

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ КОНЦЕНТРАЦІЇ АМІАКУ В АКВАТОРІЇ ПРИ АВАРІЇ НА АМІАКОПРОВОДІ

Український державний університет науки і технологій

Анотація

Запропоновано метод математичного моделювання розподілу плями забруднення в акваторії р. Дніпро при ймовірній аварії на аміакопроводі «Тольятті–Одеса» на відрізку, де він проходить по висячому мосту.

Ключові слова: аміакопровод, аміак, аварія, виток, математичне моделювання.

Abstract

A method of mathematical modeling of the distribution of the pollution spot in the waters of the Dnieper River in the event of a probable accident on the ammonia pipeline "Togliatti-Odesa" on the section where it passes over the suspension bridge is proposed.

Keywords: ammonia pipeline, ammonia, accident, leak, mathematical modeling.

Вступ

Сьогодні у всьому світі багато уваги приділяється дослідженням у напрямку захисту навколишнього природного середовища та екології в цілому. У даній роботі розглядається метод моделювання забруднення навколишнього природного середовища при ймовірній аварії аміакопроводу, наприклад, розриву. Враховуючи наявність воєнного стану у нашій країні, ці нароби мають особливо цінне значення.

Результати дослідження

Змоделюємо раптове забруднення акваторії річки та атмосфери при аварійному викиді аміаку на ділянці аміакопроводу, там, де він проходить по висячому мосту біля села Вовніги (Дніпропетровська область, Солонянський район). Схематичне зображення ймовірної аварії буде виглядати приблизно так (рис. 1).

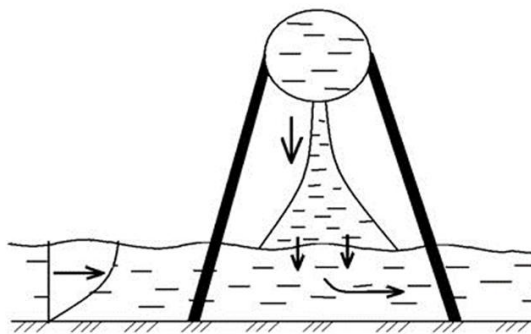


Рисунок 1 – Схема витoku аміаку

При вирішенні даної задачі необхідно врахувати взаємодію двох потоків при моделюванні забруднення акваторії річки. Перший потік це потік води в річці, другий потік це потік аміаку, що потрапляє у річку зверху. Реалізуємо це при заданні граничних умов. Використаємо рівняння Лапласу для потенціалу швидкості (1) для моделювання гідродинаміки в акваторії річки Дніпро з урахуванням взаємодії двох потоків

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} = 0 \quad (1)$$

Граничні умови для цього рівняння будуть такі:

1. $\frac{\partial P}{\partial n} = 0$ – дно річки та верхня границя розрахункової області;

2. $\frac{\partial P}{\partial n} = u(y)$ – границя, де потік входить в розрахункову область;

3. $P = const$ – границя «виходу» водного потоку.

Далі інтегруємо рівняння Лапласу. Для цього використовуємо двокрокову схему розщеплення.

Для чисельного моделювання процесу забруднення акваторії річки при потраплянні в акваторію аміаку, використаємо двовимірне рівняння масопереносу (2)

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \sigma C = \text{div}(\mu \cdot \text{grad } C) + \sum_{i=1}^N Q_i(t) \delta(x - x_i) \delta(y - y_i) \quad (2)$$

де C – концентрація аміаку; u, v – компоненти вектору швидкості потоку; $\delta(x - x_i) \delta(y - y_i)$ – дельта-функція Дірака; $\mu = (\mu_x, \mu_y)$ – коефіцієнти турбулентної дифузії; x_i, y_i – координати джерела викиду аміаку; σ – коефіцієнт, що враховує хімічний розпад домішки; Q – інтенсивність викиду аміаку; t – час.

Для чисельного інтегрування рівняння масопереносу здійснимо його розщеплення.

На основі побудованої чисельної моделі створено код на алгоритмічній мові FORTRAN. Даний комп'ютерний код побудований на модульному принципі, що дозволяє побудувати його на рішення широкого кола завдань даного класу [1, 2]. Результатом роботи даного коду є концентраційне поле аміаку в акваторії річки на конкретному часовому кроці.

Даний код був використаний для розрахунку забруднення акваторії р. Дніпро і, в першу чергу, для прогнозу глибини проникнення струменя аміаку в річку.

Висновки

Для проведення обчислювального експерименту використовувались дані, надані проектно-вишукувальним інститутом «Дніпрогіпродгосп» (карта глибин р. Дніпро, швидкість течії та ін.). Результати розрахунків мають вигляд ізоліній розподілення концентрації аміаку у відсотках від концентрації вхідного потоку для різних моментів часу. Представлені рисунки дозволяють виявити динаміку формування зони забруднення в акваторії в перші секунди після аварії на аміакопроводі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Amelina L.V. Simulation of air pollution in workplaces using code «assam-2», *Науковий вісник будівництва*. 2017. т. 88, №2. С. 262–265.
2. Амеліна Л.В., Біляєв М.М., Берлов О.В., Вегрун О.О., Русакова Т.І. Моделювання забруднення довкілля в разі емісії аміаку з пошкодженого трубопроводу. *Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту «Наука та прогрес транспорту»*. Дніпро, 2021. №1(91). С.5–14.

Амеліна Лариса Володимирівна – аспірантка, факультет Промислове та цивільне будівництво, Український державний університет науки і технологій, Дніпро, e-mail: amelina2503@gmail.com

Amelina Larysa V. – Postgraduate Student, Faculty of Industrial and Civil Engineering, Ukrainian State University of Science and Technology, Dnipro, e-mail: amelina2503@gmail.com