

СЕКЦІЯ 7. ТОЧНІ ТА ПРИРОДНИЧІ НАУКИ

SECTION 7. EXACT AND NATURAL SCIENCES

Берлов О. В.,

канд. техн. наук, доцент,

доцент кафедри охорони праці,

цивільної та техногенної безпеки,

Український державний університет

науки і технологій, ННІ ПДАБА, м. Дніпро

Біляєва О. М.,

факультет прикладної математики,

Дніпровський національний університет

імені Олеся Гончара, м. Дніпро

УДК 519.6:504.3.054

DOI: <https://doi.org/10.64076/ihrc250910.03>



АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ МЕТОДОМ CFD МОДЕЛЮВАННЯ

Емісія хімічно небезпечних, радіоактивних речовин на промислових об'єктах створює загрозу забруднення повітря в робочих зонах не тільки на промислових майданчиках але і на значній відстані від джерала емісії. Таким чином в область небезпечного забруднення атмосферного повітря потрапляють селітебні зони.

В доповіді розглядається розробка CFD моделей для оперативного прогнозування забруднення повітря при емісії небезпечних речовин на промислових підприємствах. Розглядаються сценарії неорганізованих викидів (аварії на підприємстві) та організованих викидів з низьких джерел на промисловому майданчику. Відомо, що наслідком неорганізованих викидів токсичних речовин є забруднення повітря в робочих зонах на промислових майданчиках, забруднення атмосферного повітря в селітебних зонах, забруднення підстильної поверхні. При організованих викидах на промислових майданчиках можуть утворюватися також області з підвищеною концентрацією небезпечних речовин. Дуже часто такі ситуації виникають на підприємствах коли є організовані викиди з низьких джерел (викид на даху промислових будівель) та при несприятливих метеоумовах – штиль, інверсія.

Для прогнозування наслідків забруднення навколишнього середовища при екстремальних ситуаціях широко використовується модель Гауса, аналітичні та емпіричні моделі [3, 4]. Але відомо, що ці моделі мають суттєві обмеження: ці моделі не можуть бути використані для аналізу формування областей забруднення

повітря в робочих зонах в умовах забудови та наявності обладнання в приміщеннях. Використання CFD моделей, наприклад, реалізованих в комерційному пакеті ANSYS, потребує потужних комп'ютерів, значного часу на проведення розрахунків.

Для практики важливо мати спеціалізовані математичні моделі, що дозволяють проводити десятки розрахунків протягом робочого дня. Також важливо, щоб ці математичні моделі враховували найбільш важливі фізичні фактори процесу, що впливають на формування областей забруднення.

В роботі розглядаються задачі CFD моделювання забруднення атмосферного повітря хімічними речовинами, пилом або радіоактивними речовинами у різних метеорологічних умовах, включаючи конвекцію, штиль та інверсію.

В доповіді представлені розроблені CFD моделі [1, 2], спрямовані на оцінку інтенсивності забруднення повітря робочих зон на промислових майданчиках, території АЕС, хімічно небезпечних підприємствах.

Для математичного моделювання конвективно-дифузійного руху газоподібних і пилових домішок використовуються рівняння масопереносу. Це рівняння враховує: гравітаційне осадження домішки, геометричну форму джерела забруднення, профіль та напрям вітрового потоку, атмосферну стратифікацію, місце емісії, інтенсивність емісії домішки. Розташування джерела викиду забруднюючих речовин моделюється із застосуванням дельта-функції Дірака. За допомогою цієї функції є можливість задавати як точкові джерела емісії, так і площадні.

Поле швидкості повітряного потоку на промисловому майданчику розраховується на базі моделі потенціального руху. Для моделювання стану штилю та інверсії використовується модель М. Берлянда для розрахунку вертикального коефіцієнту атмосферної дифузії. Чисельне інтегрування рівняння конвективно-дифузійного переносу домішки здійснюється за допомогою кінцево-різницевого схем розщеплення. Розроблені чисельні моделі використовувалися для розрахунків областей хімічного та пилового забруднення на промислових майданчиках та всередині приміщень на Придніпровській ТЕС за умов штилю, інверсії та конвекції, а також при емісії радіоактивних речовин на території ЗАЕС.

Висновки: 1. Запропановані 2D та 3D CFD моделі, оперативного аналізу динамік формування областей забруднення атмосфери, підстильної поверхні при емісії хімічно небезпечних та радіоактивних речовин при аварійних викидах на підприємствах, ТЕС, АЕС.

2. Запропановані CFD моделі можуть бути використані, як для визначення інтенсивності та розмірів областей забруднення, так і для аналізу ефективності використання бар'єрів для зменшення рівня забруднення робочих зон на підприємствах. Розрахунок здійснюється в реальному часі.

Список використаних джерел

1. Біляєв М. М., Берлов О. В., Кіріченко П. С. Математичне моделювання в задачах промислової безпеки та охорони праці : монографія. Кривий Ріг: Вид. Р.А. Козлов, 2017. 130 с.
2. Біляєв М. М., Біляєва В. В., Берлов О. В., Козачина В. А. CFD моделювання в аналізі ефективності систем захисту довкілля та працівників на робочих місцях : монографія. Дніпро : Журфонд, 2022. 268 с.
3. Anthony Michael Barret. Mathematical Modeling and Decision Analysis for Terrorism Defense: Assessing Chlorine Truck Attack Consequence and Countermeasure Cost Effectiveness : Dissertation. Pittsburg, 2009. 123 p.
4. Ilic P., Ilic S., Stojanovic Bjelic L. Hazard modelling of accidental release chlorine gas using modern tool – ALOHA Software, Quality of Life, 9, 2018. PP. 38–45.

Біляєв М. М.,

д-р техн. наук, професор,

завідувач кафедри гідравліки,

водопостачання та фізики,

Український державний університет науки

і технологій, ННІ «Дніпровський інститут

інфраструктури і транспорту», м. Дніпро

Семененко П. В.,

канд. техн. наук,

старший науковий співробітник,

Державне підприємство «Конструкторське

бюро «Південне» імені М. К. Янгеля», м. Дніпро

УДК 656.2.013:[504.6:519.87]

DOI: <https://doi.org/10.64076/ihrc250910.04>



КОМПЛЕКС ПРОГРАМ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ТЕПЛОМАСОПЕРЕНОСУ

Розроблено комплекс прикладних програм для проведення практичних занять з механіки рідини, газу та плазми. Комплекс програм орієнтований на вирішення сучасних задач в області проектування ракетно-космічної техніки.

Найважливішим питанням є прогнозована оцінка теплових полів навколо космічного апарату. Частину конструкції ракети-носія, яка призначена для