

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКА ДЕРЖАВНА ІНЖЕНЕРНА АКАДЕМІЯ

ЦУКАЛЕНКО ОКСАНА ОЛЕКСАНДРІВНА

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА
ЗАЛІЗОРУДНОГО АГЛОМЕРАТУ В УМОВАХ ВАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»

Спеціальність:8.05070108– Енергетичний менеджмент

Автореферат магістерської кваліфікаційної роботи

Запоріжжя – 2016

Дипломна робота виконана на кафедрі «Ефективності енергозабезпечення»

Науковий керівник к.т.н., доц. каф. ЕЕЗ Мних Антон Сергійович

Рецензент:

Провідний інженер ДнЕСДП НЕК «Укренерго» Величко Віктор Вікторович

Захист відбудеться

«14» січня 2016р.

Дипломну роботу надано до захисту

«13» січня 2016р.

Завідувач кафедри

Качан Ю.Г.

Декан факультету

Чепрасов О.І.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи.

Сьогодні проблема енергозбереження має глобальний характер – раціональне використання природних ресурсів набувають виняткового значення. У промислових масштабах енергозбереження є одним з головних факторів економії коштів і запорукою успішної виробничої діяльності підприємства.

Продуктивність доменних печей, витрата коксу при доменній плавці і якість виплавленого чавуну залежать від якості шихтових матеріалів (вмісту заліза, сталості фізико-хімічного складу, кількості шкідливих домішок і т. д.). Тому підготовка шихтових матеріалів до плавки є одним з найважливіших етапів металургійного виробництва. Особливе значення вона набуває у зв'язку з розширенням масштабів використання бідних залізом і пилюватих руд, а також скороченням запасів коксівного вугілля.

На сьогоднішній день питань підвищення ефективності та надійності роботи обладнання агломераційних фабрик приділяється недостатньо уваги. У зв'язку з нестабільністю, яка склалася на ринку енергоносіїв, зниження витрати палива в технологічних процесах при вдосконаленні конструкції агломераційного устаткування представляється найбільш розумним рішенням даної проблеми.

Мета магістерської роботи. Метою роботи є пошук, аналіз та дослідження методів та можливостей з підвищення енергетичної ефективності виробництва залізородного агломерату шляхом впровадження новітніх наукових технологій та вдосконалення вже існуючих енергозберігаючих систем.

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно вирішити наступні задачі:

– провести аналіз і визначити основні напрямки підвищення енергоефективності процесу виробництва залізородного агломерату;

- проаналізувати математичну модель витрати енергоресурсів у процесі виробництва на можливість її застосування для вирішення задач дослідження;
- здійснити перехід до поліноміальної регресійної моделі витрати палива та дослідити її параметри;
- запропонувати заходи підвищення енергоефективності процесу та виконати їх техніко-економічну оцінку.

Об'єктом дослідження є процес споживання енергії при виробництві залізорудного агломерату.

Предметом дослідження є закономірності енергоспоживання та чинники енергоефективності процесу виробництва залізорудного агломерату.

Методи досліджень. Розрахунково – теоретичний метод, математичного моделювання, сучасні методи математичної обробки результатів досліджень.

Публікації. За результатами роботи підготовлені тези до наукової конференції.

Структура і об'єм магістерської роботи:

Магістерська робота складається із вступу, 3 розділів, висновків, переліку посилань.

Робота викладена на 84 сторінках комп'ютерного тексту, включає 28 таблиць, 19 рисунків, перелік посилань із 31 найменування.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми, необхідність розгляду заходів щодо підвищення енергоефективності виробництва залізорудного агломерату в промисловості, зниження енергетичних витрат при його виробництві.

АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ЗАЛІЗОРУДНОГО АГЛОМЕРАТУ

В першому розділі проводиться аналіз шляхів підвищення енергоефективності виробництва залізорудного агломерату.

Приведені загальні відомості про виробництво залізорудного агломерату, докладно описано технологію виробництва агломерату, завдяки чому визначені основні енергоємні процеси переділу. Проаналізовано структуру енергоспоживання: витрати на власне процес спікання покриваються в основному за рахунок твердого палива, а на запалювання витрачається газ (природний, коксовий, доменний та їх суміші), іноді мазут, для роботи аглоекстаустерів та інших механізмів використовується електроенергія

Були виділені шляхи підвищення енергоефективності виробництва залізорудного агломерату, які є найбільш доцільними для розробки і впровадження їх на аглофабриках України.

Головними напрямками зниження витрати палива є вдосконалення підготовки шихти і технології спікання, а також максимальне використання теплоти відхідних газів від гарячого агломерату. Одним з шляхів використання тепла відхідних газів може бути запропонована подача газів, що відходять у барабан-змішувач, як теплоносій для підігріву агломераційної шихти або нагріву теплофікаційної води. Теплоту повітря можна використовувати безпосередньо в технологічному процесі. Також перспективним є комбіноване нагрівання агломераційного шару. Це пояснюється фактом нерівномірності розподілу температур по висоті шару при звичайному способі спікання шихт.

МОДЕЛЮВАННЯ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ НА ВИРОБНИЦТВО ЗАЛІЗОРУДНОГО АГЛОМЕРАТУ В УМОВАХ ВАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»

У другому розділі приводяться основні відомості про підприємство ВАТ «Запоріжсталь», характеристика виробничого процесу на комбінаті. Провидиться докладний аналіз енергоспоживання агломераційної фабрики ВАТ «Запоріжсталь».

Виконується моделювання споживання енергоресурсів на виробництво залізорудного агломерату в умовах ВАТ «Запоріжсталь». Для цього детально проаналізовано математичну модель споживання енергоресурсів на виробництво залізорудного агломерату. Розрахунок ZBB (zero-based budgeting, бюджетування з нуля) полягає в тому, що фахівець прораховує, яке було б значення конкретного ключового показника ефективності (КПЕ) при дотриманні ідеальних умов роботи (наприклад, у разі продуктивності доменної печі – який був би показник її продуктивності при ідеальній якості сировини, при дотриманні ритмічності роботи, повному забезпеченні ресурсами, відсутності аварійних простоїв і т.д.). Отриманий результат і буде показником ZBB для цього КПЕ, і до цього показника в довгостроковій перспективі необхідно прагнути. При визначенні рівня цільових показників для кожного КПЕ необхідно знати, яке ж найкраще значення буде у цього показника.

В основі моделі лежать рівняння балансу основності, тобто вмісту основних компонентів у руді, вапняку та паливі, рівняння матеріального балансу та рівняння теплового балансу, які утворюють систему 3 рівнянь відносно 3 змінних, розв'язуючі які можна визначити витрату палива.

$$\frac{CaO_p}{SiO_{2p}} \frac{X + CaO_u}{X + SiO_{2u}} \frac{Y + CaO_m}{Y + SiO_{2m}} \frac{Z}{Z} = b \quad (1)$$

$$\frac{(100 - dX)X + (100 - dY)Y + (100 - dZ)Z}{100} - 1/9(FeO_{agl} \frac{FeO_p X}{100}) = 100, \quad (2)$$

$$Q_c + Q_{зан} + Q_{ших} + Q_s + Q_m + Q_{окисл} + Q_{нов} =$$

$$= \frac{(q_{гир} + q_{гдр} + q_{карб} + q_{агло} + q_{відх.г} + q_{твтр})}{1 \text{ C}}, \quad (3)$$

де X, Y, Z - витрата рудної суміші, вапняку та палива; Q - статті приходу тепла; q - статті витрати тепла.

В результаті аналізу технологічного процесу були виділені основні фактори, які впливають на кінцеву витрату палива в процесі агломерації : це початкова температура шихти, вміст твердого палива у шихті, вологість шихти після барабана обкочувача та температура повітря, що просочується через шар.

На основі цієї моделі розроблено регресійну модель енергоспоживання при виробництві залізорудного агломерату в умовах агломераційної фабрики ВАТ «Запоріжсталь», представлені залежності витрати палива в процесі при зміні визначених раніше основних факторів.

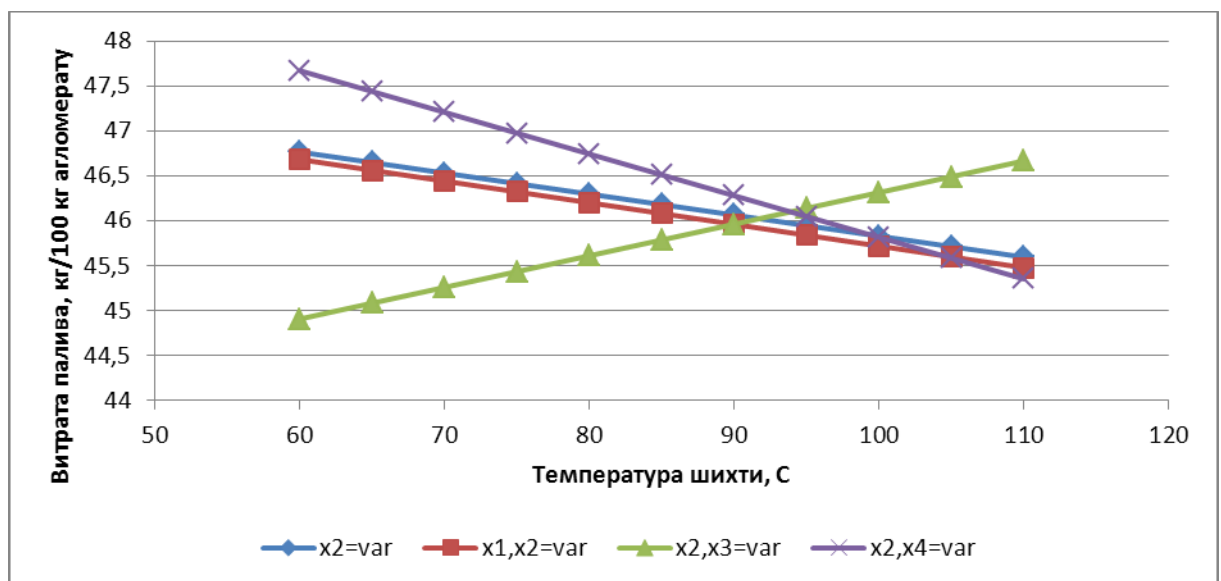


Рисунок 1 – Витрата палива залежно від температури шихти

За результатами розрахунків найбільш ефективним було визначено поєднання підвищення початкової температури шихти(x_2) та підвищення температури повітря, що просочується через шар(x_4).

РОЗРОБКА ТА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ

У третьому розділі за допомогою отриманої моделі виконано розробку та техніко-економічне обґрунтування енергозберігаючих заходів.

Пропонується при підготовці коксового дріб'язку виробляти подвійне відсортовування на гуркотах, а саме відсівати дрібну фракцію коксового дріб'язку до і після дроблення. Застосування віброгуркіта для додаткового відсіювання дрібної фракції палива для КМ 14 дозволить її подальше використання на агломашинах.

За результатами дослідження зміни витрати палива залежно від температури шихти та температури повітря, що просочується через шар спеку, пропонується будівництво газоповітряпроводу для організації забору теплого повітря від поверхні газоочисного обладнання, з третього поверху спекательного корпусу. Згідно теплотехнічного розрахунку при подачі підігрітого повітря на 30 °С в газо-повітряну суміш та при паралельному підігріві шихти повітрям з температурою 100 °С можна знизити кількість теплоти, що виділяється при спалюванні природного газу, і відповідно понизити його витрату на 4,5 м³ / годину.

Додатковий аналіз показав, що на агломашини №№ 2-6 на запальний горн здійснюється подача атмосферного повітря дугтьовим вентилятором ВД-18, продуктивністю 120 тис.м³ / годину. Фактичне споживання повітря в 6 разів менше, близько 20 тис.м³ / годину.

В даний час витрата природного газу на агломашинах встановлюється, згідно з технологічними картами, в залежності від її швидкості, без урахування часу року. Існує потенціал зниження витрат природного газу на запалювання аглошихти в літній період. За результатом розрахунку на моделі очікується зниження витрат природного газу на кожній агломашині в середньому на 5 м³ / годину. У зв'язку з сезонним підвищенням температури навколишнього повітря погіршення якості запалювання не відбудеться.

Також в процесі дослідження було встановлено, що зменшення вмісту дріб'язку в агломераті сприятиме зниженню витрати енергоресурсів у доменному виробництві, а використання деяких продуктів переділу у виробництві сприятиме зниженню витрати рудного концентрату без додаткових капіталовкладень.

ВИСНОВКИ

За результатами енергоаудиту агломераційного цеху був проведений аналіз енергоспоживання, результати якого показали, що на шихту припадає близько 80% енерговитрат, по 10% припадає на запалення та споживання електроенергії. Основним енергоспоживаючим обладнанням в цеху є 6 агломашин та обжигова машина КМ 14.

Була проаналізована принципова схема технологічного процесу агломерації. В результаті аналізу були виділені основні фактори, які впливають на кінцеву витрату палива в процесі агломерації : це початкова температура шихти, вміст твердого палива у шихті, вологість шихти після барабана обкочувача та температура повітря, що просочується через шар.

На ВАТ «Запоріжсталь» для аналізу ефективності енергоспоживання в процесі агломерації використовують математичну яка враховує фізико-хімічні процеси, що протікають при агломерації. В основі моделі лежать рівняння балансу основності, тобто вмісту основних компонентів у руді, вапняку та паливі, рівняння матеріального балансу та рівняння теплового балансу. За результатами розрахунку відхилення витрати палива, отриманої за допомогою моделі, від фактичної витрати палива становить 4,42%. Аналіз моделі показав, що визначені раніше основні фактори, які впливають на кінцеву витрату палива в процесі агломерації, присутні в статтях теплового балансу, тобто дана модель може використовуватись для визначення їх впливу на енергоефективність процесу, проте такі розрахунки доволі громіздкі. Тому було прийнято рішення здійснити перехід від такої ZBB –моделі до більш простої регресійної. Для цього було складено план обчислювального експерименту за 4 визначеними

раніше факторами, матриця планування експерименту та умови його проведення.

В результаті розрахунків отримали лінійну модель, коефіцієнти якої та адекватність визначили у програмному середовищі Datafit. За допомогою цієї моделі отримали графічні залежності зміни витрати палива.

За результатами розрахунків найбільш ефективним є поєднання підвищення початкової температури шихти та підвищення температури повітря, що просочується через шар.

Підвищення енергоефективності виробництва залізорудного агломерату пропонується за рахунок встановлення віброгуркиту перед обжиговою машиною, термін окупності 2 місяці; спорудження газоповітряпроводу для забору теплого повітря від газоочисного обладнання, термін окупності трохи менше 1 року та безвитратного уточнення технологічних карт витрати природного газу агломашинами. Також в процесі дослідження було встановлено, що зменшення вмісту коксового дріб'язку в агломераті сприятиме зниженню витрати енергоресурсів у доменному виробництві, а використання деяких продуктів переділу у виробництві сприятиме зниженню витрати рудного концентрату без додаткових капіталовкладень.