

П.С. КІРІЧЕНКО, канд.техн.наук, доц.

Криворізький національний університет

М.М. БІЛЯЄВ, д-р техн. наук, проф.

Український державний університет науки і технологій, ННІ «ДІТ»

CFD МОДЕЛЮВАННЯ ПИЛОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ

Функціонування гірничопромислового комплексу в Криворізькому районі пов'язано з інтенсивним пильовим забрудненням навколишнього середовища, та, в першу чергу, повітря. Дуже інтенсивне забруднення має місце при вибухах в кар'єрах та виносу пилу від хвостосховищ. Пилове забруднення від вибуху в кар'єрі носить раптовий та потужний характер. Пилова хмара поширюється в атмосфері та має місце значне забруднення атмосферного повітря та підстильної поверхні як в робочих зонах так і в селітебних зонах. Винос пилу з хвостосховищ - це довгострокове, теж інтенсивне забруднення повітря та підстильної поверхні. Слід підкреслити, що для оцінювання впливу виносу пилу від хвостосховищ та при вибуху в кар'єрі використовуються спрощені математичні моделі, емпіричні або аналітичні. Для отримання більш науково-обгрунтованої інформації слід використовувати CFD моделі, що дають можливість врахувати основні фізичні фактори, що впливають на формування областей забруднення. Потрібно звернути увагу на те, що використання комерційних пакетів програм, що реалізують CFD моделі (наприклад, пакет програм ANSYS CFX) потребує, щоб користувач отримав ліцензію на використання пакету та в наукових дослідженнях може використовуватися лише ліцензійне програмне забезпечення. Вартість повного пакету тобто – пакету ANSYS (рішень задач гідроаеродинамики, тепломасопереноса тощо) коштує 1 млн. долларів. Крім цього, для практичної реалізації даного пакету потрібно використовувати дуже потужні комп'ютери. Це пов'язано з тим, що, наприклад, при рішенні задач гідрогазодинамики потрібно використовувати дуже великі розрахункові сітки, в першу чергу, в пограничному шарі.

У доповіді розглянуто побудову CFD моделей для прогнозування забруднення робочих зон на різних об'єктах та ділянках гірничопромислового комплексу. Розробка CFD моделей здійснена для різних ділянок та промислових майданчиків видобування та переробки залізної руди в Криворізькому районі. Розглянуті питання CFD моделювання поширення пилогазової хмари при вибухах в кар'єрах, виносу пилу від хвостосховищ та при перевантаженні гірничої маси на промислових майданчиках.

Для визначення поля швидкості повітряного потоку використовуються дві фундаментальні моделі аеродинаміки - модель потенціального руху та рівняння Ейлера. Для чисельного рішення моделюючих рівнянь використовуються кінцево-різницеві схеми та метод розщеплення. На основі розроблених математичних моделей розроблено комплекс комп'ютерних програм. Комплекс комп'ютерних програм побудован на модульному принципі. Кожен модуль «відповідає» за рішення конкретної задачі - визначення компонент швидкості повітря, концентрації домішки в повітрі, визначення кількості домішки, що потрапляє на підстильну поверхню.

Процес розповсюдження домішки (пил, хімічні речовини) в повітрі моделюється рівнянням масопереносу. Дане рівняння враховує перенос домішки за рахунок швидкості повітряного потоку та атмосферної дифузії. Для визначення швидкості осадження домішки в повітрі використовується формула Стокса. Для чисельного інтегрування 2D та 3D моделюючих рівнянь аеродинаміки та масопереносу використовуються явні різницеві схеми.

Розроблені CFD моделі відносяться до класу «operational models», тобто, орієнтовані на проведення серійних розрахунків на етапі «фор - ескіз». Особливістю розроблених CFD моделей є оперативність розрахунків – час на проведення обчислювального експерименту дорівнює 5-10 сек.

Слід підкреслити, що розроблені CFD моделі можуть бути використані для оцінювання параметрів мікроклімату всередині робочих приміщень при емісії пильових або хімічних домішок.

Наведені результати обчислювальних експериментів на базі побудованих CFD моделей. При проведенні обчислювальних експериментів визначалося поле концентрації пилу в різних робочих зонах