

Подальші дослідження повинні бути спрямовані на підвищення ефективності пилозв'язуючої дії водяних розчинів ВЛР за рахунок введення до їх складу нових речовин природного походження з підвищеними адгезійними властивостями з метою використання їх для боротьби з пилом під час підготовки вугілля до коксування та інших технологічних процесах.

Перелік посилань

1. Сердобольский И.П. Химия почвы / И.П. Сердобольский. – М.: АН СССР. –1953. – 176 с.
2. Ральф К. Айлер. Коллоидная химия кремнезема и силикатов / Ральф К. Айлер. – М.: Госиздат. –1959, – 288 с.

ABSTRACT

Goal. To carry out the analytical study of the effect of technological processes of coal preparation for coking on the intensity of release of coal dust into the air of working areas. To develop methods to control the dust emissions generated during the preparation of coal charge for coking.

Methods of research - theoretical, experimental and analysis of previous research.

Findings. The new medium has been developed to optimize the suppression of coal dust that ensures the binding of dust-like particles in charge material into the coarse aggregations that are impossible to rise into the air. This provides protection for workers' respiratory organs against occupational diseases.

The originality lies in the theoretical and experimental substantiation of the use of solutions of natural compounds such as brown coal waste to bind dust in coal charge.

Practical implications. Theoretical and experimental substantiation of the use of solutions of natural compounds such as brown coal waste for dust binding in coal charge. The recommendations for their use in industrial conditions of the coke plants are presented.

Keywords: *coal, batch preparation, dust, solutions*

УДК 666.76.001.2

© В.Ю. Тишук, І.Б. Ковальова, М.В. Худик

РОЗРОБКА СПОСОБУ ПИЛОУЛОВЛЮВАННЯ ПРИ СУХОМУ ВИВАНТАЖЕННІ КОКСУ З ПЕЧІ

© V. Tyshchuk, I. Kovaleva, N. Khudik

DEVELOPMENT OF DUST CATCHING METHOD FOR DRY DISCHARGE OF COKE FROM THE OVENS

Наведено результати теоретичних та експериментальних досліджень по пилоуловлюванню при сухому вивантаженні коксу з використанням апаратів сухого та мокрого очищення повітря від вугільного пилу. Теоретично та експериментально доведена ефективність нового

пилоочисного апарату для уловлювання вугільного пилю, що включає використання тканин з відповідним електростатичним зарядом волокон.

Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований по пылеулавливанию при сухой разгрузке кокса с использованием аппаратов сухой и мокрой очистки воздуха от угольной пыли. Теоретически и практически доказана эффективность нового пылеочистного аппарата для улавливания угольной пыли, который включает использование тканей с соответствующим электростатическим зарядом волокон.

Вступ. Боротьба з викидами при виштовхуванні коксу з пічних камер є одним з найбільш складних завдань. Над розжареним коксом, що потрапляє в тушительні вагони, виникає інтенсивна висхідна течія нагрітого повітря, яка залучає до руху значні маси прилеглого повітря, що приводить до утворення висхідних потоків, які підхоплюють і здіймають догори частки пилю, що утворюється при руйнуванні коксового пирога. В результаті виникає об'ємна пилогазова хмара.

Утворення пилогазової хмари при видачі коксу відбувається дуже швидко і цей неорганізований викид прийнято відносити до залпових. При видачі коксу недостатньої готовності відбувається утворення густих хмар щільного чорного або чорно-зеленого диму. Такі явища спостерігаються при незавершеності процесу коксування в центрі вугільної маси або нерівномірному обігріві печей, що призводить до появи в коксі холодних зон.

Для боротьби з викидами існують декілька варіантів систем, які включають пиловідсмоктуючі парасольки над коксонаправляючою гасильних вагонів; перекриття над рейковим шляхом гасильного вагону; комбіновані системи бездимної видачі та гасіння коксу.

Найбільше розповсюдженими є системи з облаштуванням парасольок з відсмоктуванням і очищенням газів в пилогазоочисних апаратах. При цьому відсмоктуюче і пиловловлююче устаткування проектується як в пересувному так і в стаціонарному виконанні. На практиці найчастіше використовуються системи з пересувною парасолькою і стаціонарною системою пиловловлювання. В якості пиловловлювачів застосовують циклони, скрубери, труби Вентурі, електрофільтри, тканинні рукавні фільтри.

Концентрація пилю в газі, що відсмоктується з під парасольки над вагоном, досягає 18-22 г/м³. Встановлюючи на першому ступені очищення групи циклонів, досягається сумарна ефективність очищення 99,1-99,2%, при залишкової концентрації пилю в газах 0,11-0,22 г/м³, що недостатньо вирішує проблему нормалізації санітарно-гігієнічних умов праці та нормалізації повітря робочих зон.

Ціль статті – розроблення засобів підвищення ступеню очищення висхідних потоків забруднюючих речовин, при сухій вигрузці коксу, для покращення санітарно-гігієнічних умов праці та захисту повітря робочих зон і атмосферного повітря від шкідливих викидів.

Виходячи з цілі, в роботі поставлено наступні завдання.

1. Аналітично визначити перспективу засобів, які використовуються і потенційно можуть бути використані для боротьби з шкідливими викидами при вивантаженні коксу з печей.

2. Розробити нові засоби боротьби з забруднюючими речовинами, що утворюються при вивантаженні коксу з пічних камер у тушильні вагони.

3. Теоретично та експериментально визначити властивості нових засобів, щодо уловлювання забруднюючих речовин при вивантаженні коксу з печей.

Викладення матеріалу та результати. Для встановлення джерел і складу шкідливих викидів необхідно проаналізувати технологію виробництва при якій вони утворюються. Головні етапи на яких утворюються шкідливі викиди при коксохімічних виробництвах наступні. Разове завантаження однієї печі об'ємом 30,9 м³ складає 22 тони вугільної шихти з якої отримується 17 тон коксу.

Для ефективного відсмоктування та очищення пилогазоповітряної суміші при видачі коксу доцільно використовувати систему безпилової видачі коксу, що дозволяє з достатньою ефективністю локалізувати пилові викиди і спрямовувати їх на очищення.

Система безпилової видачі коксу складається з наступних елементів:

- пиловловлюючого зонту спеціальної конструкції, встановленого на коксонаправляючій дверіз'ємної машини, яка покрита герметичною обшивкою для усунення виділення газопилового потоку в навколишнє середовище при видачі коксу;

- стикувальних пристроїв для передачі пилогазоповітряної суміші в стаціонарний колектор безпилової видачі коксу з газоперепускним візком для приєднання зонту до колектора і прийому газопилового потоку, що утворюється при знятті дверей з коксової сторони при видачі коксу, та з передачею її на вентиляційну установку;

- стаціонарної пилоочищувальної установки, яка стоїть окремо, що є установкою для відсмоктування пилогазового потоку від колектора безпилової видачі коксу з двоступінчатим очищенням від пилу.

Перший ступінь включає пилові циклони ЦП-2Л-3000. Другий ступінь очищення - це система очищення з рукавним фільтром Ф-2-1000, з подальшою повітряно-компресорною подачею стиснутого осушеного повітря до тканинних рукавів фільтрів, призначених для очищення запиленого повітря від коксового пилу. Установка працює в автоматичному режимі. По мірі накопичення пилу на поверхні рукавів автоматично включається система регенерації тканин фільтру.

Вузол вивантаження пилу призначений для періодичного вивантаження пилу, що накопичується внизу корпусів циклону і рукавного фільтра, в автоцистерни.

Розрідження в системі створюється двома робочими димотягами типу ДН-17 - відцентрованими тягодувними машинами одnobічного всмоктування, з подальшою подачею забрудненого повітря на очищення. Основними і найбільш характерними вузлами системи безпилової видачі коксу є пилозабірний зонт з механізмами підключення до стаціонарного колектора, що встановлений на

дверіз'ємній машині, та збірний стаціонарний колектор з газоприймальними патрубками і відсічними клапанами.

Пиловловлюючий зонт є металевою об'ємною конструкцією з подвійними стінками і складається з внутрішньої і зовнішньої частин. Внутрішня частина зонта закрита зверху, виконана із щільним зазором відносно стінок зовнішньої частини зонта, а відсмоктування пилогазового потоку здійснюється через щільний отвір і газовідвідний патрубок, який встановлений на зовнішній частині зонта від верху коксонаправляючої частини.

Зонт з'єднується з колектором повітряходом і газоперепускним візком, який пересувається по рейках уздовж колектора. Між зонтом дверіз'ємної машини і газоперепускним візком встановлено відсічний клапан, який відкривається під час видачі коксу.

Пилозбірний зонт оснащений телескопами для підключення до газоприймальних патрубків, розташованих на стаціонарному колекторі, діаметром 1420 мм. Ці пристрої разом з відсічними клапанами призначені для транспортування запиленних газів в апарати очищення. Для зменшення статичного розрідження в колекторі при холостому режимі роботи в його торці передбачений демпфер, що забезпечує підсос зовнішнього повітря. Число відсічних клапанів дорівнює числу пічних камер коксових батарей.

Естакада установки безпилової видачі коксу (УБВК) складається з окремих колон, розташованих уздовж шляху коксогасильного вагона з кроком 12-21 м. На колонах встановлюється самонесучий колектор, на якому передбачені рейки для пересування газоперепускного візка. Колектор перекривається конвеєрною стрічкою, що виключає підсоси повітря.

Дверіз'ємна машина обладнана пристроєм для подачі сигналу на збільшення розрідження в колекторі УБВК, відкриття клапана, що з'єднує зовнішній зонт і газоперепускний візок.

Колектор безпилової видачі коксу призначений для прийому газопилового потоку із зонта дверіз'ємної машини і передачі його на пилогазоочишувальну установку.

У комплект колектора входить власне колектор, колія візка газоперепускного, каткові і нерухомі опори, пристрій для натягнення стрічки, кріплення і конвеєрна стрічка.

Рекомендується експлуатувати переобладнаний коксогасильний вагон із збільшеними бортами, що забезпечує мінімально можливий зазор між пиловловлюючим зонтом і бортами вагона. Це дозволить значно знизити «вибивання» пилу в атмосферу і підвищити ефективність аспірації.

Система працює наступним чином.

Дверіз'ємну машину встановлюють супроти печі з якої видається кокс. Знімають двері коксової печі і коксонаправляюча з'єднується з рамою коксової печі. В результаті розрідження, що створюється в колекторі тягодувними машинами, відбувається відсмоктування забрудненого пилом повітря, що утворюється при видачі коксу. Після цього пилогазоповітряна суміш поступає в колектор і звідти прямує в двохступінчасту систему сухого очищення:

- інерційний пиловловлювач (циклон);
- тканинні (рукавні) фільтри.

Очищена від коксового пилу газоповітряна суміш скидається через трубу в атмосферу. Регенерація рукавів фільтру проводиться посекційним продуванням осушеним повітрям.

Кількість газового викиду над гасильним вагоном в середньому становить 2750 м³.

Основні параметри роботи установки безпилової видачі коксу наступні:

- кількість пилогазової суміші, що вилучається - до 180 тис. м³/год;
- концентрація коксового пилу в суміші, що вилучається - до 8 г/м³;
- температура суміші - до 70 °С;
- тривалість видачі коксу з однієї камери - до 60 с;
- кількість печей, з яких видається кокс за одну годину - 5-6 одиниць;
- кінцева концентрація коксового пилу в пилогазовій суміші після очищення становить близько 40 мг/м³.

Сам процес видачі коксу відбувається наступним чином.

Коксогасильний вагон встановлюється з коксової сторони печі так, щоб край вагона знаходився на відстані 1,0-1,5 м від коксонапрявляючої двері-різ'ємної машини по ходу руху вагона. Коксовиштовхувач встановлюється з машинної сторони і за допомогою виштовхувальної штанги, яка рухається зі швидкістю 0,5 м/с, видає кокс у гасильний вагон. Всі елементи технологічного процесу супроводжуються викидами в повітря робочих зон забруднюючих речовин.

Під час прийому коксу гасильний вагон повинен переміщуватися зі швидкістю, що забезпечує рівномірний розподіл коксу по всій довжині вагона (близько 0,5 м/с). Для пересування гасильного вагона служить електровоз. Футеровка кузова вагона виконана з неіржавіючої сталі. Основа вагону футерується жароабразивністійкими сталевими плитами. Місткість вагону становить 13-16,5 тон.

Кокс з температурою 1050-1100 °С видається з печі у гасильний вагон. Щоб запобігти горінню розжареного коксу і виникненню додаткового утворення шкідливих газів після вивантаження з печі, та для забезпечення його транспортабельності та придатності для зберігання, температуру коксу необхідно понизити до 100-250 °С, тобто загасити матеріал. Тому далі вагон рухається під гасильну башту, де кокс охолоджується біохімічно очищеними стічними водами. Витрати води, що поступає на гасіння, залежать від температури і властивостей коксу (готовності, крупності, питомої поверхні), і в середньому вона становить 4-5 м³/т коксу. Протягом 1-2 хвилин з гасильної башти сучасного коксохімічного заводу викидається в атмосферу близько 20 тис. м³ водяної пари, об'єм якої збільшується через підсмоктування навколишнього повітря. При використанні стічних вод кількість твердих частинок, що викидаються в атмосферу, складає 0,68-2,26 кг/т коксу.

За даними практики, тривалість гасіння коксу повинна становити близько 100-140 с. Відстій вагона з коксом повинен тривати не більше 50 с. Далі кокс

вивантажується на коксову рампу завдяки похилому днищу гасильного вагона під кутом 28 °. Кокс, що вивантажується на рампу, не повинен містити вогнищ, що не догасилися, і до подачі на коксортування повинен витримуватися на рампі протягом не менше 900 с [1].

Для додаткового або індивідуального уловлювання і сухого очищення повітря від коксового пилу, вперше запропоновано і розроблено тканинний волоконний фільтр. Суть розробки полягає в наступному. Коксовий пил на поверхні має позитивний та в меншій мірі негативний заряди. Матеріал волокна при русі через нього повітря також набуває заряду певного знаку.

Оскільки природа матеріалу волокна не впливає на осадження пилових часток у результаті дифузії, інерційного зіткнення, контакту, дії гравітаційних сил, то підбір матеріалу для подвійних волокнистих завіс фільтру проводився за величиною електростатичних сил (полярність, величина електричних зарядів на волокнах, (швидкість їх релаксації), які повністю залежать від природи матеріалу волокна [2].

Для визначення знаку та виміру величини поверхневої щільності заряду на волокнах використовувався прилад для вимірювання електростатичних зарядів ПК2-3А з діапазоном виміру від 0 до 20 мкКл/м². Електростатичний заряд на тканинах, представляє собою трибоелектричний заряд волокон.

Результати вимірів показали, що найбільше значення заряду (мкКл/м²) становить: для позитивного трибоелектричного заряду на волокнах з капрону - 4,50 та триацетатного шовку - 2,00, а найменший – на волокнах з нітрону - 0,01; найбільший негативний заряд накопичується на волокнах з полівінілхлориду - 2,60, а найменший – на волокнах з шерсті - 0,05.

Для уловлення вугільного пилу, який має переважно позитивний заряд, доцільно застосувати волоконний фільтр, виготовлений з шести подвійних волоконних штор з різним знаком електростатичного заряду. Штори у фільтрі встановлюються з чергуванням знаку заряду - спочатку негативно заряджена полівінілхлоридна штора, за нею позитивно заряджена капронова штора і т.д.

Осадження пилу у волоконному фільтрі відбувається за рахунок дії дифузії, гравітаційних, інерційних та електростатичних сил. На інтенсивність пилоосадження впливає цілий ряд факторів. Насамперед відстань від пилової частки до поверхні волокон, розмір часток, кількість кінетичної енергії частки, що рухається разом з повітряним потоком, час знаходження частинки у межах пилоосаджувальної частини фільтра, величина заряду частинок і волокон штор.

Позитивно заряджені частки вугільного пилу при наближенні до негативно заряджених полівінілхлоридних волокон будуть осаджуватись на них внаслідок взаємопритягання, а при наближенні до позитивно заряджених капронових волокон – загальмовувати, що викликане впливом на них одноіменного заряду, гравітаційних, інерційних та інших сил.

Ефективність пиловловлення волоконного фільтра в залежності від крупності пилу, вираженої через медіанний розмір часток, можна визначити за відомими формулами:

$$\eta = 0,5(\Phi(x) + 1),$$

де $\Phi(x)$ – функція нормального розподілу, аргумент x якої визначається з залежності:

$$x = \frac{\lg(d_m / d_{50})}{\sqrt{\lg^2 \sigma_\eta + \lg^2 \sigma_\sigma}},$$

де d_m – медіанний розмір часток, мкм;

d_{50} – діаметр часток, які осаджуються з ефективністю 50 %, мкм;

$\lg \sigma_\eta$ – середньоквадратичне відхилення функції розподілу фракційних коефіцієнтів очищення;

$\lg \sigma_\sigma$ – середньоквадратичне відхилення функції розподілу пилових часток.

Оскільки для волоконного фільтру показники ефективності пиловловлення $d_{50} = 0,1$ мкм та $\lg \sigma_\eta = 0,02$, то для часток з медіанним розміром $d_m = 4$ мкм та $\lg \sigma_\sigma = -0,43$ аргумент функції нормального розподілу становитиме:

$$x = \frac{\lg(4 / 0,1)}{\sqrt{0,02^2 + (-0,43)^2}} = 0,91$$

Тоді за довідковими таблицями $\Phi(x) = 0,8186$, ефективність пиловловлення волоконного фільтра становитиме:

$$\eta = 0,5(0,8186 + 1) = 90,9 \%$$

Для часток пилу з медіанним розміром $d_m = 10$ мкм та $\lg \sigma_\sigma = -0,52$ аргумент функції нормального розподілу становитиме:

$$x = \frac{\lg(10 / 0,1)}{\sqrt{0,02^2 + (-0,52)^2}} = 1,31$$

Тоді за довідковими таблицями $\Phi(x) = 0,8708$, ефективність пиловловлення волоконного фільтра становитиме:

$$\eta = 0,5(0,8708 + 1) = 93,5 \%$$

Отже, при уловленні вугільного пилу з медіанним розміром часток $d_m = 4-10$ мкм ефективність пиловловлення волоконного фільтра буде коливатись у межах 91-94 %.

Висновок. Одними з основних джерел технологічних викидів в повітря робочих зон і атмосферне повітря при коксохімічному виробництві є процеси сухої вигрузки коксу з печі.

В даній роботі вперше розглянуто в якості засобів для сухого очищення повітря - волоконних фільтрів з різними електростатичними зарядами на їх волокнах. Електростатичний заряд, представляє собою трибоелектричний заряд волокон, який замірявся з допомогою прибору ПК2-3А з діапазоном виміру щільності заряду на волокнах тканин від 0 до 20 мкКл/м².

Наукова новизна статті полягає в тому, що вперше теоретично обґрунтовано і розроблено тканинний електростатичний волоконний фільтр. Суть розробки полягає в наступному. Вугільний пил на поверхні має позитивний та в меншій мірі негативний заряд. Матеріал волокна при русі через нього забрудненого

повітря також набуває заряду певного знаку. В результаті різнойменні заряди вугільного пилу і ворсин волокна взаємодіють і злипаються між собою.

Практичне значення статті полягає в тому, що встановлені значення зарядів (мкКл/м²) на поверхні різних типів волокнистих тканин. Вони становлять для позитивного трибоелектричного заряду на волокнах з капрону - 4,50 та триацетатного шовку - 2,00, а найменший – на волокнах з нітрону - 0,01; найбільший негативний заряд накопичується на волокнах з полівінілхлориду - 2,60, а найменший – на волокнах з шерсті - 0,05.

Додаткове включення розробленого фільтру в існуючі засоби пилоуловлювання вугільного пилу на коксових печах, або часткова їх заміна, дозволить знизити пиловиділення при вигрузці коксу з печей і покращити санітарно-гігієнічні умови праці на виробництві.

Подальші дослідження повинні бути спрямовані на пошук нових типів тканин з вищими електростатичними властивостями для підвищення ефективності уловлювання вугільного пилу.

Перелік посилань

1. Харлампович Г.Д., Технология коксохимического производства/ Г.Д. Харлампович, А.А. Кауфман. - М.: Химия, 1995. - 384 с.
2. Худик М.В. Вплив електростатичності волокон на ефективність уловлення пилу волоконним фільтром аспіраційного укриття перевантажувального вузла / М.В. Худик // Вісник Криворізького технічного університету: зб. наук. праць. – Кривий Ріг, 2011. – Вип. 29. – С. 136-139.

ABSTRACT

Goal. To carry out the analytical study of the effect of technological processes of dry coke discharge from the ovens on the intensity of coke dust release into the air of working areas. To develop methods for combating the dust emissions generated while dry discharge of coke from the ovens.

Methods of research - theoretical, experimental and analysis of previous studies.

Findings. To optimize the trapping of coal dust the dust-absorbing umbrellas have been developed above the coke-guiding quenching cars followed by purification of the dust-gas mixture in fabric fiber filters with different poles of the electrostatic charge of the fibers. This ensures the capture of electrically charged dust due to its adherence to the charged fibers.

The originality lies in the theoretical and experimental justification for the use of electrically charged fiber fabrics to collect coke dust.

Practical implications. Theoretical and experimental substantiation of the use of electro-charged fibers of fabric filters for dust collection with an efficiency of 90 - 95%.

Keywords: *coke, dust, dust trapping, electrically charged tissues*