

УДК 621.928.9

В статті наведена принципово нова конструкція пиловловлювача, який пропонується для впровадження в процес видобування коксу з камер коксових батарей. Створена конструкція пиловловлювача дозволяє підвищити ефективність пиловловлення, знизити гідравлічний опір, що дає змогу знизити концентрацію пилу до норм ГДК, зменшивши при цьому його енерго – та металоємність

Ключові слова: коксохімічне виробництво, чорна металургія, батарея, циклон, пил, ефективність, ГДК, гідравлічний опір

В статье приведена принципиально новая конструкция пылеуловителя, которая предлагается для внедрения в процесс выдачи кокса из камер коксовых батарей. Созданная конструкция пылеуловителя позволяет повысить эффективность пылеулавливания, снизить гидравлическое сопротивление, которое дает возможность снизить концентрацию пыли к нормам ПДК, уменьшив при этом его энерго – и металлоемкость

Ключевые слова: коксохимическое производство, черная металлургия, батарея, циклон, пыль, эффективность, ПДК, гидравлическое сопротивление

The on principle new construction of pyleulovitelya, which is offered for introduction in the process of delivery of coke from the chambers of coke batteries, is resulted in the article. The created construction of pyleulovitelya allows to promote efficiency of pyleulavlianiya, reduce hydraulic resistance, which enables to reduce the concentration of dust to the norms of PDK, decreasing here him energy – and metalloemkost'

Keywords: koksokhimicheskoe production, ferrous metallurgy, battery, cyclone, dust, efficiency, PDK, hydraulic resistance

ПРИНЦИПОВО НОВЕ В МЕТОДАХ ОЧИСТКИ ПОВІТРЯ ВІД ПИЛУ В ПРОЦЕСАХ ВИДОБУВАННЯ КОКСУ З КАМЕР КОКСОВИХ БАТАРЕЙ

І. В. Проскурина

Асистент

Кафедра машин металургійного комплексу і прикладної механіки

механіки

Донбасівський державний технічний університет

Контактний тел.: 8 (06442) 2-63-92

E-mail: ridek@m3x.org

1. Вступ

Якщо подивитися на мапу України, то ми побачимо, що майже вся територія нашої держави містить металургійні підприємства, які є основною галуззю виробництва в державі.

Обсяги забруднень промислових підприємств з кожним роком збільшується. Так забруднення підприємств чорної металургії складають 33%, енергетики – 30%, вугільної промисловості – 10%, хімічної і нафтохімічної промисловості – 17%. Кожний рік Україна викидає в атмосферу 17 млн. тон шкідливих речовин і їх кількість кожний рік збільшується на 12 млн. тон.

Очищується в Україні лише 80% викидів шкідливих речовин, що утворюються, а газоподібних речовин утилізується лише 20%.

Незважаючи на різке зниження розвитку виробництва, екологічну ситуацію в Україні можна назвати критичною, що також посилюється складним економічним станом нашої держави.

Чорна металургія й особливо її галузь – коксохімічне виробництво є одним з найбільших джерел забруднення навколишнього середовища. У регіонах, де розташоване коксохімічне виробництво, постійно зберігається екологічна напруженість, причому вона піддає сезонним коливанням, різко погіршуючись у

літні місяці року. Пояснюється це тим, що в літні місяці витрати коксового газу на власні потреби коксохімічного виробництва значно скорочуються, і тому його вивільнені ресурси просто спалюються на «свічах» або викидається без доспалювання в атмосферу. Крім того, санітарно – гігієнічні умови праці в цій галузі досягли найнижчого рівня. Тому сьогодні конче необхідно сконцентрувати увагу на вирішенні екологічних проблем в коксохімічному виробництві.

2. Постановка проблеми

Через розмаїтість технологічних процесів коксохімічне виробництво є одним із найважчих для вирішення питань зниження негативного впливу на навколишнє середовище. Кокс є основним паливом у процесі одержання заліза з руди, зокрема, у найважливішому етапі цього процесу – виробництві чавуну в доменних печах. Майже всі стадії технологічних процесів виробництва коксу супроводжуються утворенням пилу, який виноситься технологічними й вентиляційними газами. Особливо небезпечним в цьому відношенні є дрібнодисперсний пил.

Кількість пилу, яка утворюється, – так званий винос або перехід металів у пил – залежить від металургійного процесу, його інтенсивності, конструкції агрегату, фізико – хімічних характеристик компонентів шихти (величини, міцності, складу легковогінних металів і сподук тощо) і багатьох інших факторів [1 – 3].

Як правило, возгони містять частинки розміром 10^{-6} м і менше, тому в циклонах і батарейних циклонах навіть найбільш нових конструкцій і найменших діаметрів не може бути забезпечене досить повне вловлення подібного пилу (вловлюється менше 50%), тому потім необхідно остаточно вловлювати їх в пиловловлювачах, призначених для тонкого очищення газів.

3. Аналіз останніх досліджень

У даний час на багатьох коксохімічних підприємствах, експлуатуються громіздкі стаціонарні аспіраційні системи централізованого пилоочищення, які працюють в безперервному режимі.

Найбільшу небезпеку з точки зору утворення пилу представляють гасильні вагони, які призначені для приймання розжареного коксу, який видається з печі, транспортування його в гасильну башту і до коксової рами. Працює він у напруженому режимі – кожні десять хвилин із коксової камери корзиною коксонаправної у тушільний вагон завантажується 12,5 тон коксу з температурою 1000 – 1500°C. На дверезнімальної машині встановлюється пірамідальна парасолька, у верхній частині якої є два вікна квадратного перетину, через які аспірується забруднене повітря, які стікуються з патрубками колектора, розташованого уздовж коксової батареї і безпосередньо підключеного до скрубера, який обслуговується вентилятором з потужним (до 750 кВт) високовольтним двигуном. Вся система працює в безперервному режимі, хоча вивантаження коксу триває всього близько 60 с, а машинний час по операціях для одного повного циклу складає 6 хв.

В існуючих установках забруднене повітря через вантажний та аеродинамічний канали поступає за рахунок вихідного потоку у відцентрово – інерційні пиловловлювачі. У пиловловлювачі інерційного або відцентрового типу доменний газ очищається від великого пилу до кінцевого пиловмісту 5 – 10 мг/м³. Конструкцією коксової батареї очищення від пилу газів свіч димососа й форкамери не передбачена. Однак значне забруднення атмосфери цими викидами (питомі викиди становлять відповідно 5,7 - 11,5 і 17,6 - 28,8 г/г погашеного коксу) приводить до необхідності розробки заходів щодо їхнього скорочення. Крім пилу, викиди свіч батарей містять значну кількість оксиду вуглецю (до 5 і 18% відповідно зі свічі димососа й форкамери).

У зв'язку із цим необхідно розробити заходи не тільки для боротьби з пиловими викидами, але й з викидами оксиду вуглецю. Впровадження безпилової видачі коксу на батареях є оптимальним рішенням актуальної проблеми охорони навколишнього середовища Система безпилової видачі коксу дозволяє значно поліпшити екологічну обстановку на коксовій батареї, максимально знизити викиди пилу в атмосферу й створити сприятливі умови праці персоналу.

4. Постановка задач

Для забезпечення ефективного очищення запиленого повітря в даний час застосовується двоступінчастий сухий спосіб очищення. Як перший ступінь очищення встановлені циклони, а другий ступінь – тканинні рукавні фільтри як найбільш ефективні пилоочисні апарати в наш час для даних умов.

Метою роботи є створення такого пиловловлювача, в якому система доочистки повітря від дрібнодисперсного пилу забезпечується виконанням певним чином в одному апараті третього ступеня – мокрої очистки, що дозволяє виділити з уже очищеного потоку найдрібніші фракції і транспортувати їх зверху вниз у напрямку до пиловипускного патрубка і за рахунок цього збільшити ефективність роботи апарату.

З цієї метою запропонована конструкція мокро-го пиловловлювача із спеціальною формою жалюзі (рис. 1,2), який працює наступним чином. Пилоповітряна суміш через тангенційний вхідний патрубок 2 вводиться в простір, утворений корпусом апарату 1 і жалюзійним відокремлювачем 5, де за рахунок дії відцентрових сил після його входу в апарат тангенційно через патрубок 2 розділилося на два гвинто-подібних потоки: перший - вздовж стінки корпусу 1, другий – навколо жалюзійного відокремлювача 5. У другому потоці частинки пилу не встигають за рухом повітря, яке круто повертає в щілини між жалюзі 6 відокремлювача, через наявність сил інерції: які діють на них, попадають на жалюзі 6, відбиваються від них доти, доки не відіб'ються до стінки корпусу апарату 1 і не підхопляться першим потоком, що рухається до пиловипускного патрубка 4. Крім того, виконання частини корпусу конічним запобігає подальшому змішуванню виділеного пилу, що рухається вздовж стінки корпусу, з потоком, що йде на доочистку в відокремлювачі за рахунок збільшення відстані між ними.

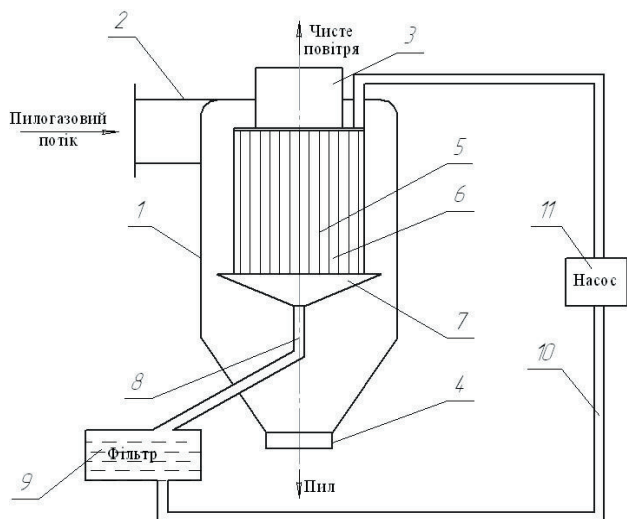


Рис. 1. Мокрий пиловловлювач

Більш дрібні частинки пилу захоплюються потоком повітря до жалюзійного відокремлювача 5 (рис. 2). Повітря проходить інерційний відокремлювач 5 крізь щілини 16, що розміщені між жалюзі 6 і пастками 14. При цьому повітря робить різкий поворот малого радіуса на кут більший за 90°, але менший за 180°. Дрібні частинки пилу також виконують поворот в напрямку щілини 13, але, завдяки силі інерції, радіус повороту в них значно більший, ніж у повітря, за рахунок чого дрібні пилові частинки пролітають мимо щілини 16, стикаються з жалюзі 6, відбиваються від них або сповзають по їх поверхні (залежно від маси і пружності частинок, місця їх попадання на жалюзі та кута, під яким відбувається удар частинки з жалюзі) і попадають у вхідну щілину пасток 12. Якщо пилова частинка дуже сильно відіб'ється від жалюзі 6, вона знову попадає до пилоповітряного потоку, що обертається навколо жалюзійного відокремлювача, знов вдаряється об одну з наступних жалюзі доти, доки не попадуть в щілину пастки 12. Частинки пилу, попавши в пастки через вхідні щілини 12, рухаються в них спочатку вздовж каналу пастки 14 вниз, де знов попадають у пиловий потік великодисперсних фракцій пилу, який рухається паралельним курсом зверху вниз вздовж стінки корпусу апарата і транспортується через пиловипускний патрубок 4 в бункер для збирання пилу (на кресленні не показаний). Із жалюзійного відокремлювача 5 очищене повітря, що пройшло крізь щілини 16 через вихлопну трубу 3, викидається назовні.

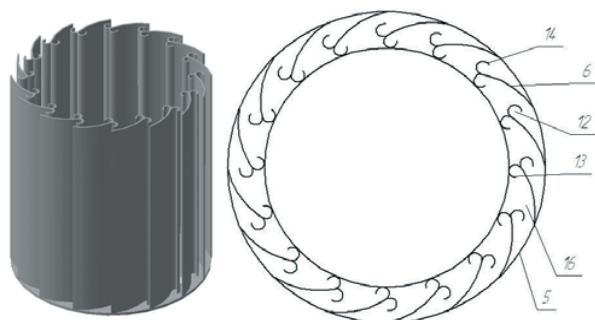


Рис. 2. Жалюзійний відокремлювач:
а) модель; б) переріз

Очищений від великодисперсного пилу потік, доочищений додатково в другій ступені очищення – жалюзійному відокремлювачі 5, проходить через щілини 16 між жалюзі 6 усередину відокремлювача 5 і попадає під дію четвертої ступені очищення – потоком води, який рухається вздовж жалюзі 6 по її внутрішній стороні. Пил, який не відбився від жалюзі 6 назад у корпус апарата і пролетів мимо вхідної щілини пастки 12, проноситься всередину жалюзійного відокремлювача 5 і попадає у водяний потік, який рухається вздовж поверхні жалюзі 6 по каналу 14, утвореному пасткою 13. Вода подається через систему водопостачання, яка складається з трубопроводу 10 і насоса 11, після очищення у фільтрі 9 до форсунок для води, розташованих у верхній частині жалюзі 6 на рівні нижнього краю патрубків для виходу очищеного повітря 3, через які розпливається на жалюзі 6 відокремлювача 5. Вода після попадання на жалюзі 6 у верхній їх частині опускається вниз по її внутрішній поверхні по вертикальному каналу 14, утвореному пасткою 13 жалюзі 6 і при цьому захоплює дрібнодисперсні частинки пилу, які несуться разом з потоком, і транспортує їх вниз у кінцеве дно 7 – для збору пиловодяної суміші, звідки по трубопроводу 8 – у фільтр 9, де відбувається відокремлення пилу від води. Після цього очищена вода по трубопроводу 10 за допомогою насоса 11 подається примусово до форсунок для води, розташованих на рівні нижнього краю патрубків для виходу очищеного повітря 3.

Перевагою запропонованого пиловловлювача є те, що він має третю ступінь очищення – у пастці 12, тобто пил, який не відбився жалюзі 6 назад всередину корпусу апарата, проскакує в щілину 16 між жалюзі і попадає у вхідний отвір пастки 12 жалюзі 6, звідки вже самостійно вибратися не може і опускається під дією сили ваги зверху вниз по каналу 14 пастки 12, розташованому із зовнішньої вигнутої сторони жалюзі аж до нижнього краю жалюзійного відокремлювача 5, де змішується з потоком великодисперсних фракцій пилу, який рухається паралельним курсом зверху вниз вздовж стінки корпусу апарата і транспортується через пиловипускний патрубок 4 в бункер для збирання пилу (на кресленні не показаний).

Для обґрунтування основних параметрів сепаратора важливе значення має аналіз руху пилоповітряного потоку в циклоні. В залежності від фізико-хімічних властивостей потоку та конструктивних особливостей пиловловлювача запылений потік повітря може здійснювати як ламінарний так і турбулентний рух. При цьому біля стінок має місце явище приповерхневого шару.

Запропонована конструкція пиловловлювача дозволяє зберегти постійними, як швидкість руху пилогазового потоку в корпусі пиловловлювача, так і при проходженні через щілини між жалюзі відокремлювача, а наявність герметичного циліндрично-конічного бункера вирівнює тиски всередині корпусу апарата і в бункері. Якщо ж тиск в корпусі і бункері різний, то там, де тиск менший, почнеться підсмоктування газу і таким чином в апараті встановиться циркуляція підсмоктаного газу в очищений газ, що відразу порушує рівномірність розподілення швидкостей і тисків, а це зразу ж знижує ефективність його роботи. Рух пилоповітряного потоку в запропонованому пиловловлю-

вачі можна розглянути застосовуючи методи математичного моделювання, яке представлено на рис. 3.

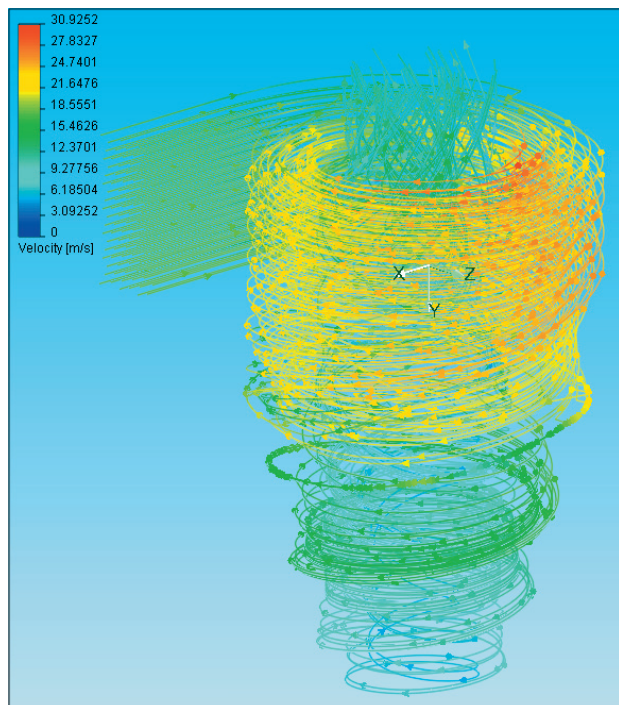


Рис. 3. Рух пилоповітряного потоку у сконструйованому апараті

Істотною перевагою запропонованого пиловловлювача є те, що він має четверту ступінь очищення – мокру очистку. Вода подається форсунками 9 на кожну жалюзі 6 з її внутрішньої сторони (сторони, яка повернута до осі апарата) всередину пастки 13 її і під дією сили ваги опускається по кожній жалюзі по каналу 15, утвореному пастками 13 жалюзі зверху вниз в напрямку до пиловипускного патрубку 4, проходячи через конічне дно 7, патрубок 8 до фільтра 9 для очищення води від дрібнодисперсного пилу в бункер фільтра (на кресленні не показаний), і патрубок 10 за допомогою насоса 11 знов до форсунок для води у верхню частину відокремлювача, тобто в прототипі процес очистки повітря від пилу відбувається в два етапи, і той дрібнодисперсний пил, який проноситься потоком через отвори 16 між жалюзі 6 відокремлювача 5 вже не вловлюється і виноситься назовні через патрубок 3 виходу очищеного повітря.

У запропонованій конструкції апарату мокра доочистка повітря водою, що рухається по внутрішній стороні жалюзі 6 дозволяє виділити з потоку найдрібніші частинки пилу, які є найнебезпечнішими і звичайно тим самим збільшити ефективність пиловловлення.

На багатьох підприємствах України вода є у дефіциті, що гальмує впровадження у виробництво цілого ряду мокрих пиловловлювачів, тому нами було поставлене завдання мінімізувати кількісні втрати води, що і було реалізоване у запропонованій конструкції апарата шляхом створення в тілі жалюзі пасток певної форми, які не дають розбризкуватися воді. Крім того у наведеній конструкції апарата вода необхідна не для насичення пилу водою, а тільки для зволоження дрібнодисперсного пилу, який попав всередину жалю-

зійного відокремлювача не виділившись у попередніх трьох ступенях очистки. Крім того у запропонованій конструкції система водопостачання є замкнутою, тобто вода зразу ж в системі пиловловлювача очищується від пилу у фільтрі і насосом через систему трубопроводів знов подається у верхню частину жалюзійного відокремлювача. Зменшення необхідної кількості води досягається за рахунок того, що змочуванню піддається тільки та невелика кількість дрібнодисперсного пилу, яка у звичайних апаратах викидається назовні разом з очищеним повітрям, тобто та частина пилу, яка значно впливає на ефективність роботи пиловловлювача.

5. Висновок по роботі та перспективи подальших досліджень

Таким чином у наведеній конструкції відбувається вирівнювання потоків усередині корпусу апарата, заспокоєння потоку, зниження швидкості турбулентних вихорів, зменшення радіусу вторинного вихору, який рухається гвинтоподібно знизу вверх назустріч руху пилогазової суміші, яка рухається зверху донизу і виключається підсос газу в місці стиску корпусу з бункером, а це в свою чергу значно підвищує ефективність роботи апарата, і знижує його гідравлічний опір.

При застосуванні запропонованої установки при спалюванні відпрацьованої емісії тотального вуглецю, оксиду вуглецю, твердого матеріалу, викидів хлороводню, фтороводню і двооксиду сірки не перевищують граничнодопустимих концентрацій (ГДК), що пояснюється як принципом дії установки, так і високою температурою спалювання (900 – 1100°C).

Створена конструкція пиловловлювача дозволяє підвищити ефективність пиловловлення в порівнянні з існуючим апаратом на 2 – 3%, що дає змогу знизити концентрацію пилу до норм ГДК, зменшивши при цьому енерго- та металоємності, а це відкриває широкі перспективи для його впровадження. У даний час проводиться розробка робочих креслень і виготовлення запропонованої установки для впровадження в системах очистки повітря від пилу технологічних процесів при видобуванні коксу з камер коксових батарей у коксохімічному виробництві.

Література

1. Страус В.А. Промышленная очистка газов. / В.А. Страус – Изд. "Мир", 1981. – 616 с.
2. Батлук В.А. Проскура І.В., Романцов У.В. Шелюх Ю.Є. Принципово нові перспективні методи очистки повітря від дрібнодисперсного пилу // Вестник Харьковского Национального автомобильно – дорожного университета. Сборник научных трудов, выпуск 38. Харків. 2007. С. 212 – 216.
3. Батлук В.А., Проскура И.В. Решение современных проблем очистки воздуха в коксохимическом производстве // Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета. Выпуск 24. Алчевськ. 2007. С. 156 – 162.