовується природний газ. Температура samozаймання - 650°C.

У таблиці 4.2 наведено концентрацію вибухонебезпечних сумішей.

Таблиця 4.2 - Межі вибухонебезпечності природного газу в суміші з повітрям (в відсоток відносно до обсягу)

Нижня межа, %	Верхня межа, %	Діапазон вибухобезпеки
5	15	10

Виробничі приміщення агломераційного цеху з позиції електробезпеки характеризуються як особливо небезпечні.

Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів та карта умов праці для робочого місця агломератника представлені в таблиці 4.3.

Таким чином, проведений аналіз умов праці при отриманні агломерату в агломераційному цеху дозволяє зробити висновок про перевищення нормативних показників по рівню шуму, вібрації, інфрачервоного випромінювання. Перевищують допустимі концентрації також кількості пилу, оксиду вуглецю та ангідриду сірчаного у повітрі робочої зони киснево-конвертерного цеху. Все це дозволяє віднести умови праці до III класу 3 ступеня. За показниками робоче місце слід вважати з шкідливими і небезпечними умовами праці.

Таблиця 4.3 - Оцінка факторів виробничого трудового процесу агломератника

№	Чинники виробничого середовища і трудового процесу	Нормативне значення	Фактичне значення	III клас: шкідливі і небезпечні умови			Тривалість дії чинників в за зміну %
				I ступінь	II ступінь	III ступінь	
1	Шкідливі хімічні речовини, мг/м ³ 3-4 клас безпеки: - ангідрид сірчаний (SO ₂) - оксид вуглецю	1,0	1,3	-	-	40,0	80
		20,0	1,15	-	-	-	80
2	Пил, переважно фіброгенної дії, мг/м ³	4,0	3,9	-	-	25,0	80
3	Вібрація (загальна і локальна), дБ	92	90	-	-	14	80
4	Шум, дБА	80	79	9	-	-	80
5	Мікроклімат в приміщенні:						
	- температура повітря, °С	27	28	-	-	13	80
	- швидкість руху повітря, м/с	0,5	0,48	1,6	-	-	80
	- відносна вологість, %	<70	50	-	-	-	80
	- інфрачервоне випромінювання, Вт/м ²	140	129	-	-	3500	80
6	Тяжкість праці	Важка III					
7	Напруженість праці	Напружена					

4.3. Заходи з електробезпеки

У агломераційному цеху машини і апарати, що виробляють, перетворюють, розподіляють і споживають електроенергію, називаються електроустановками. Необережне поводження з електроенергією призводить до травм.

Електротравматизм визначається різними причинами: несправністю ізоляції, захисних пристроїв (заземлення, огорожування, сигналізації, блокування, захисного відключення); необізнаністю осіб, обслуговуючих установки; порушеннями правил пристрою електроустановки.

Дія струму на організм людини виявляється в електричному ударі і місцевій поразці організму. Електричний удар спричиняється випадковим дотиком людини до струмоведучої частини, яка опинилася під небезпечною напругою внаслідок несправності ізоляції дротів, заземлення (або його відсутність). Ураження отримує весь організм - нервова система, м'язи, тканини і внутрішні органи. Миттєво виникає судорожна реакція м'язових волокон серця і дихальної системи, що нерідко призводить до смерті. Місцеві поразки виявляються в опіках, найчастіше рук.

При пошкодженні ізоляції електроустаткування напруга може випадково з'явитися на металевих частинах (на корпусі, кожусі, станині, на броні кабелю тощо), які в нормальному положенні не знаходяться під напругою. При сполученні з металевими конструкціями, що виявилися під напругою, виникає небезпека поразки електричним струмом.

Для освітлювальної мережі загального освітлення допускається напруга не вище 250 В. У приміщеннях з підвищеною небезпекою та особливо небезпечних для світильників місцевого та ремонтного освітлення і для ручного інструменту напруга не повинна перевищувати 36 В.

Для захисту від дотику здійснюють недоступне розташування струмопровідних частин (на висоті, під підлогою або приховано в стінах). Мінімальна висота підвісу голих проводів 3,5 м (якщо не потрібна велика висота через можливість зачіпання їх якими-небудь предметами з землі або проїжджаючим транспортом); найменше допустима відстань до працюючих при напрузі 15 кВ - 0,7 м, а 220 кВ - 3 м.

Голі струмоведучі частини, до яких можливий дотик людей, надійно захищають у всіх випадках, коли напруга перевищує 65 В у приміщеннях без підвищеної небезпеки, 36 В - в приміщеннях з підвищеною небезпекою. При напрузі понад 250 В захищають не тільки голі, а й ізольовані струмоведучі частини. Електричне обладнання фарбують у встановлені кольори. Це має не тільки розпізнавальне і естетичне значення; забарвлення відіграє певну захисну роль, тому що завдяки своїм ізолюючим властивостям при аваріях обладнання виключає небезпеку утворення електричного кола через тіло працівника, що доторкнувся до обладнання або знижує її.

В якості захисної ізоляції можна застосовувати покривні лаки, електроізолюючі плівки, емалеві й олійні фарби.

4.4 Заходи пожежної безпеки

У агломераційному цеху застосовують природний газ, який в суміші з повітрям у певному співвідношенні вибухонебезпечний і відноситься до категорія вибухо- і пожежонебезпечі Б.

До категорії «Б» (вибухопожежонебезпечних) відносяться виробництва, пов'язані із застосуванням рідин з температурою спалаху парів більше 280°C, горючих газів, здатних вибухати при вмісті більше 10% до обсягу повітря; сюди ж відносяться процеси, які передбачають застосування цих рідин і газів, в кількостях, які можуть утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші та виробництва, в яких виділяються перехідні у завислий стан горючі волокна або пил у такій кількості, що вони можуть утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші.

У агломераційному цеху для гасіння пожеж застосовується: вода, пісок, вогнегасник вуглекислотний ОУ-Б, вогнегасник хімічний пінний річний ОХП-10 [19].

На території аглофабрики влаштований протипожежний водопровід, об'єднаний з господарсько-питним або виробничим. Діаметр труб зовнішнього діаметру 100 мм. Для отримання води з водопостачання встановлені гідранти - крани, що знаходяться безпосередньо на зовнішній підземної водопровідної магістралі. По натиску води зовнішні водопровідні системи можуть бути високого і низького тиску.

Матеріали для гасіння пожеж повинні бути дешевими.

4.5 Технічні заходи виробничої санітарії

4.5.1 Освітлення виробничих приміщень

Величини освітлення і коефіцієнти запасу приміщень і майданчиків виробництва обрані у відповідності з галузевими нормами штучного освітлення для заводів чорної металургії та нормами освітлення. Природне освітлення приміщень використовується в денний час доби через бічні прорізи. У відповідності до встановлених коефіцієнтами природного освітлення, розраховуємо для прийнятої в проекті системи природного освітлення нормативне значення КПО за формулою:

$$e_n = e \cdot m \cdot C, \quad (4.1)$$

- де e - значення КПО, (%), для роботи малої точності (розмір об'єкта від 1м)
 - VI розряд зорової роботи;
 $e = 0,9$ (бічний);
 m - коефіцієнт світлового клімату; $t = 0,9$ (IV пояс);
 c - коефіцієнт сонячності клімату; $c = 0,7$.

$$e_n = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,7 = 0,567.$$

Так як природне освітлення виробничих приміщень є недостатнім, прийнята система загального рівномірного штучного освітлення з частковою локалізацією світильників по майданчиках в зонах обслуговування основних технологічних вузлів. Для цілей проведення ремонтів та огляду обладнання передбачені штепсельні розетки для підключення переносних світильників. З метою забезпечення безпеки персоналу та безперервності технологічного процесу, передбачається аварійне освітлення для експлуатації і продовження робіт. В якості джерел світла застосовуються наступні освітлювальні прилади [15]:

- 1) Лампи розжарювання - для освітлення обладнання.
- 2) Лампи ДРЛ - для освітлення виробничих приміщень.
- 3) Лампи люмінесцентні - для освітлення апаратури управління, електрощитових і приміщень обслуговуючого персоналу.

Так як застосування голих ламп неприпустимо, для освітлення використовуються світильники наступних типів:

- 1) Альфа - для освітлення обладнання.
- 2) Глибоковипромінювач - для освітлення високих приміщень.
- 3) Універсал - для освітлення невисоких приміщень.

Напруга мережі загального освітлення 220 В, переносного - 36 В.

4.5.2 Опалення та вентиляція

Виробничі приміщення агломераційного цеху, за характером шкідливих виділень відносяться до групи з переважним виділенням пилу. До них підходять

приміщення приймального, шихтового відділень, відділення дроблення і випалу вапна. З одночасним виділенням тепла, газів і пилу. До них відносяться приміщення відділення агломерації і гарячого повернення. З одночасним виділенням тепла, газів, пилу і вологи. Виробничі приміщення агломераційного цеху відносяться до «гарячих» приміщень, надлишкові тепловиділення в яких перевищують 23 Вт/м^3 [12]. У таблиці 4.4 представлені значення прийнятих допустимих параметрів повітряного середовища в робочій зоні виробничих приміщень.

Таблиця 4.4 - Значення прийнятих допустимих параметрів повітряного середовища в робочій зоні виробничих приміщень

Характеристика приміщень за надлишковим тепловиділенням	Період року	Категорія тяжкості	Температура повітря, С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м / с	Температура повітря непостійних робочих місць, °С
Більше 23 Вт/м^3	«холодний»	Середньої тяжкості - 26	15-21	75	Не більше 0	13-23
		Важка - 3	13-19	75	Не більше 0	12-20
	«теплий»	Середньої тяжкості - 26	16-27	70 (при 25С)	0.2-0.5	15-27
		Важка - 3	15-26	75 (при 24 С)	0.2-0.6	13-26

Опалення будинків має значення не тільки для створення потрібної температури в приміщенні, але і для збереження будівель, так як погано опалювальні будівлі схильні вогкості, що викликає їх руйнування. У аглоцеху застосовують парове опалення. За способом подачі та розподілу повітря застосовуються дві системи опалення. Централізована система опалення - повітряне опалення поєднане з припливною вентиляцією та децентралізована система - нагрівання повітря здійснюється місцевими опалювальними приладами. У цеху знаходиться бойлерна, розташована в спікальній корпусі. Для подачі пари у віддалені ділянки цеху труби теплоізоляовані. Вентиляція є ефективним засобом забезпечення потрібних гігієнічних якостей повітря, що відповідає вимогам Санітарних норм проектування промислових підприємств [13]. У цеху застосовують штучну і природну вентиляцію. Для штучної вентиляції подається незабруднене повітря, в холодний період року повітря піддається нагріванню. Загальна природна вентиляція

здійснюється шляхом провітрювання. Для провітрювання у виробничих приміщеннях і галереях є отвори в стіні з пристроєм для закривання.

Вентиляції на агломераційної фабрики здійснюється за допомогою великих централізованих установок. Приплив в спікальний зал, компенсуючий обсяг витяжки під дією аглоекстаустерів, здійснюється десятьма приточувань системами загальною продуктивністю 600000 м³/год. Крім того, для поліпшення мікроклімату на робочих місцях агломератників в районі головних частин агломераційних машин передбачена подача повітря шістьма душуючими установками з обробкою повітря на типових кондиціонерах. Продуктивність кожної душуючої установки 20000 м³/год. Роздача повітря через перфоровані повітроводи рівномірної роздачі виробляється на висоті близько 3 метрів від підлоги. Для видалення тепла і газів над запальними горнами встановлені парасольки.

У приміщенні зворотного ходу палет передбачена подача припливного повітря об'ємом 600000 м³/год десятьма приточувань камерами влаштованими так само як і камери, що подають повітря в спікальний зал. У відділення газоходів приплив повітря здійснюється чотирма аналогічними камерами загальною продуктивністю 240000 м³/год.

Таким чином, для компенсації витяжки під дією екстаустери 1440000 м³/год повітря спеціально обробляють у камерах і потім вентиляторами подають в окремі приміщення. Приплив повітря в приміщенні повернення здійснюється в окремій камері припливної з регулюванням температури і фільтрацією його на масляних самоочисних фільтрах, подачу повітря проводять у верхню зону через повітропровід рівномірної роздачі. Обсяг припливу повітря компенсується об'ємом витяжки. Попередження забруднення повітряного середовища.

Для забезпечення процесу грохочення вібраційні грохоти укладені в укриття, з яких видаляється повітря відсмоктувачами в обсязі по 40000 м³/год. з кожного укриття. Цей обсяг визначається через умови створення швидкості руху повітря в нещільності та щілинах укриттів грохотів, рівний 3 м/с. Над хопером є парасолі. Об'єм повітря, відсмоктується від кожного парасольки, прийнятий рівним 80000 м³/год. з розрахунку створення швидкості руху повітря в зазорі кромкою парасольки і бортом хопера, рівний 2м/с. Запилений повітря, відсмоктується

від парасольок і укриттів проходить очищення. Уловлені в процесі очищення пил повертається в технологічний процес. Так як просівання агломерату відбувається безперервно, а навантаження в хопери - періодично, то відсмоктування повітря з укриттів грохотів і парасольок над хопера здійснюється роздільно. Таким чином кожна агломашина на виході обслуговується окремими системами аспірації. Для поліпшення умов праці робітників зайнятих на видачі агломерату, служить спеціальний коридор з якого виробляється обслуговування пневмозатворів бункерів навантаження.

Для поліпшення умов праці осіб, зайнятих спостереженням за роботою аглоексгаустерів є коридори - пульти управління. Стіна коридорів, обернена в бік аглоексгаустерів зашклена.

У відділенні повернення передбачається аспірація місць видачі повернення з барабанів охолоджувачів на транспортер. Запилювання тут відбувається за рахунок наявності дрібних фракцій, а також потужних конвекційних потоків, підносять ці фракції. Обсяг відсмоктувачів від кожної пересипання - 4000 - 5000 м³/год.

Для каналізації виділень пари в місці пересипання повернення з транспортера на транспортер передбачено пристрій укриття головки верхнього транспортера з відсмоктуванням повітря з нього. Об'єм повітря виймається з укриття становить 10000 м³/год.

4.5.3 Виробничий шум, виробнича вібрація

Шум - це безладне сполучення різних за частотою і силі звуків, несприятливо впливають на організм людини. Шум викликає зміни в нервовій системі; впливає на психіку людини, серцево-судинну систему, травлення, погіршує сон.

Робота в умовах сильного шуму може викликати головний біль, запаморочення, ослаблення уваги [17].

Тривала дія надмірного шуму призводить до стійких поразок і порушення функцій слухових органів. Шум є причиною швидкого розвитку втоми і зниження працездатності. Шум може з'явитися непрямою причиною нещасного випадку

(якщо, наприклад, він маскує попереджувальні сигнали). Шум впливає на зміну чутливості зору.

Для зниження рівня шуму передбачено проведення наступних заходів:

- 1) Огородження шумних агрегатів звукоізолюючими перегородками;
- 2) Установка звукоізолюючих кабін для обслуговуючого персоналу;
- 3) Постачання обслуговуючого персоналу засобами індивідуального захисту від шуму (бірушами, навушниками);
- 4) Встановлення гасливого обладнання на пружні амортизатори.

Вібрації впливають на нервову систему, шлунково-кишковий тракт, м'язи. Кістково-суглобовий апарат, зір, слух. Тривала дія вібрацій може привести до важко виліковної вібраційної хвороби.

4.5.4 Виробничі випромінювання

У агломераційному цеху під час проведення технологічного процесу утвориться теплове випромінювання. Поверхні технологічного обладнання: печей випалу вапна, горнів для запалювання шихти, палет, вакуум-камер, газоходів і газоочисних апаратів, окожушування агломашин створюють інфрачервоні промені довжиною хвилі до 10 мкм. Тепловий ефект впливу опромінення залежить від довжини хвилі і інтенсивності потоку випромінювання, площі опромінюваної ділянки

4.5.5 Об'ємно-планувальні рішення будівель і споруд цеху

Агломераційний цех є джерелом виділення шкідливостей в навколишнє середовище і відноситься до 1 класу підприємств. На підставі цього для цеху передбачено розміщення санітарно-захисної зони шириною 1000 м. Агломераційний цех розташований з підвітряного боку до житлового району. Прохідний пункт примикає до адміністративно-банного комплексу, і розміщений на відстані 500 м від цеху, що відповідає санітарним нормам проектування промислових підприємств.

Від прохідного пункту і адміністративно-банного комплексу до корпусів цеху проведена автомобільна дорога з пішохідним тротуаром. У місці перетину пішохідної дороги з залізничною колією передбачений перехідний місток. Пункт харчування розташований в адміністративному корпусі на відстані 50 м від цеху, що відповідає нормі. Всі виробничі приміщення цеху мають висоту більше 3,5 м [11].

Усі майданчики, призначені для обслуговування обладнання, розташовані на висоті більше 0,6 м від підлоги, сходи, перехідні містки, отвори в підлозі і люки огорожені поручнями висотою 1,2 м з суцільною обшивкою низом на висоту 0,2 м. Стіни виробничих приміщень мають гладку поверхню, що перешкоджає скупченню пилу.

4.5.6 Санітарно - побутові приміщення

Для задоволення санітарних і побутових потреб працівників агроцеха в проекті передбачені санітарно-побутові приміщення. Процес виробництва агломерату відповідно до санітарної характеристикою технологічних процесів відноситься до 2 групи. Склад санітарно-побутових приміщень на підставі цього буде наступним: гардеробні для зберігання одягу, приміщення для сушіння одягу, душові, вбиральні. Так як кількість працівників не перевищує 250 чоловік у зміну, передбачений буфет з доставкою гарячої їжі з їдальні. Гардеробні застосовують для зберігання вуличного і робочого одягу. У гардеробних встановлені закриті шафи, кількість яких прийнято дорівнює кількості працюючих в усіх змінах з урахуванням тимчасових робітників і практикантів. Висота всіх шаф 165 см, ширина 50 см, глибина 50 см. Ширина проходу між шафами 1,5 м. Шафи обладнані штучною вентиляцією. Душові розміщуються в окремих приміщеннях суміжних з гардеробними. Кількість душових - з розрахунку одна душова кабіна на три працівника у зміну. У виробничих приміщеннях туалети розміщені на відстані не перевищує 75 м від найбільш віддаленого робочого місця. Для періодичного відпочинку працюють передбачені кімнати відпочинку, що розташовані на відстані не перевищує 200 метрів від робочого місця. У приміщення подається кондиціоноване повітря і питна вода. Для роздачі питної води у виробничих приміщеннях встановлені фонтанчики, а також автомати з газованою підсоленою водою. В ад-

міністративно - побутовому корпусі розташовані гардеробні, душові, вбиральні, приміщення для сушіння одягу. В адміністративному корпусі розташовані гардеробні, душові, вбиральні, буфет. У виробничих приміщеннях цеху розташовані кімнати відпочинку та прийому їжі, вбиральні. Здравпункт розміщується в доменному цеху.

4.5.7 Заходи техніки безпеки

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 вітки над холостий гілкою транспортера встановлений спеціальний стелю. Налипає на стрічку матеріали очищаються спеціальним скребком. Конструкція пересувних розвантажувальних візків транспортерів (автострел) виключає можливість їх перекидання й мимовільного пересування. Барабани і бічні сторони візки закриті запобіжними щитами. Колеса розвантажувальних візків огорожені збоку і спереду. Забирають прокидаєшся матеріали вручну лише після зупинки транспортерів.

Щоб усунути небезпеку падіння людей у бункери, над бункерами встановлюються запобіжні ґрати з чарунками не більше 200x200 мм. Ґрати виконують зварними із сталевих смуг, поставлених на ребро, що забезпечує рівну їх поверхню і попереджає падіння людей під час пересування по решітках. Розміри галерей транспортерів призначені, виходячи з умов зручного та безпечного обслуговування транспортерів. Тим транспортерами і стінами галереї на проміжок не менше 0,7 ... 1 м, а при розташуванні двох і більше транспортерів між ними зазор не менше 1 ... 1,5 м, а з боку, зверненою до зовнішніх стін, - не менше 0,7 м. У похилих галереях зроблені сходи або трапи.

У приміщенні спікання агломерату основним шкідливим фактором виробничого середовища є теплове випромінювання від горна, поверхні агломерату та укриття агломашин. В якості заходів захисту від дії теплового випромінювання приймаємо:

- 1) Механічна вентиляція для видалення надлишкової теплоти.

2) Витяжні парасольки над запальним горном агломашин.

3) Повітряне душення робочого місця агломератника.

Електробезпека. Захисні заходи від ураження електричним струмом повинні бути з урахуванням допустимих для людини значень струму при даній довжині шляхи проходження його через тіло.

Захисні пристрої призначені для захисту від перевантаження, дотику до струмоведучих частин електротехнічного обладнання, дотику до неструмопровідним металевим корпусом виробничого обладнання, випадково опинилися під напругою. Для запобігання перевантаження необхідні правильний вибір перерізу провідників, недопущення включення в мережу непередбачених додаткових споживачів, виключення нагрівання частин електроустановок вище допустимого. Захист від дотику до струмоведучих частин електричних установок досягається ізоляцією, огорожею, недоступним розташуванням струмоведучих частин, використання дистанційного керування, блокування і попереджувальної сигналізацією. Застосування заземлюючих і зануляючих пристроїв.

Заходи боротьби з пилом. Виробництво агломератів з пилюватих руд, концентратів характеризується великим виділенням пилю. Про що свідчить атестація робочих місць, а саме, при нормі запиленості 4 мг/м^3 , в цеху запиленість складає 500 мг/м^3 . Тому, для поліпшення умов праці і роботи механізмів необхідно зробити ряд заходів для зменшення запиленості. Ущільнення окожушування всіх перевантажувальних вузлів, повинен бути передбачений змив пилю з підлоги водою, на ділянках, у приміщеннях повинні бути витяжні парасольки, застосування аспіраційної системи з подальшою утилізацією пилю, наявність ЗІЗ від пилю (респіраторів), застосування аераторів з розпиленням води.

4.6 Розрахунок протишумного пульта управління в спікальному відділенні аглоцеху

Одним з несприятливих факторів у агломераційному цеху з точки зору гігієни праці є шум. Будова звукоізолюючих кабін є ефективним і найбільш поширеним засобом захисту виробничого персоналу від шуму. Розрахунок здійснюється в такому порядку [20].

Необхідне зниження шуму кабіни визначають за формулою:

$$R_{\text{каб.пот.}} = L_{\text{ш}} - L_{\text{доп}} \quad (4.2)$$

де $L_{\text{ш}}$ - активний рівень звукового тиску на робочому місці шумного приміщення на передбачуваному місці установки кабіни, який вимірюється у спікательному приміщенні, дБ;

$L_{\text{доп}}$ - допустимий рівень звукового тиску на робочих місцях в кабінах, дБ.

Для середньгеометричної частоти активної смуги 63 Гц [21]:

$$R_{\text{каб.тр.}} = 91 - 83 = 8 \text{ дБ.}$$

Для наступних частот розрахунок аналогічний.

Проектуємо звукоізолюючу кабіну для оператора спікательного відділення агломераційного цеху розмірами 3x3 м і висотою 2,5 м. Кабіна спостереження має вікно площею 2,55 м і двері площею 2 м². Площа глухої частини стін 25,5 м², площа даху 9 м².

Постійну приміщення звукоізолюючу кабіни V_k визначаємо за формулою:

$$V \cdot \mu \cdot V_k = k; \quad (4.3)$$

де V - об'єм кабіни оператора, м³; $k = 0,6$ для приміщень із звукопоглинальний обшивкою стелі і частини стін; μ - частотний коефіцієнт

$$V_k = 0,6 \cdot 0,92 \cdot 22,5 = 12,4 \text{ м}^2$$

Глуху частину стін кабіни управління виконуємо з цегли. Приймаємо товщину стіни в одну цеглину $h = 0,25$ м. Дах кабіни управління виконуємо із залізобетонної плити завтовшки 8 см. Вибираємо подвійне вікно із стеклами завтовшки 3 мм і повітряним проміжком 100 мм. Скло по контуру ущільнені гумою.

Двері багатошарові, по контуру також передбачено ущільнення гумою. Звукопоглинальний підвісна стеля виконуємо із сталевих перфорованих листів товщиною 2 мм, на які укладаються мінераловатні напівтверді плити ППМ товщиною 60 мм, загорнуті склотканиною типу ЕЗ-100. Стіни kabіни управління виконуються з облицюванням мінераловатними плитами ПА / С без повітряного проміжку. Потрібної ізоляцію повітряного шуму і-м елементом kabіни (глухий частиною стін та перекриття, вікном, дверима) визначають за формулою:

$$I_g B_k + 10 \cdot R_{тр,i} = L_{ш} - 10 \lg n \cdot \lg S_i - L_{доп.} + 10; \quad (4.4)$$

де S_i - площа і-го елемента kabіни, через який шум проникає в kabіну, m^2 ;
 n - кількість елементів, $n = 3$ (вікно, стіни, стеля).

Для вікна:

$$R_{тр.} = 87 - 10,9 + 4 - 83 + 6 = 3,1 \text{ дБ.}$$

Фактична звукоізоляція вікна на всіх частотах більше ніж вимагається. Для дверей:

$$R_{тр.} = 87 - 10,9 + 3 - 83 + 6 = 2,1 \text{ дБ.}$$

Фактична звукоізоляція таких дверей у нормованому діапазоні також вище ніж вимагається. Для стіни:

$$R_{тр.} = 87 - 10,9 + 14 - 83 + 6 = 13,1 \text{ дБ.}$$

Фактична звукоізоляція стіни в усьому нормованому діапазоні вище ніж вимагається.

Для даху:

$$R_{тр.} = 87 - 10,9 + 9,5 - 83 + 6 = 8,6 \text{ дБ.}$$

Фактична звукоізоляція даху на всіх частотах вище ніж вимагається. Для забезпечення нормального мікроклімату в kabіні керування передбачається подання кондиціонованого повітря за допомогою кондиціонера КА1-25. Зважаючи

на велику запиленість повітря кондиціонер не може працювати на рециркуляцію, тому робота здійснюється на зовнішньому повітрі. Припливне повітря очищається в чарункових фільтрах і за допомогою осьового вентилятора подається в кондиціонери.

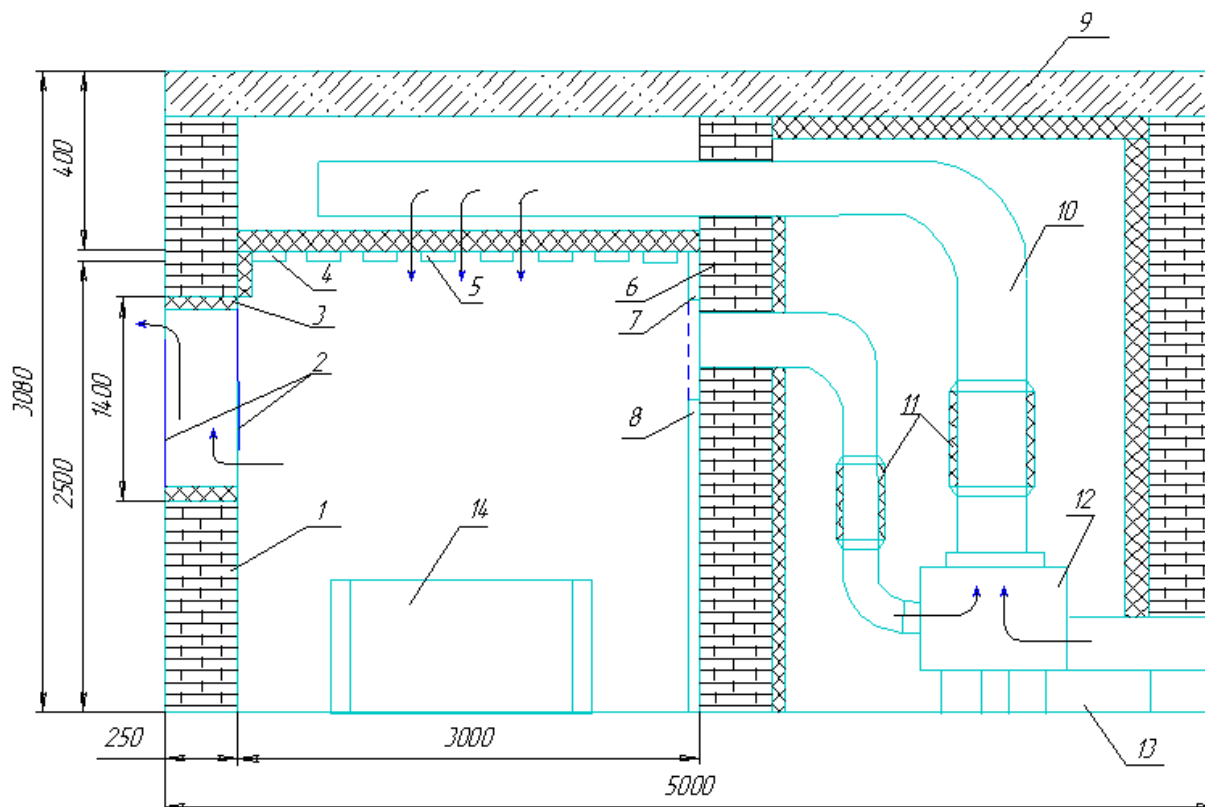
Технічна характеристика кондиціонера КА1-25:

1. Холодопродуктивність 29 кВт;
2. Споживана потужність 11,4 кВт;
3. Напруга мережі змінного струму:
 - Силових мереж 380 В;
 - Ланцюгів управління 220 В;
4. Частота струму 50 Гц;
5. Витрата води на кондиціонер $6,0 \pm 0,6$ м³/год;
6. Теплопродуктивність 25 кВт;
7. Номінальний режим:
 - Температура повітря на вході в кондиціонер 27 °С;
 - Відносна вологість повітря на вході в кондиціонер 60%;
 - Температура води на вході в кондиціонер 25 °С .

Результати розрахунку зведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 - Результати розрахунку

Величини	Значення величин в октавних полосах по середньгеометричних частотах, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L _ш , дБ	91	99	95	91	88	82	74	52
L _{доп} , дБ	83	74	68	63	60	57	55	54
R _{каб.тр} , дБ	8	25	27	28	28	25	19	-2
M	0,92	0,86	0,8	0,92	1,15	1,6	2,1	2,9
V _к , м ²	12,4	11,6	10,8	12,4	15,5	21,6	28,4	39,4
10lgV _к , дБ	10,9	10,6	10,3	10,9	11,9	13,3	14,5	15,9
10lgS _{вікна} , дБ	4							
10lgS _{двері} , дБ	3							
10lgS _{стіни} , дБ	14							
10lgS _{стелі} , дБ	9,5							
10lg n, дБ	6							
R _{т вікна} , дБ	3,1	24,4	26,7	27,1	26,1	21,7	14,5	7,9
R _{т двері} , дБ	2,1	23,4	25,7	26,1	25,1	20,7	13,5	-8,9
R _{т стіни} , дБ	13,1	34,4	36,7	37,1	36,1	31,7	24,5	2,1
R _{т стелі} , дБ	8,6	29,9	32,2	32,6	31,6	27,2	20	-2,4
Звукоізоляція кабіни, дБ	94	97	98	98	95	92	90	88



1 - цегляна стіна; 2 - подвійний вітраж; 3 - поролон по контуру; 4 - звуко-ізолююча мінераловатна підвісна стеля; 5 - припливна вентиляційна решітка; 6 - перегородка; 7 - плити ПА / С; 8 - помилкова стінка з рециркуляційної ґратами; 9 - кришка ; 10 - повітропровід припливної вентиляції; 11 - глушники шуму; 12 - кондиціонер КА1-25 13-віброізолятори; 14 - пульт управління

Рисунок 4.1 - Звукоізолююча кабіна оператора

Висновок: Розроблено заходи, що забезпечують безпечні умови праці, виконано розрахунок протишумного пульта управління для досягнення санітарних норм за рівнем шуму в спікальному відділенні аглоцеху, розрахунок показав що дані заходи на всіх частотах вище, ніж вимагаються.

ВИСНОВКИ

1. У кваліфікаційній роботі запропоновано реконструкція агломераційного цеху з річним виробництвом агломерату 6,2 млн. тонн.

2. У процесі розробки проекту були запропоновані рішення з реконструкції та технічного переозброєння агломераційного цеху з частковим його оновленням, зміною об'ємно-планувальних завдань, оснащенням новими агломашинами, сучасним обладнанням.

3. Замість агломераційних машин площею спікання 62,5 м² встановлено АКМ-75 з площею спікання 75 м².

При заміні кожної агломераційної машини передбачається:

- установка нової агломераційної машини сучасної конструкції площею спікання 75 м² із візком, що спікає, шириною 3 м;
- установка нового запального горна з питомою витратою тепла на запалення шихти не більше 91 МДж;
- установка одновалкової дробарки, що забезпечує отримання придатного агломерату не більше 150 мм;
- заміна стаціонарного грохота на віброгрохот;
- заміна існуючого газового колектора для очищення газів, що відходять, після агломераційної машини на новий покращеної конструкції, з вищим ступенем очищення;
- заміна стрічкового конвеєра для транспортування пилу і просипу з під холостої гілки агломераційної машини;
- заміна бункерів просипу з під холостої гілки агломераційної машини;
- заміна барабана гасіння звороту на новий;
- заміна бункера шихти на новий;
- заміна віброживильника шихти на новий;
- заміна барабана-змішувача шихти на новий, з розвантажувальними і завантажувальними краями;
- установка нового віброживильника;
- заміна електроустаткування;

- заміна системи трубопроводів підведення повітря і природного газу в горн агломашини від магістральних трубопроводів корпусу агломерації;
- реконструкція і посилення будівельних конструкцій корпусу агломерації;
- установка аспіраційної системи для створення нормальних умов праці і захисту повітряного басейну, передбачається пристрій місцевих відсосів відукриттів технологічного устаткування розвантажувальної частини, що порошить, кожній з шести агломераційних машин, приєднаних до центральної аспіраційної установки.

4. Підвищення спікання шару з 270 до 570 мм зменшило вихід звороту на 30% і відповідним чином, збільшило середній діаметр шматка після випробування в барабані. При збільшенні спікання шару з 200 до 600 мм вихід фракції більше 8 мм після випробування в барабані зростає приблизно від 30 до 60%.

5. При застосуванні віброживильників замість барабанних живильників вміст фракції > 6 мм у нижній частині шару в порівнянні з верхньою збільшується з 5,5 до 61,3%, а вміст фракції < 3 мм зменшується в 5,5 рази.

6. Збільшення довжини окомкувального барабана з 7,5 м до 8 м також збільшує ступінь огрудкування шихти.

7. Збільшення часу перебування спека в зоні високих температур через краще використання тепла, що регенерується, у разі більшої висоти спікається шару при використанні методу завантаження шихти на аглострічку за допомогою віброживильника і перерозподілу вуглецю по висоті шару, також збільшення часу перебування шихти під запальним горном сприяє різкого зміцнення спека. Головне - отриманий максимальний ефект від зміцнення агломерату за рахунок вирівнювання теплового режиму процесу спікання і поліпшення газопроникності шару шихти.

8. Заміна стаціонарної гладилки циліндричної зменшить кількість зруйнованих гранул шихти верхнього шару і збільшить вихід придатного агломерату. Тобто, поряд зі збільшенням кількості одержуваного агломерату якість агломерату теж істотно поліпшується, що позитивно позначиться на роботі доменних печей.

9. Розглянуто небезпечні та шкідливі фактори, що шкідливо діють на організм людини в процесі виробництва агломерату. Запропоновано основні заходи щодо захисту робітника від впливу небезпечних і шкідливих факторів та правила техніки безпеки. З метою дотримання екологічних вимог були запропоновані методи покращення умов праці агломераційному цеху, проведено розрахунок трьох кабін оператора спікального відділення.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1 Основи металургійного виробництва металів і сплавів : підручник для металург. спец. вищ. навч. закл. / Д. Ф. Чернега, В. С. Богушевський, Ю. Я. Готвянський [та ін.] ; за ред. Д. Ф. Чернеги, Ю. Я. Готвянського. Київ : Вища шк., 2006. 503 с.
- 2 Смірнов О. М., Зборщик О. М. Позапічне рафінування чавуну і сталі : навчальний посібник. Донецьк : Ноулідж, 2013. 179 с.
- 3 Ефименко Е.Ф., Гиммельфарб А.А., Левченко В.Е. Металлургия чугуна. Киев : Высшая школа, 1981.595 с.
- 4 Мовчан В.П., Бережний М.М. Основи металургії. Дніпропетровськ: Пороги, 2001. 334 с.
- 5 Охотський В.Б. Феноменологія сталеплавильних процесів. Навч. посібник. Дніпропетровськ: НМетАУ, 2011. 90 с.
- 6 Атаманюк В.В. Технологія конструкційних матеріалів. Київ : Кондор, 2006. 528 с.
- 7 Готвянський Ю.Я. Фізико-хімічні та металургійні основи виробництва металів: Навч. посібник. Київ : ІЗМН, 1996. 392 с.
- 8 Харлашин П.С. Методичні вказівки до самостійної роботи студентів з дисципліни «Фізико-хімічні основи виробництва чистих металів». Маріуполь : ДВНЗ «ПДТУ», 2009. 14 с.
- 9 Харлашин П.С., Єршов Г.С., Тарасов В.П., Скребцов О.М., Роянов В.А., Сударев В.П. Металургія (проблеми, теорія, технологія, якість): Підручник. Донецьк : ТОВ «Норд-комп'ютер», 2005. 724 с.
- 10 Наказ МОЗ від 14.07.2020 № 1596 «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони».
- 11 ДНАОП 1.1.10-1.01-97 (НПАОП 40.1-1.01-97) ПРАВИЛА безпечної експлуатації електроустановок.
- 12 СНиП 2.01.02-85*. Протипожежні норми (Діє ДБН В 1.1-7-2002) (2.01.02-85*) (СНиП 2.01.02-85*. Противопожарные нормы (Действует ДБН В 1.1-7-2002)).

- 13 ДБН В.2.5-28-2006 Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення.
- 14 ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування.
- 15 ДСТУ 2867-94 Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження. Загальні вимоги.