

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ПРИ ВІДКРИТІЙ РОЗРОБЦІ РОДОВИЩ

Ю.В.Бучавий, Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», Україна

Виконано класифікацію джерел забруднення атмосферного повітря на гірничодобувних підприємствах. Проведено аналіз діючих методик, математичних моделей та сучасних програмних засобів з визначення параметрів забруднення атмосферного повітря від основних технологічних процесів гірничого виробництва. Виявлено технологічні процеси до яких і досі не розроблено нормативних методик із визначення кількісних характеристик виділення забруднювачів.

Вступ. Сьогодні однією із актуальних задач охорони навколишнього середовища та гігієни населених міст є визначення кількісних характеристик виділення забруднювачів до атмосферного повітря від технологічних процесів виробництва а також моделювання процесів подальшого розповсюдження цих забруднювачів в повітряному середовищі.

Відкрита розробка родовищ корисних копалин пов'язана із переміщенням значних обсягів гірничої маси що має безпосередній вплив на забруднення атмосферного повітря пилом та шкідливими газами. До основних етапів гірничого виробництва відносять такі види роботи: бурові, вибухові, виїмково-навантажувальні, а також процеси транспортування, складування і відвалоутворення. Причому кожен з цих етапів має свій характер вплив на забруднення атмосферного повітря робочих зон та територій прилеглих до підприємства [1].

Для нормування якості повітря від цих процесів розробляються відповідні методики [2–6] та моделі забруднення атмосфери [7–8]. Однак для деяких технологічних процесів досі не розроблено нормативних методик із визначення кількісних характеристик виділення забруднювачів.

Метою роботи було виявлення технологічних процесів до яких не розроблено нормативних методик із визначення кількісних характеристик виділення забруднювачів. Для цього було проведено аналіз діючих методик, математичних моделей та сучасних програмних засобів з визначення параметрів забруднення атмосферного повітря від основних технологічних процесів відкритого гірничого виробництва

Об'єкти та методи досліджень. Об'єктами дослідження були технологічні процеси відкритої розробки родовищ що є джерелами викидів до атмосферного повітря, а саме: бурові станки, екскаватори, дробильні комплекси, вибухові роботи тощо.

Результати і обговорення.

Бурові роботи. На гірничодобувних підприємствах Дніпропетровської області буріння свердловин виконується переважно станками шарошечного типу. При цьому процесі основним забруднювачем атмосферного повітря є пил різних за розміром частинок фракцій. У зв'язку з нерегулярністю проведення бурових робіт та вільному надходженню пилу у повітря бурові станки слід розглядати як нестационарними і неорганізовані приземні джерела забруднення атмосфери. Зазвичай для джерел з такими характеристиками складно визначити показники валових викидів пилу. За результатами робіт [9] разові й річні величини виділення пилу для станків шарошечного буріння складають біля 0,014 г/с та відповідно 233 кг/рік.

Згідно з методикою, що застосовується для визначення кількісних характеристик виділення забруднюючих речовин [3] на інтенсивність пилоутворення впливають наступні показники: діаметр свердловини, марка станка, міцність породи, вологість породи, швидкість буріння, характеристика пиловловлювання.

Вибухові роботи. У технологічному ланцюгу видобутку залізної руди відкритим способом та її подальшої переробки до отримання залізородного концентрату і окатишів значну небезпеку для навколишнього середовища і, в першу чергу атмосфери, представляють залпові га-

зопилові викиди після масових вибухів у кар'єрах. Маса заряду вибухової речовини (ВР) при масових вибухах перевищує 100 т і зазвичай становить 500-800 т.

Величина залпового викиду після масового вибуху багаторазово перевершує середні викиди від інших джерел. Однак що утворюється при цьому газопилова хмара розсіюється в атмосфері протягом 10 – 15 хв. Причому масові вибухи проводяться зазвичай один-два рази на місяць, тобто відносно рідко, що певною мірою нівелює їх небезпеку, порівняно з постійно діючими джерелами. Екологічна небезпека масових вибухів укладена у високій інтенсивності залпу, при якому концентрація газів і пилу в повітрі в сотні разів перевищує ГДК цих речовин. При цьому основна маса пилу осідає на відстані, приблизно до 1,5 км від епіцентру вибуху, тобто осідає як в межах санітарно-захисної зони (СЗЗ) кар'єра, так і частково за її межами. Певна ж частина пилу, особливо при несприятливих умовах, наприклад високій швидкості вітру, може виноситися на відстань до 10 км [2], представляючи небезпеку для здоров'я населення близько розташованих житлових масивів.

Необхідно також відзначити, що за прийнятими в галузі методиками розраховують загальну масу викидається в атмосферу пилу з розмірами частинок менше 50 мкм, здатних витати в повітрі досить тривалий час. При цьому за межі СЗЗ, як правило, виноситися лише тонкодисперсна (респірабельна) пил з розмірами частинок менше 10 мкм, яка здатна проникати в дихальні шляхи. Тому важливо розраховувати додатково саме масу цього пилу. Причому найбільшу небезпеку для здоров'я людини представляють порошинки розміром близько 2-2,5 мкм і менше, які при проникненні в альвеоли легенів, затримуючись там.

Для оцінки забруднення атмосфери залповими викидами розроблено ряд математичних моделей. Серед них є як прості, - двомірні експрес-моделі розсіяння домішок з гаусовим розподілом їх концентрацій, так і складні тривимірні моделі переносу-дифузії дисперсної фази в приземному шарі, що враховують неоднорідність підстилає. Найбільш повні і досконалі моделі вимагають наявності додаткової інформації, яку найчастіше неможливо зібрати або отримати експериментально.

Крім того, перенесення і розсіювання твердих частинок в повітрі, на відміну від газоподібних забруднювачів, залежить від дії сили тяжіння. Воно в тому, що осьова лінія викиду в міру перенесення забруднювача по вітру відхиляється вниз, у порівнянні з горизонтальною віссю шлейфу газоподібної емісії, якщо звичайно не враховувати температурну стратифікацію атмосфери. Тому важливу роль у перенесенні частинок грає висота джерела або ефективна висота викиду.

Вибір конкретної моделі обумовлюється вимогами до моделювання, характером оцінок забруднення, специфіки поширення домішок в різних метеорологічних умовах, в основному від швидкості вітру і стратифікації атмосфери. При залповому викиді важливо враховувати динамічні показники викиду, що впливають на висоту пилогазової хмари і масу частинок в неї.

Результати аналізу методик та моделей забруднення атмосферного повітря приведені в таблиці 1.

Аналіз методик, моделей та програмних комплексів із визначення показників забруднення атмосферного повітря від технологічних процесів гірничого виробництва

Технологічний процес або об'єкт гірничого виробництва (приклади джерел забруднення та їх характеристики)	Шкідливі речовини, що утворюються від технологічного процесу (джерела забруднення)	Вхідні дані та параметри за якими визначається кількість показники виділення шкідливих речовин до атмосфери	Методика, що застосовується для визначення кількісних характеристик виділення шкідливих речовин	Методика або математична модель за якою доцільно визначати параметри забруднення атмосфери (примітка)	Програмне забезпечення для моделювання процесів забруднення атмосфери (примітка)
Бурові роботи (Точкові неорганізовані квазістационарні джерела забруднення)	Зважені речовини (залежно від складу породи)	Діаметр свердловини, марка станка, міцність породи, вологість породи, швидкість буріння, характеристика пиловловлювання	«Методика розрахунку шкідливих викидів для комплексу обладнання відкритих гірських робіт», Люберці, 1999	«Методика визначення інтенсивності пиловидалення різних джерел безперервної дії в кар'єрах», Москва, 1964	–
Вибухові роботи (точкові, лінійні або площинні неорганізовані нестационарні джерела забруднення)	Зважені речовини (залежно від складу породи), двоокис азоту, двоокис азоту окис вуглецю.	Характеристика вибухової речовини, міцність породи, вологість породи, кількість вибухової речовини, об'єм гірської маси що підлягає руйнуванню	«Методика розрахунку шкідливих викидів для комплексу обладнання відкритих гірських робіт», Люберці, 1999. Методика расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при взрывных работах на карьерах, Санкт-Петербург, 2004 (не нормована)	Тривимірна нестационарна математична модель за рівнянням турбулентної дифузії [9] з урахуванням фракційного розподілу часток пилу.	–

Технологічний процес або об'єкт гірничого виробництва (приклади джерел забруднення та їх характеристики)	Шкідливі речовини, що утворюються від технологічного процесу (джерела забруднення)	Вхідні дані та параметри за якими визначається кількісні показники виділення шкідливих речовин до атмосфери	Методика, що застосовується для визначення кількісних характеристик виділення шкідливих речовин	Методика або математична модель за якою доцільно визначати параметри забруднення атмосфери (примітка)	Програмне забезпечення для моделювання процесів забруднення атмосфери (примітка)
Завантаження гірської маси до транспортних засобів (Точкові неорганізовані вантажі квазістаціонарні джерела забруднення)	Зважені речовини (залежно від складу породи)	Склад, вологість та міцність породи, марка техніки, ємність ковша	«Методика розрахунку шкідливих викидів для комплексу обладнання відкритих гірських робіт», Люберці, 1999.	«Методика розрахунку концентрації пилу при перевантаженні гірської маси в дільницях робочих зон кар'єрів», Кривий Ріг, 2009 (не нормована)	–
Транспортування гірської маси автотранспортом (лінійні організовані стаціонарні джерела забруднення)	Зважені речовини (залежно від складу породи)	Марка та технічний стан автотранспорту, матеріал дороги, швидкість руху автотранспорту, швидкість обдування, вологість та площа поверхні гірської маси що транспортується.	«Методика розрахунку шкідливих викидів для комплексу обладнання відкритих гірських робіт», Люберці, 1999.	<i>Calpuf, Caltrans (California Department of Transportation), 1990</i>	Breeze Roads, Breeze Calpuf (EPA, Breeze, USA)
Транспортування гірської маси конвеєром (лінійні організовані стаціонарні джерела забруднення)	Зважені речовини (залежно від складу породи)	вологість та швидкість обдування гірської маси що транспортується, ширина та довжина стрічки конвеєра	«Методика розрахунку шкідливих викидів для комплексу обладнання відкритих гірських робіт», Люберці, 1999.	«Методика розрахунку концентрації пилу при перевантаженні гірської маси в дільницях робочих зон кар'єрів», Кривий Ріг, 2009	–
Розгужка та перевантаження гірської	Зважені речовини	Характеристика агрегату, об'єм, склад і во-	«Методика розрахунку шкідливих викидів для	«Методика розрахунку концентрації пилу	–

Технологічний процес або об'єкт гірничого виробництва (приклади джерел забруднення та їх характеристики)	Шкідливі речовини, що утворюються від технологічного процесу (джерела забруднення)	Вхідні дані та параметри за якими визначається кількісні показники виділення шкідливих речовин до атмосфери	Методика, що застосовується для визначення кількісних характеристик виділення шкідливих речовин	Методика або математична модель за якою доцільно визначати параметри забруднення атмосфери (примітка)	Програмне забезпечення для моделювання процесів забруднення атмосфери (примітка)
маси (точкові неорганізовані квазістаціонарні джерела забруднення)	(залежно від складу породи)	логість гірничої маси, показники пиловловлення	комплексу обладнання відкритих гірських робіт», Люберці, 1999.	при перевантаженні гірської маси в дільницях робочих зон кар'єрів», Кривий Ріг, 2009 (не нормована)	
Формування відвалів та переміщення гірської маси за допомогою бульдозера або навантажувача (точкові неорганізовані квазістаціонарні)	Зважені речовини (залежно від складу породи), окис вуглецю, окис азоту, керосин, сажа	Міцність та вологість гірської маси, марка та характеристики техніки, об'єм призма утягнення гірської маси	«Методика розрахунку шкідливих викидів для комплексу обладнання відкритих гірських робіт», Люберці, 1999.	–	–
Відвалотворювання (точкові, неорганізовані квазістаціонарні джерела забруднення)	Зважені речовини (залежно від складу породи)	Марка та характеристика техніки, міцність і вологість гірської маси, об'єм переміщеної маси	«Методика розрахунку шкідливих викидів для комплексу обладнання відкритих гірських робіт», Люберці, 1999.	«Методика розрахунку концентрації пилу при перевантаженні гірської маси в дільницях робочих зон кар'єрів»	–
Пилоутворення від породних відвалів (площинні організовані квазістаціонарні джерела забруднення)	Зважені речовини (залежно від складу породи)	Висота й площа відвалу, термін після експлуатації відвалу, швидкість вітру	«Методика розрахунку шкідливих викидів для комплексу обладнання відкритих гірських робіт», Люберці, 1999.	«Методика визначення дальності розповсюдження пилу з відвалів», Кривий Ріг, 1984	–
Пилоутворення від	Зважені речовини	Площа сухих пляжів,	–	–	–

<p>Технологічний процес або об'єкт гірничого виробництва (приклади джерел забруднення та їх характеристики)</p> <p>сухих пляжів шла-моховищ (точкові або площинні організовані квазістаціонарні джерела)</p> <p>Стационарні організовані джерела забруднень атмосфери: точкові (дробарки, збагачувальні фабрики, бойлерні), лінійні (конвеєри, треки)</p>	<p>Шкідливі речовини, що утворюються від технологічного процесу (джерела забруднення)</p> <p>ни (залежно від складу породи)</p> <p>Зважені речовини (залежно від складу матеріалу), CO, SO₂, NO_x та інші</p>	<p>Вхідні дані та параметри за якими визначається кількісні показники виділення шкідливих речовин до атмосфери</p> <p>вологість та дисперсний склад суміші, швидкість вітру</p> <p>Залежно від процесу виробництва</p>	<p>Методика, що застосовується для визначення кількісних характеристик виділення шкідливих речовин</p> <p>Згідно з типом підприємства та технічного обладнання</p>	<p>Методика або математична модель за якою доцільно визначати параметри забруднення атмосфери</p> <p>Методика расчета концентрации в атмосфере воздуха вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий: ОНД-86</p> <p>Industrial Source Complex (ISC), ADMS-3</p>	<p>Програмне забезпечення для моделювання процесів забруднення атмосфери (примітка)</p> <p>УПРЗА «Еколог» 3 («Интеграл» Россия), EOL2000 (ВД «Софт-фонд, Україна)</p> <p>Breeze Aermod(EPA, Breeze, USA)</p>
--	---	---	---	---	---

Висновки. Як бачимо з таблиці 1 для деяких технологічних процесів існують лише методики визначення кількісних характеристик виділення шкідливих речовин у повітряне середовище, або застосовуються ненормативні методики перенесення забруднювачів в атмосферу. Досі не існує нормативних методик та моделей забруднення атмосфери від таких процесів як:

- Розвантажувальні роботи в забоях кар'єра із використанням екскаваторів;
- Переміщення гірської маси при роботі навантажувачів та бульдозерів;
- Відвалоутворення за допомогою драглайнів;
- Запилювання сухих пляжів шламосховищ.

Слід зазначити, що такі процеси також призводять до значного забруднення атмосфери, отже потребують розробки відповідних методик, впровадження яких є необхідним для контролю якості повітряного басейну.

Перелік посилань

1. Методические указания по расчету неорганизованных выбросов пыли и вредных газов в атмосферу при взрывных работах на карьерах, 1987
2. Методика расчета вредных выбросов и оценки экологического ущерба при эксплуатации различных видов карьерного транспорта М. 1994
3. Методические указания по расчету неорганизованных выбросов пыли и вредных газов в атмосферу при взрывных работах на карьерах горнохимических предприятий. Люберцы, 1987
4. Отраслевая методика расчета количества отходящих, уловленных и выбрасываемых в атмосферу вредных веществ предприятиями по добыче угля. Пермь, 2003
5. Методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от неорганизованных источников для предприятий НПО "Якуталмаз". Мирный, 1993
6. Методика расчета вредных выбросов (сбросов) для комплекса оборудования открытых горных работ (на основе удельных показателей). Люберцы, 1999
7. Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ при взрывании порэмита на карьерах комбината «Ураласбест». Асбест, 1997
8. Методика расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при взрывных работах на карьерах ОАО «Михайловский ГОК». Санкт-Петербург, 2004
9. Разработка методики определения концентрации пыли на участках рабочих зон карьеров при перезагрузке горной массы [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.26.01 / Серебrenиков Эдуард Вадимович ; Криворож. техн. ун-т. - Кривой Рог, 2010. - 225 л. : рис., табл. - Библиогр.: арк. 155-165

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ, ПАСПОРТИЗАЦИИ И ОЦЕНКИ ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ УГЛЕДОБЫЧИ В УКРАИНЕ

*Е.А. Борисовская, В.В. Федотов, А.В. Павличенко
Государственный ВНЗ «Национальный горный университет», Украина*

Проведен анализ существующей системы инвентаризации и паспортизации промышленных отходов. Отмечены основные нормативно-правовые и методологические сложности в сфере государственного учета, оценки экологической опасности отходов угледобывающих предприятия и пути их решения. Обоснована необходимость пересмотра методологической базы определения класса опасности отходов угледобычи для здоровья человека и окружаю-