

DOI: 10.34185/1991-7848.itmm.2023.01.030

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗАХИСНИХ ЕКРАНІВ НА ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ

Біляева В.В.¹, Берлов О. В.², Козачина В.А.³, Якубовська З.М.⁴

¹Дніпровський національний університет імені О. Гончара, Україна

²Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Україна

³Український державний університет науки і технологій, Україна

⁴Український державний хіміко-технологічний університет, Україна

Для захисту робочих зон від забруднення біля автотрас використовують рослинність та захисні екрани. Ці перешкоди дозволяють змінити напрям руху повітряного потоку та завдяки цьому змінити напрям руху домішки в повітрі. Встановлення екранів не потребує значного часу та спеціальної техніки, тобто, такий метод захисту повітря від забруднення можна реалізувати дуже швидко. Для практики важливо вміти визначити ефективність екранів для конкретних умов їх експлуатації (інтенсивність руху, метеоумови тощо). Для рішення цієї задачі використовуються експериментальні методи дослідження, але постановка експерименту на об'єкті або в лабораторних умовах потребує значного часу для отримання потрібного результату. Інженерам важливо мати теоретичні методи визначення ефективності захисних екранів, тому що такі методи дозволяють швидко отримати відповідь на комплекс питань, що визначають ефективність захисної функції екранів.

На першому етапі досліджень були розроблені чисельні моделі для аналізу формування зон хімічного та пилового забруднення при використанні захисних екранів біля автотраси. Для розрахунку концентраційних полів домішки використовується рівняння конвективно-дифузійного переносу домішки [1-4]. Це рівняння враховує атмосферну дифузію, швидкість вітру, інтенсивність емісії хімічно небезпечної речовини, місце розташування джерела емісії, форму захисного екрану. Для рішення задачі аеродинаміки використовуються рівняння Нав'є-Стокса та рівняння Лапласу для потенціалу швидкості. Для чисельного інтегрування моделюючих рівнянь використовуються кінцево-різницеві методи чисельного інтегрування [4-6]:

1. змінно – трикутний метод розщеплення;
2. метод Лібмана
3. кінцево-різницева схема умовної апроксимації.
4. схема А.А. Самарського.

Наведені результати обчислювальних експериментів, що отримані на базі

побудованих чисельних моделей.

На другому етапі досліджень були проведені лабораторні експерименти для визначення закономірностей формування зони забруднення повітря при використанні екранів складної геометричної форми. Для створення джерела емісії здійснювалося паління «ароматизованих паличок», що створюють дим, який можливо зафіксувати на фотокамеру. Ці палички розташовувалися в нижній частині моделі авто. Для вимірювання концентрації CO використовувався газоаналізатор GD-3301. Для створення потоку повітря використовувалася повітродувка. Швидкість повітряного потоку визначалася за допомогою приладу GM 8908. В якості критерія подібності використовувалося число Рейнольдса. Результати експериментів були використані для верифікації побудованих чисельних моделей. Отримані експериментальні дані дозволили визначити закономірності формування областей забруднення біля захисних екранів.

Література

1. Беляев Н.Н., Оладипо М.О., Кириченко П.С. Защита окружающей среды при транспортировке угля.- Кривой Рог: Изд.: Р.А. Козлов, 2018.-92с.
2. Берлянд М. Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы / М. Е. Берлянд. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1985. – 273 с.
3. Бруязцкий Е. В. Теория атмосферной диффузии радиоактивных выбросов / Е. В. Бруязцкий. – Киев : Ин-т гидромеханики НАН Украины, 2000. – 443 с.
4. Марчук Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды / Г. И. Марчук. – Москва : Наука, 1982. – 320 с.
5. Самарский А. А. Теория разностных схем / А. А. Самарский. – Москва : Наука, 1983. – 616 с.
6. Згуровский М.З., Скопецкий В.В., Хрущ В.К., Беляев Н.Н. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде, Киев: Наук. думка, 1997, 368 с.

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF THE USE OF PROTECTIVE SCREENS TO REDUCE THE LEVEL OF AIR POLLUTION

Biliaieva Viktoriia, Berlov Oleksandr, Kozachyna Vitalii, Yakubovska Zinaida

Abstract. The task of assessing the areas of chemical pollution near the highway, where protective screens of different geometric shapes are located, is considered. The purpose of the work is to develop numerical models for calculating pollution zones formed near protective screens, as well as conducting a laboratory experiment to analyze the patterns of formation of pollution zones near screens of a complex geometric shape. For mathematical modeling of the process of formation of pollution zones near the protective screen, the equation of convective-diffusion

transfer of impurities is used. This equation takes into account atmospheric diffusion, wind speed, emission intensity of a chemically hazardous substance, the location of the emission source, and the shape of the protective screen. The Navier-Stokes equation and the Laplace equation for the velocity potential are used to solve the problem of aerodynamics. Finite-difference methods are used for numerical integration of modeling equations. A package of application programs was created on the basis of the developed numerical models. Numerical models and a package of programs have been built, allowing to study the process of the formation of areas of pollution near the highway in almost real time. The results of the computational experiment are presented.

Keywords: atmospheric air pollution, protective screen, numerical simulation, laboratory experiment, vehicle emissions, working zone.

References

1. Belyaev N.N., Oladipo M.O. and Kirichenko P.S. (2018), "Environmental protection in coal transportation", Monografiya, Krivoy Rog, Ukraine.
2. Berlyand M.Ye. (1985), Prognoz i regulirovaniye zagryazneniya atmosfery [Prognosis and controlling of atmosphere pollution]. Gidrometeoizdat Publ., Leningrad, USSR.
3. Bruyatskiy Y. V. (2000), Teoriya atmosfernooy diffuzii radioaktivnykh vybrosov. [The theory of atmospheric diffusion of radioactive emissions]. Institut gidromekhaniki NAN Ukrainy, Kyiv, Ukraine.
4. Marchuk, G. I. (1982), Matematicheskoye modelirovaniye v probleme okruzhayushchey sredy [Mathematical modeling in the problem of the environment]. Nauka, Moscow, USSR.
5. Samarskiy A.A. (1983), Teoriya raznostnykh skhem [The theory of difference schemes]. Nauka Publ., Moscow, USSR.
6. Zgurovskiy M.Z., Skopetskiy V.V., Khrushch V.K. and Belyayev N.N. (1997), Chislennoye modelirovaniye rasprostraneniya zagryazneniya v okruzhayushchey srede [Numerical modelling of pollution in the environment], Naukova Dumka, Kyiv, Ukraine.