

Practical implications. The method is recommended for calculating the parameters of reactive water-air jets with active suppression of dust and gas emissions during mass explosions in quarries.

Keywords: dust and gas cloud, explosion, quarry, environmental safety

УДК 666.76.001.2

© В.Ю. Тищук, І.Б. Ковальова

СПОСОБИ ПИЛОПОДАВЛЕННЯ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ВУГІЛЛЯ ДО КОКСУВАННЯ

© V. Tyshchuk, I. Kovaleva

DUST SUPPRESSION METHODS FOR COAL PREPARATION BEFORE COKING

Наведено результати теоретичних та експериментальних досліджень по пилоподавленню в цеху вуглепідготовки при підготовці вугільної шихти для коксування. Встановлено, що ефективним способом пилоподавлення є обробка вугілля водяним розчином вуглелужного реагенту, що забезпечує захист повітря робочих зон від пилу.

Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований по пылеподавлению в цехе углеподготовки при подготовке угольной шихты для коксования. Установлено, что эффективным способом пылеподавления является обработка угля водным раствором углещелочного реагента, что обеспечивает защиту воздуха рабочих зон от пыли.

Вступ. Одними з основних джерел технологічних викидів в повітря робочих зон і атмосферне повітря при коксохімічному виробництві є система цеху вуглепідготовки. У цеху вуглепідготовки пил виділяється при прийманні на склад вугілля, його перевантаженнях, пересипаннях і транспортуванні, в процесі підготовки шихти для коксування, а також в дробильних і помольних установах. Питоме пиловиділення досягає 0,3-0,6 кг/т вугілля. Для пилоподавлення при технологічних операціях вуглепідготовки використовують сухі та мокрі засоби, які по техніко-економічним показникам не в повній мірі ефективні.

Ціль статті. Пошук і розробка нових пилозв'язуючих засобів для захисту повітря робочих зон і атмосферного повітря від вугільного пилу при технологічних процесах вуглепідготовки.

Виходячи з цілі, в роботі поставлено наступні задачі.

1. Дослідити технологію вуглепідготовки на прикладі коксохімічного виробництва ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» і визначити основні джерела викидів пилу при підготовці вугільної шихти до коксування.

2. Аналітично і експериментально розробити засоби, які потенційно можуть бути використані для зв'язування вугільного пилу і науково обґрунтувати їх пилозв'язуючі властивості.

3. Встановити механізм пилозв'язуючої дії розроблених речовин.
4. Експериментально дослідити властивості нових засобів пилоподавлення.

Викладення матеріалу та результати. Відповідно до поставлених задач спочатку проведемо дослідження процесу вуглепідготовки для отримання вугільної шихти.

Процес підготовки шихти до коксування на прикладі КХВ ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» також відбувається у вуглепідготовчому цеху.

Продукцією вуглепідготовчого цеху є вугільна шихта, що представляє собою суміш вугілля різних марок (Г, Ж, К, ПС, П), складених в співвідношеннях, які забезпечують можливість отримання коксу відповідно до вимог технічних умов.

Вуглепідготовчий цех призначений для прийому, зберігання і підготовки вугільних концентратів до коксування, а також подання вугільної шихти в коксові цехи № 1 і 2. Якісні показники вугільної шихти встановлюються згідно вимогам ТУ У 10.1-00190443-032:2006.

Технологічний процес виробництва вугільної шихти здійснюється відповідно до технологічного регламенту, ПТЕ і включає наступні стадії.

1. Вивантаження вугільних концентратів, що прибувають.
2. Складування вугільних концентратів по закріпленим шахтогрупам.
3. Дозування компонентів вугільної шихти.
4. Дроблення вугільної шихти.
5. Ритмічне подання готової вугільної шихти на вугільні башти коксових цехів № 1 і 2.

Прийом вугільних концентратів від залізничної станції проводиться персоналом вуглепідготовчого цеху.

У зимовий період вагони з вугільними концентратами, що підготовлені до вивантаження, подаються в гараж для розморожування. Гараж розморожування призначений для розігрівання змерзлого вугілля, що поступає на коксохімічне виробництво в залізничних вагонах, в цілях полегшення його вивантаження. Обігрів гаража розморожування проводиться продуктами горіння суміші доменного і природного газів, в співвідношенні 50/50 %.

Перед поданням на вивантаження вагони, що поступили з вугільними концентратами розсортовуються залізничним цехом за технологічними групами і проводиться їх зважування. Зважування вугільних концентратів проводять на вагонних вагах, призначених для зважування вагонів магістрального парку.

Розвантаження вугільних концентратів, що поступають на коксохімічне виробництво, здійснюється двома вагоноперекидачами з продуктивністю 1200 тис. тон/рік кожен. З метою дроблення великих шматків змерзлого вугільного концентрату на вагоноперекидачах встановлено агрегат двосторонній подрібноувально-роторний. Для визначення фактичної кількості вугільного концентрату, що поступив, після вагоноперекидача на двох конвеєрах встановлені електронно-конвеєрні ваги фірми «Шенк».

Розвантажений вугільний концентрат поступає в два бункери місткістю 68 тон кожен. З цих бункерів за допомогою стрічкових живильників вугілля пода-

ється на конвеєрні тракти вуглеподачі та транспортується на закритий вугільний склад. Призначення вугільного складу - створення запасів вугілля, які забезпечують нормальну роботу заводу, а також згладжування і компенсація нерівномірності надходження вугілля на склад. На вугільному складі виконується також усереднення вугілля різних технологічних груп.

Перша і друга черги закритого складу вугілля складаються з 28 бункерів місткістю 2500 тон кожен, розташованих в два ряди по 14 силосів в кожному ряді. Третя черга закритого складу вугілля складається з 12 бункерів місткістю 2500 тон кожен.

Проектна потужність вуглепідготовчого цеху з виробництва вугільної шихти складає 30,8 тис. тон на добу при виробництві 4,5 млн. тон металургійного коксу на рік, а проектна місткість закритого складу вугілля складає 170 тис. тон, що забезпечує п'ятидобовий запас вугілля.

Видача і дозування вугільного концентрату здійснюється автодозаторами. З дозувального відділення компоненти шихти збірними конвеєрами транспортуються в дробарне відділення.

Мета подрібнення (дроблення) - отримання однорідної суміші вугілля і створення оптимальних умов їх взаємодії в сумішах при коксуванні для отримання коксу заданої якості.

На коксохімічному виробництві у вуглепідготовчому цеху застосовуються дві схеми дроблення – ГДК (групове дроблення компонентів) і ДШ (дроблення шихти). Процес дроблення відбувається за допомогою молоткових дробарок.

На I-й і II-й черзі дозувального відділення застосовується схема підготовки шихти ГДК, на III-й черзі - ДШ.

Готова шихта транспортерними стрічками шихтоподачі подається на чотири вугільні башти, які складаються з секцій. Заповнення шихтою трьохбункерного вуглезавантажувального вагону проводиться з усіх секцій вугільної башти по черзі. Далі вуглезавантажувальний вагон прямує на коксову батарею де відбувається бездимне завантаження вугільної шихти з гідроінжекцією і в подальшому, в результаті термічної деструкції вугільної шихти в коксових печах, отримується кокс і коксовий газ.

У цеху вуглепідготовки пил виділяється при прийманні на склад вугілля, його перевантаженнях, пересипаннях і транспортуванні, в процесі підготовки шихти для коксування, а також в дробарних і помольних установках. Питоме пиловиділення досягає 0,3-0,6 кг/т вугілля. Пил, за звичаєм, вловлюється в циклонах і апаратах мокрого пиловловлювання. Для цього в місцях пиловиділення споруджуються укриття та аспіраційні системи.

Для уловлювання пилу, що виділяється при розвантаженні вагонів, застосовуються відцентрові скрубери, які встановлені на двох конвеєрах. Очищення повітря від пилу здійснюється водою. При цьому усі зважені в газі частки пилу змочуються і захоплюються диспергованою воддю та осідають в апараті у вигляді шламу. Проте, в суху жарку погоду ефективність пилоподавлення буде низькою.

Для зниження викидів пилу застосовують також змочування шихти розчинами поверхнево-активних речовин (стіролбутадієнової смоли, вінілацетату), які утворюють на поверхні частинок вугілля плівку, що попереджає пиловиділення.

Проте, використання цих речовин недостатньо ефективно з технічних та економічних причин.

В даній роботі пропонується використати для пилоподавлення водяний розчин вуглелужного реагенту.

Відповідно до поставлених задач було виділено та проаналізовано основні властивості розчинів, якими повинно проводитися зволоження вугілля. Результати аналітичних досліджень показали, що розчини, які необхідно застосовувати для пилоподавлення повинні володіти змочувальними, коагулюючими і склеювальними властивостями.

При виборі пилов'язуючої речовини, насамперед, було звернуто увагу на вуглелужний реагент (ВЛР), який є відходом переробки бурого вугілля і в достатній кількості є на Україні. До складу ВЛР входять гумінові кислоти, які утворюються в природі з рослинних залишків, або в результаті окиснення вугілля та інших залишків органічного походження і в повній мірі володіють вказаними властивостями. Використання ВЛР значно знижує вартість засобів пилов'язування, а крім того, вирішує проблему повторного використання відходів. Аналіз складових ВЛР свідчить, що реагент може мати властивості взаємодіяти з вугільними породами через їх оксиди.

Для установлення механізму фізико-хімічної взаємодії гумінових кислот і пилових частинок вугілля, необхідно знати структурну формулу гумінових кислот. Проте, структурна формула гумінових кислот не виведена через складну їх будову.

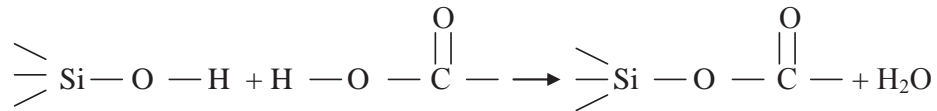
В роботі [1] наводяться бруто-формули гумінових кислот, запропоновані різними авторами: $C_{40}H_{24}O_{12}$ (Мульдер), $C_{60}H_{52}O_{24}$ $(COOH)_4$ – (Свен-Оден), $C_{69}O_{33}H_{56}N_2$ (Драгунов), $C_{64}O_{26}H_{55}N_4$ (Драгунов), $C_{59}H_{41}O_{17}$ $(COOH)_4$ $(OH)_3CH_2CO$ (Фукс). Молярна маса – 1200 ÷ 1500 г/моль. Гумінові кислоти є конденсовані ароматичні сполуки, до складу яких входять чотири карбоксильні групи - $COOH$, три гідроксильні групи – OH , можливо аміногрупа $-NH_2$ і обов'язково нітроген (азот). Саме наявність цих функціональних груп і може обумовлювати здатність гумінових кислот взаємодіяти з поверхнею пилових частинок порід.

Критерієм змочувальної здатності розчинів ВЛР є величина їх поверхневого натягу. Результати досліджень показали, що при концентраціях ВЛР 0,5–2,0 мас. % значення їх поверхневого натягу становить 0,06 Н/м, що нижче ніж у води, яке дорівнює 0,072 Н/м.

Критерієм склеювальної здатності пилов'язуючих розчинів є значення водоміцності пилових агрегатів, одержаних в результаті взаємодії пилових частинок з цими розчинами. Формування пилових агрегатів проводилося за відомою методикою проф. Л.Г. Віленського методом зволоження дрібнодисперсних частинок розчинами, їх агрегуванням та подальшим висушуванням. Водоміцність агрега-

тів визначалася за методикою проф. І.Б. Ревута шляхом їх розмивання краплями води, що падають з висоти 50 мм. Критерієм водоміцності агрегатів є кількість (Q, мл) води, яку витрачено на їх розмивання. При цьому чим більші витрати води на розмивання вугільних конгломератів, тим вища склеювальна здатність розчинів, з яких одержано агрегати. Результати досліджень показали, що для розмиву вугільних конгломератів, що утворені водяними розчинами ВЛР, концентрацій 1-2 мас.% необхідно, в середньому, 58-70 мл води. При цьому чиста вода не сприяє утворенню вугільних конгломератів

Механізм фізико-хімічної взаємодії гумінових кислот і пилоподібних частинок вугілля базується на їхніх складових. При цьому наявність гідроксильних і карбоксильних груп у гумінових кислотах зумовлює їхню здатність взаємодіяти з гідроксильною групою на поверхні пилоподібних частинок вугілля. Спираючись на положення колоїдної хімії кремнезему та силікатів, можна стверджувати, що фізико-хімічна взаємодія між карбоксильною групою гумінової кислоти і групою SiOH може відбуватися за схемою:



Одержані результати свідчать про здатність ВЛР утворювати адгезійний зв'язок з твердими частинками порід і, як наслідок, ефективно зв'язувати пил, що стало базою для розробки способу боротьби з пилом при вуглепідготовці. В результаті вирішена третя поставлена в роботі задача з встановлення механізму пилосв'язуючої дії розроблених речовин в даному випадку - вуглелужного реагенту.

На поверхні пилоподібних частинок також може відбуватися сорбція неіоногенних органічних сполук ВЛР під час утворення ними міцелл у водних розчинах. Міцели органічних сполук, прагнучи виділитися з водного середовища, можуть закріплюватися полярними групами на поверхні пилоподібних частинок [2], що попереджає їх викиду в атмосферу.

При подальшому розвитку процесу гумінові кислоти обволікають пилоподібні частки, утворюючи покриття подібне «шубі».

Можливі й інші механізми взаємодії гумінових кислот з пилоподібними частинками порід. Наприклад, взаємодія гумінових кислот з іонами багатовалентних металів, присутніх в частинках вугільного пилу.

Якщо дана кислота буде реагувати з іонами багатовалентних металів, тобто буде відбуватися реакція поліконденсації, то це призведе до коагуляції пилоподібних частинок.

Під час нагрівання і висушування або при заморожуванні гумінові і ульмінові кислоти денатуруються без зміни молекулярної структури і переходять в малорозчинний стан. Дані результати остаточно підтверджують встановлення вищезазначеного механізму пилосв'язуючої дії вуглелужного реагенту.

Проведено експериментальні дослідження пиловиділення з поверхні дрібнодисперсного вугілля, відповідно, необробленого розчинами, зволоженого во-

дою та водяними розчинами ВЛР, концентрацій 1-2 мас.%, яке потім було висушене до повітряно-сухого стану. Критерієм ефективності пилоподавлення була величина питомого пиловиділення з поверхні вугілля. Чим нижче питома пиловиділення тим вища пилов'язуюча дія розчину. Дослідження проводилися методом повітряної ерозії шляхом продування вугілля повітряними потоками зі швидкістю 5 м/с, що є середньорічною швидкістю вітру в м. Кривому Розі, згідно кліматичного атласу. Результати досліджень показали, що питома пиловиділення з поверхні дрібнодисперсного вугілля, необробленого розчинами, становить 85 мг/с*м^2 , зволоженого водою та висушеного – 78 мг/с*м^2 , зволоженого окремо водяним розчином ВЛР концентрацій 1мас.% та 2 мас.% і висушеного, відповідно, 11 мг/с*м^2 та 7 мг/с*м^2 .

Викладені результати теоретичних і експериментальних досліджень свідчать, що вуглелужний реагент, володіє пилов'язуючими властивостями.

Отже, використання водяного розчину ВЛР для обробки вугілля при підготовці вугільної шихти дозволить знизити пиловиділення, при процесах вуглепідготовки.

Висновок. Одним з основних джерел технологічних викидів в повітря робочих зон і атмосферне повітря при коксохімічному виробництві є система цеху вуглепідготовки.

В даній роботі вперше розглянуто використання для пилоподавлення при технологічних процесах вуглепідготовки водяний розчин вуглелужного реагенту.

Проаналізовано основні властивості розчинів, якими необхідно зволожувати вугілля. Результати аналітичних досліджень показали, що розчини, які необхідно застосовувати для пилоподавлення повинні володіти змочувальними, коагулюючими і клеючими властивостями.

Визначено, що в повній мірі цими властивостями володіє вуглелужний реагент, який є відходом переробки бурого вугілля і в достатній кількості є на Україні. До складу ВЛР входять гумінові кислоти, які утворюються в природі з рослинних залишків, або в результаті окиснення вугілля та інших залишків органічного походження.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що встановлено механізм фізико-хімічної взаємодії гумінових кислот і пилоподібних частинок вугілля, який базується на взаємодії їхніх складових. При цьому наявність гідроксильних і карбоксильних груп у гумінових кислотах зумовлює їхню здатність взаємодіяти з гідроксильною групою на поверхні пилоподібних частинок вугілля.

Визначено й інші механізми взаємодії гумінових кислот з пилоподібними частинками вугілля. Наприклад, взаємодія гумінових кислот з іонами багатовагентних металів, присутніх в частинках вугільного пилу.

Практичне значення результатів полягає у встановленні того, що введення до складу вугілля водяного розчину ВЛР, концентрацій 1-2 мас. % дозволить зв'язати пил, що виділяється в процесі вуглепідготовки при підготовці шихти, та досягти зниження концентрації пилу в повітрі робочих зон цехів вуглепідготовки до гранично допустимої концентрації.

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