

разгонной трубке, чем аналитические. В результате получены уравнения движения двухкомпонентной и однокомпонентной смеси, что позволило сравнить влияние твердой фазы на параметры потока энергоносителя.

Ключевые слова: струйная противоточная мельница, аэродинамические характеристики, конфузор, разгонная трубка.

Balera N.D., Gordienko A.T., Kasai S.A. ANALYSIS OF AERODYNAMIC DESCRIPTIONS AT TORUS ON STARTING TUBE OF STREAM MILL. The purpose of the study is to analyze the velocity dependence of the jet mill in the accelerator tube from the pressure. The method

of conducting this analysis - a mathematical model of the movement of a two-component mixture in the accelerator node was created. Based on the mathematical model, dependency graphs were constructed that more clearly depict the process of changing the aerodynamic characteristics of the flow in the accelerator tube rather than the analytical ones. As a result, the equation of motion of a two-component and one-component mixture was obtained, which allowed to compare the influence of the solid phase on the parameters of the energy flux.

Keywords: stream counterfeit mill, aerodynamic descriptions, contractor, starting tube.

DOI: 10.29295/2311-7257-2018-92-2-231-235
УДК 621.926.5

Іванов А.М., Дорофєєв Д.О.

*Харківський національний університет будівництва та архітектури,
(вул. Сумська, 40. м. Харків, 61002. Україна; e-mail: mbp.khnuaba@ukr.net)*

УДОСКОНАЛЕННЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ ПИЛОВУГІЛЬНОГО ПАЛИВА

Показана доцільність застосування на металургійних заводах України технології підготовки (ПВП) вдування пиловугільного палива. Надано порівняльний аналіз технології і обладнання для виробництва ПВП за кордоном і в Україні.

Запропоновані рішення щодо підвищення ефективності роботи установки для помелу і сушки вугілля, що мають ряд істотних переваг перед закордонною.

Ключові слова: помел, сушка, вугілля, барабанно-валковий млин, паливо.

Вступ. Зниження витрат природного газу в різних промислових підприємствах будівельної, енергетичної та металургійної галузі є не тільки елементом енергозбереження природних ресурсів, а також і підвищує нашу державну незалежність від інших країн.

В умовах України цю проблему можна вирішити за рахунок заміни газу підготовленим пиловугільним паливом (ПВП).

Аналіз стану питання. Так, для металургійних підприємств це одна з першочергових задач. Тому основні металургійні заводи Європи і України переведені на технологію вдування пиловугільного палива [1]. Укр НТЦ «Енергосталь» (місто Харків) розробив установки по вдуванню пиловугільного палива (ПВП) в яких використовую-

ються як вітчизняні, так і зарубіжні технології та обладнання. По якості підготовленого ПВП – всі установки приблизно однакові. ПВП має тонину помелу 80-90 мкм і вологість 10-13%. Щодо тонини помелу вугілля для повного його згоряння то були і інші параметри. [2].

Слід підкреслити, що ПВП можна застосовувати на цементних заводах в обортових печах випалу клінкеру, а також і для згоряння на теплових електростанціях.

Актуальність. В наш час технологія доменної плавки чавуну з використанням пиловугільного палива (ПВП) показала високу ефективність і впроваджена більше ніж в 30 розвинених країнах світу, а використання природного газу в доменному виробництві закінчено в ряді країн.

Мета статті: розширення області застосування барабанно-валкових млинів, що розробляють на кафедрі МБП ХНУБА.

Основна частина. На ЗАТ «Донецьк сталь-МЗ» впроваджено установку з приготуванням ПВП з вугілля і концентратів різних марок та їх сумішей. Одним з головних параметрів при виборі сировинної бази, є коефіцієнт заміни кокса вугіллям (K_3). Ефективність такої заміни приведена в табл.1 [1].

Схеми підготовки ПВП в основному однакові, різниці тільки в конструкціях обладнання. Так, на вітчизняних заводах для помела і сушки вугілля встановлюють вугільні кульові млини, а на зарубіжних – валково-тарільчасті млини (ВТМ), які мають деякі переваги [1]. Але при їх застосуванні підвищуються вимоги до якості вугілля по гранулометричному складу – в вихідному вугіллі повинна бути мінімальна кількість великих фракцій (більше 80мм) і дрібних пиловидних (менше 6мм), що досить складно забезпечити для вугілля України та потребує додаткових затрат на збагачення вугілля. Крім того, ВТМ обов'язково працюють з сепаратором. Аналіз конструкції ВТМ показує, що вони мають такі недоліки:

- неповна відповідність конструкції млина суті процесу, коли розчавлювання і стирання здійснюються під одним валком;
- утруднений відбір готового продукту, що призводить до утворення "подушки", що вимагає великих зусиль для продавлювання;
- наявність великих зусиль на вертикальний вал, що ускладнює конструкцію;
- необхідність підняття всієї маси матеріалу в сепараційну зону млина, що збільшує витрату енергії на пневмотранспорт;
- не забезпечується ефективний контакт з теплоносієм в зоні завантаження і подрібнення, що ускладнює переробку матеріалів що налипають.

З метою усунення цих недоліків автори пропонують замість ВТМ використовувати барабанно-валкові млини (БВМ), які мають такі переваги:

- кут захоплення матеріалу в 2 рази більше;

- сумарна сила притиску в кілька разів менше, так як стадії роздавлювання і стирання не суміщені під одним валком, а виконуються окремо під різними валками, що знижує навантаження на опори і зменшує потужність приводу;

- знос робочих органів менше.

Крім того катки та таріль взаємодіють під кутом і по криволінійній траєкторії, яка з урахуванням великих зусиль викликає нерівномірний знос деталей, а вигнутість по колу розмельної доріжки погіршує умови захоплення зерен матеріалу, що подрібнюються.

З метою ліквідації зазначених недоліків автори статі пропонують вдосконалену конструкцію барабанно – валкового млина (БВМ), представлену схематично на рис.1, 2.

Базова конструкція БВМ схематично показана на рис 1, 2.

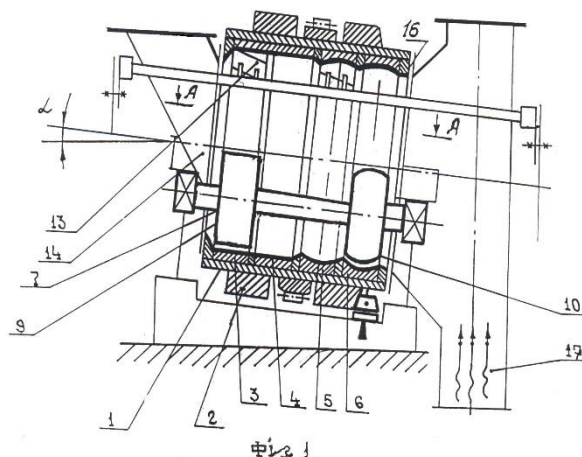


Рис.1 Барабанно-валковий млин

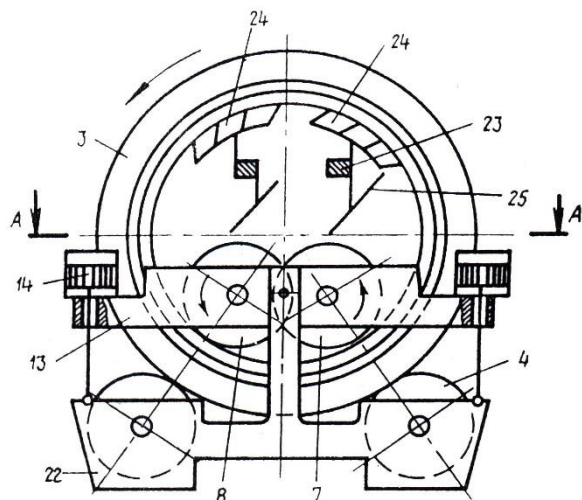


Рис. 2. Барабанно-валковий млин (вид збоку, завантажувальна частина не показана)

Барабанний млин включає циліндричний корпус 1 з приводним зубчастим вінцем 2, що спирається через бандажі 3 на роликкоопори 4. Усередині корпусу 1 є розмельні доріжки з рівною 5 і криволінійною 6 (в поперечному перерізі) робочими поверхнями. Над доріжками з розрахунковим зазором встановлені розмельні катки 7 і 8 із зовнішню циліндричною робочою поверхнею і розмельні катки 9 і 10 з криволінійним профілем, описаним з центру ковзанки радіусом, рівним радіусу катка. Ковзанки 7 і 8 ширше ковзанок 9 і 10.

Ковзанки 7 і 9, а також 8 і 10 попарно закріплені на осях 11 і 12. Для притиску котків через важелі 13 (з'єднані з осями 11 і 12) є гідроциліндри 14. Через ущільнення до передньої частини барабана примикає нерухомий завантажувальний пристрій, що включає течку для шихти 16 з двухшлюзовим затвором і газовідвідних борів 17. до розвантажувального торця корпусу 1 через ущільнення примикає газохід з розсікачем, над яким встановлено сепаратор з газохідів готового продукту сепаратор з'єднується також з порожниною млина течкою для крупки.

Власне корпус 1, його привідна і опорна частини, система притиску валків знаходяться на загальній рамі 22, яка розташована під регульованим кутом А до горизонталі. На стійки цієї ж рами спираються штанги 23, на які в середині барабана кріпляться скидаючі ножі 24 і похилі в сторону обертання катка лотки 25, розміщені над набігаючою частиною ковзанок. Положення барабана на роликкоопорах фіксується направляючим роликом. Робочі поверхні розмельних доріжок і ковзанок еквідистантні і мають зносостійку футерівку.

Барабан 1 обертається від електромеханічного приводу через зубчастий вінець 2 на роликкоопорах 4. Волога шихта подає в млин по загрузочній тічці 16 через двухшлюзовий затвор, що запобігає підсосу холодного повітря до високотемпературного газу (близько 500 С), який подається в млин по борову 17 від спеціальної топки. Волога шихта при вході в корпус 1 потрапляє під циліндричний каток 7, який встановлений над розмельними доріжками 5 з зазором,

відповідним початковою стадії подрібнення в цьому млині. Із-за надкритичної швидкості обертання барабана матеріал після катка 7 підіймається у верхню частину доріжки, звідкіля ножами 24 шлейфом скидається вниз (по вертикалі).

Ножі встановлені не лише над поверхнею катків, але і над набігаючою поверхнею ковзанок, що стало можливим завдяки похилим лоткам 25. Розміщення ножів в зазначеній кількості і з рекомендованим кроком забезпечує скидання матеріалу тонким рівномірним шаром, а наявність лотків дозволяє більш раціонально використовувати площу поперечного перерізу корпусу, що істотно покращує умови сушки матеріалу.

Багаторазовість підйому і опускання розмелених частинок обумовлено наявністю надкритичної окружної швидкості, примусовим відділенням матеріалу ножами від верху розмельних доріжки і ухилом корпусу 1. Все це надає розмеленому матеріалу пилкоподібну траєкторію руху (при погляді збоку), а крок просування матеріала (в цій траєкторії) пропорційний нахилу корпусу до горизонталі. Через криволінійний профіль цих валків (а отже, різних окружних швидкостей точок цієї поверхні) одночасно з роздавлюванням має місце зрушення і ковзання шарів матеріалу відносно один одного, що призводить до інтенсивного утворення частинок потрібної тонкості.

Після проходження барабана матеріал, в якому є також недомолоті зерна (крупка), випадає на розсікач газоходу, підхоплюється низькотемпературними газами (близько 3000 С), наприклад, що відходять з пічного агрегату, і вносяться в сепаратор. При проходженні матеріалу по газоходу, який має розрахункову довжину, між газом і матеріалом, що знаходяться в підвішеному стані, відбувається активний теплообмін, в результаті чого процес сушіння закінчується.

У сепараторі відбувається розподіл матеріалу на готовий продукт, який іде через газохід в систему осадження, і на крупку, яка по тічці повертається на каток.

БМ можуть працювати як у відкритому так і замкненому режимі роботи не

тільки як самостійні агрегати, але і як попередні подрібнювачі [3-11].

На основі базової моделі фірма ФІВ Лилль (Франція) виготовила БВМ під назвою «Ногоmill», що знайшов широке використання [12].

Івановим А.М. розроблені рекомендації щодо підвищення ефективності роботи сепаратора за рахунок використання поверхнево-активних речовин. [13], а також нові конструкції млинів-сушарок. [14, 15].

Раціональність конструкції подачі двох теплоносіїв і процесу сушіння полягає в наявності двох потоків теплоносія: високотемпературного (до 500°C), що проходить з невеликою швидкістю (до 1,5 м/с) через барабан, і це дозволяє створити оптимальні умови всередині корпусу - температуру, потрібну тільки для проходження процесу помелу вологого матеріалу, і величину швидкості для виносу в основному готового продукту. В цілому такий поділ теплоносія сильно зменшує аеродинамічний опір через зменшення рециркуляції, менших швидкостей і т.д.

Висновки. Запропоновано удосконалення установки з приготування пиловугільного палива (ПВП), що підвищить ефективність процесу помелу та сушки вугілля і головне потребує значно менше капітальних витрат ніж для зарубіжних аналогів.

З метою зниження зусиль притискання валків до розмельних доріжок рекомендується застосування інтенсифікаторів помелу у вигляді поверхнево-активних речовин (ПАР), для яких бажано застосовувати відходи виробництва.

Застосування поверхнево-активних речовин (ПАР) також рекомендується і в сепараторах для підвищення ефективності їх роботи.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Шаповалова Н.Г. Использование пылеугольного топлива на металлургических предприятиях Украины. Экология и промышленность – 2011. - №2.-С.54-57
2. Ромадин В.П. Пылеприготовление. – М. - Л.: Госэнергоиздат, 1953, 518 с
3. Иванов А. М. Вирішення екологічних проблем «Экология и промышленность. – 2011. - №2. - С.57 – 60.
4. Иванов А.М. Повышение эффективности помола клинкера в трубных мельницах при работе их в замкнутом цикле. // Научный вестник строительства, №70, Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2012.
5. Балера Н.Д. Иванов А.Н., Сорокотяга А.С. Помол в шаровых и валковых мельницах. // Научный вестник строительства. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2013. Вип. 72. – С. 264-268.
6. Иванов А.М., Крот О.Ю., Крот О.П. «Зниження енергоємності трубних млинів шляхом попереднього подрібнення». «Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит», 2014. - Вип.7(125). – С.4
7. Чудний О.Ю. Экология та подрібнення в трубних млинах. // Научный вестник строительства. – Харків: ХДТУБА, 2007. - № С.108 -111.
8. Иванов А.М., Чудний О.Ю. ВО2С 17/10,23/06,19/00. Спосіб подрібнення в замкнутому циклі.
9. Пат. 76878. Україна, ВО2С23/06; 17/10; 19/00. Спосіб подрібнення матеріалів в замкнутому циклі. / Иванов А.М., Чудний О.Ю. (Україна). № 20041210164. Заявл. 10.12.2004. Опубл. 15.08.2006. Бюл. № 9. - 5 с.
10. Иванов А.Н. Резервы повышения эффективности замкнутого цикла измельчения. Вестник НТУ «ХПИ», «Химия, химическая технология и экология» № 26, 2005-С.44-53.
11. Пат. 79813. Україна, ВО2с. /06, 17/10,19/00. Спосіб подрібнення матеріалів в помольному агрегаті замкнутого циклу. / Иванов А.М., Чудний О.Ю. (Україна). № 200502057. Заявл. 05.03.2005. Опубл. 25.07.2007. Бюл. № 11.- 4 с.
12. Патент Франции Способ помола материала и мельница для его осуществления. ФСБ(FR) Рене Дюринг, Алан Кордонье, Бернар Буссекей, Ив Вербаер. Бюл. № 22 от 09.08.95. RU 2040968.С1, ВО2С17/10,15/06,15/16.Патент России. Бюл. №37 от 07.10.89.
13. Чудний О.Ю. Результаты исследований транспортной способности центробежного сепаратора // Научный вестник строительства. - Харків: ХДТУБА, - 2007, - № 44.- С. 126-129.
14. Патент УКРАЇНИ UA 34782 А, 6 ВО2С17/10,15/16. «Млин – сушарка». Иванов А.М., Веріч Є.Д., опубл. 15.03.2001, бюл. №2, 2001 р.

15. Патент України 29653А ВОС17/110, ВО2С17/10, ВО2С15/16. Помольно-сушильний агрегат, опубл.15.11.2000, бюл. №6 // Іванов А.М., Сапелін С.О., Ковтун О.П., Білан В.Д.

Іванов А.Н., Дорофеев Д.О. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПЫЛЕУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА. Показана целесообразность применения на металлургических заводах Украины технологии подготовки (ПВП) вдувания пылеугольного топлива. Дан сравнительный анализ технологии и оборудования для производства ПВП за рубежом и Украины. Предлагаемые решения по повышению эффективности работы установки для помола и сушки угля, имеет ряд существенных преимуществ перед зарубежной.

Ключевые слова: помол, сушка, угля, барабанно-валковая мельница, топливо.

Ivanov A.N., Dorofeev D.O. IMPROVEMENT OF THE INSTALLATION FOR COOKING DUST-FUEL FUEL. It is shown the feasibility of using the technology of preparation (PVP) for the injecting of coal-pulverized fuel at metallurgical plants of Ukraine. A comparative analysis of technology and equipment for the production of PVP abroad and in Ukraine.

The proposed solutions for improving the operation of the machine for grinding and drying coal, which has a number of significant advantages over the foreign ones.

Key words: grind, drying, coal, drum-roller mill, fuel.

DOI: 10.29295/2311-7257-2018-92-2-235-240
УДК 621.86

Фідровська Н.М., Ломакін А.О., Близень В.В.

Українська інженерно-педагогічна академія

(вул. Університетська, 16, Харків, 61003, Україна; e-mail: mot@uipa.edu.ua, delgadokh@gmail.com, vbliczen@ukr.net)

РОЗРАХУНОК ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ В МЕХАНІЗМІ ПІДЙОМУ ВАНТАЖУ КРАНА МОСТОВОГО ТИПУ

У статті розглянуто динамічні навантаження які виникають в механізмі підйому вантажу крана мостового типу. Для цього проведено аналіз більш ніж десяти літературних джерел з питання динамічних навантажень у механізмах підйому вантажу кранів різних типів.

Наведено результати теоретичного дослідження динамічних навантажень які виникають в механізмі підйому, та наведено графіки динамічних коливань побудовані за допомогою програми розрахунків MathCad. При цьому були враховані декілька варіантів умов підйому, геометричних та фізичних параметрів механізмів підйому вантажу.

При зменшенні діаметру підйомного канату з 15 мм до 13 мм просліджується суттєве зменшення частоти коливань динамічних зусиль, швидкості коливань маси крана та частоти прискорень металоконострукції крана.

Ключові слова: динамічна оптимізація, навантаження, канат, барабан, елементи, умови підйому, рух, жорсткість канату, підйом «з ваги».

Аналіз проблеми. Оцінка рівня динамічних зусиль у елементах вантажопідйомних машин є актуальною науково-прикладною задачею. Результати динамічного аналізу роботи механізмів підйому вантажу дозволяють визначити найбільш навантажені елементи у механізмах підйому вантажу та встановити їх зв'язок з параметрами динамічної системи та зовнішніми силовими впливами.

Отримана при динамічному аналізі інформація використовується для уточнення методик розрахунку механізмів вантажопідйомних машин. У свою чергу, досконалість методик розрахунку елементів механізмів вантажопідйомних машин впливає на їх довговічність та надійність [1].