

З цього погляду досвід і методологію складання положень європейського законодавства можна використати під час розроблення загальної концепції та основних розділів законодавства про охорону праці в Україні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Disability, Work and Inclusion in Europe. URL: https://reform-support.ec.europa.eu/document/download/27542577-b857-40dd-a85b-67fa6712d443_en?filename=Final%20Report_Published_OECD%20website.pdf (дата звернення: 18.03.2025).
2. Міжнародний стандарт ISO 45001:2018. Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги.
3. Міжнародний стандарт ІЕС 31010:2019. Управління ризиками. Методи оцінки ризиків.

УДК 519.6:504.054:331.45

Мигур С. О.¹, група ЦБ-24м, факультет цивільної інженерії та екології

Біляєва О. М.², група ПС-24-1, факультет прикладної математики

Науковий керівник: Берлов О. В.¹, к.т.н., доц., доцент кафедри ОПЦТБ

*¹ Український державний університет науки і технологій
ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»*

² Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара, м. Дніпро

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ НА ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТАХ

Робота присвячена використанню чисельних моделей аеродинаміки та масопереносу для рішення прикладних задач, що пов'язані з оцінюванням забруднення повітря при емісії небезпечних речовин на промислових об'єктах. 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 [5, 6]. 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 чисельних 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 чисельного моделювання забруднення атмосферного повітря хімічними речовинами, пилом або радіоактивними речовинами у різних метеорологічних умовах, включаючи конвекцію, штиль та інверсію.

В доповіді представлені розроблені чисельні моделі [1, 2, 4], 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.

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-різницевої 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. Розроблений комплекс 2D і 3D чисельних моделей, що дозволяє в режимі реального часу визначати динаміку формування областей забруднення атмосфери, підстильної поверхні при емісії небезпечних речовин на підприємствах, ТЕС, АЕС. Для реалізації розроблених чисельних моделей потребується стандартна метеорологічна інформація.

2. Побудовані чисельні 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.

ЛІТЕРАТУРА

1. Біляєв М. М., Берлов О. В., Кіріченко П. С. Математичне моделювання в задачах промислової безпеки та охорони праці. 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. Дніпро : Журфонд, 2022. – 268 с.
3. Згуровский М. З., Скопецкий В. В., Хрущ В. К., Беляев Н. Н. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде. Київ: Наукова думка, 1997. – 368 с.
4. Пшинько А. Н., Беляев Н. Н., Машихина П. Б. Моделирование загрязнения атмосферы при техногенных авариях. Днепропетровск : Нова ідеологія, 2011. – 166 с.
5. Anthony Michael Barret. “Mathematical Modeling and Decision Analysis for Terrorism Defense: Assessing Chlorine Truck Attack Consequence and Countermeasure Cost Effectivness. Dissertation” (*Pittsburg, Pennsylvania, USA*), 2009. – 123р.
6. 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.