

ОЦІНКА РИЗИКУ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДОЮ РУХОМИМИ КОМПОНЕНТАМИ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ТА ПЕСТИЦИДІВ

О. Б. Шандиба, к.т.н.

Д. М. Шпетний, аспірант

О. В. Семерня, ст. викладач

І. В. Верещака, ст. викладач

Сумський національний аграрний університет

Проблема захисту ґрунтових та поверхневих вод від забруднення внаслідок міграції не лише стала більш актуальною за останні десятиліття інтенсивного землеробства, але взагалі може вийти з-під контролю внаслідок різкого збільшення площі забруднених територій, особливо в місцях складування відходів, неорганізованих звалищ, викидів токсичних речовин, техногенних катастроф, тощо. На особливу увагу заслуговує система екологічного моніторингу, прогнозування та зниження ризику забруднення відкритих водою рухомими компонентами мінеральних добрив та пестицидів.

Ключові слова: міграція, мінеральні добрива, пестициди, рухомі компоненти, градієнт рельєфу, інфільтрація, забруднення.

Постановка проблеми. Гідродинамічна концепція транспорту забруднень в ґрунтово-водних системах передбачає розв'язок диференціальних рівнянь масопереносу, що в тій чи іншій мірі враховують найбільш суттєві фактори природних процесів [1,2]. Слід зауважити, що одні з перших теоретично обґрунтованих результатів моделювання міграції рухомих хімічних компонентів в ґрунтах були отримані М.М.Верігіним та А.Е.Орадовською ще в середині минулого століття [3,4]. Подальше ускладнення математичного апарату і розширення сфери застосування запропонованих моделей пов'язане з проблемою визначення крайових умов і адекватності рішень при багаторазовому несистематичному зволоженні інфільтраційного шару ґрунту та міграцією рухомих забруднень в напрямку депресивних ділянок рельєфу [4-7].

Аналіз останніх досліджень. Розглядається процес гідродинамічного вимивання рухомих компонентів хімічних речовин внаслідок інфільтрації атмосферних опадів в ґрунт, насичення та просування ґрунтового розчину по градієнту рельєфу. Враховуючи несистематичність та нерівномірність зволоження, необхідно визначити інтегральні характеристики міграції та оцінити частку забруднень, що пройдуть через контрольну межу за визначений час і можуть потрапити у відкриті водойми.

Виклад основного матеріалу. Модель з застійними зонами. В попередніх роботах [5,7] була запропонована модель концентраційного фону ґрунтово-водної системи з застійними зонами:

$$C = C_0 + \frac{C_N - C_0}{B\varepsilon} [1 - \exp(-Bkt)] \exp\left(-\frac{k}{\varepsilon_1} \tau\right) \quad (1)$$

де C - осереднена концентрація забруднення в ґрунтовому розчині інфільтраційного шару;

C_0, C_N - початкові концентрації забруднення відповідно в інфільтраційному потоці та застійних зонах ґрунту;

$$B = \frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon} - \text{структурний параметр ґрунту;}$$

$\varepsilon, \varepsilon_1$ - відносні об'єми проточних і застійних зон;

k - об'ємний коефіцієнт масовіддачі;

t - інтегральний час просування (руху) концентраційного фронту забруднення від вододілу до контрольної точки;

τ - інтегральний час випадання опадів за контрольний період.

Припущення деякого фіксованого середнього співвідношення об'ємів застійних та проточних зон значно спростило аналітичне рішення для концентраційного фону, зберігаючи при цьому відповідну чутливість моделі до особливостей структури ґрунту та динаміки його зволоження. Інтегральний показник інтенсивності опадів враховується кількістю порових об'ємів ґрунту ρV , пройдених інфільтраційним потоком (рис. 1) за весь час випадання опадів.

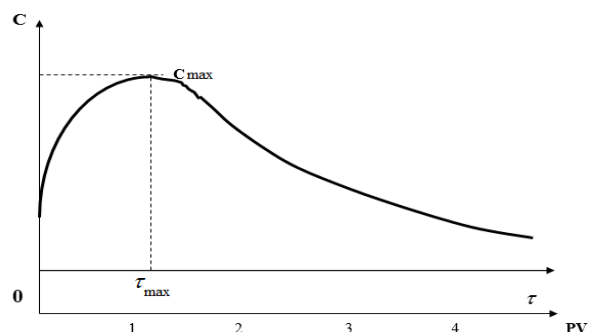


Рис. 1 Вміст рухомих компонентів в ґрунтовому розчині на нижній межі контрольної ділянки після застосування мінеральних добрив.

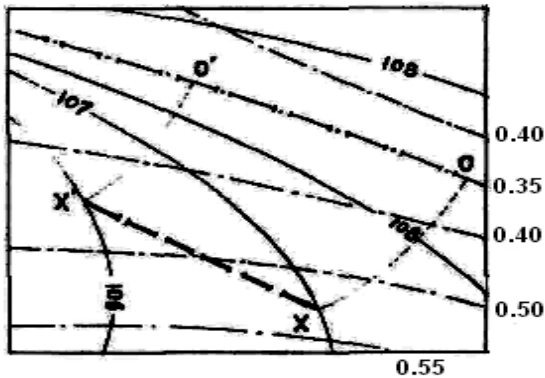


Рис.2 Перерозподіл вмісту рухомих компонентів в ґрунті після опадів:

OO' - вододіл; XX' - контрольна межа;
 -- 108 – ізолінія рельєфу;
 0.55 – ізолінія відносної концентрації.

Порівнюючи міграцію мінеральних добрив та пестицидів під дією атмосферних опадів, можна встановити відповідну аналогію з вимиванням розчинних солей з ґрунту при меліоративних промивках засолених земель. Експериментальні дані свідчать, що ефективність вимивання солей з піску може в 3-4 рази перевищувати ефективність знесолювання агрегованих ґрунтів при однакових витратах води [2,3]. Закономірності динаміки розподілу забруднення і змін концентраційного фону визначаються рельєфом, типом промивного режиму ґрунта, інтенсивністю та періодичністю випадання опадів, рН, дифузійними характеристиками рухомих компонентів (рис.2).

Непромивний тип водного режиму ґрунтів. Припустимо, що розчинні рухомі компоненти мінеральних добрив або пестицидів рухаються без хімічної взаємодії (сорбції-десорбції) в інфільтраційному шарі ґрунту деякої середньої товщини z при відсутності контакту з ґрунтовими водами. Загальна маса вимитої речовини з ділянки $XX'OO'$ розміром $S=xy$ при початковому рівномірному розподілі компонентів з концентрацією C_N запишеться у вигляді:

$$M = C_N mxyz, \quad (2)$$

де $m = \varepsilon_1 + \varepsilon$ відносний поровий об'єм ґрунту, що складається з об'єму застійних ε_1 та проточних ε зон.

Ця ж маса, що виноситься фільтраційним потоком через вертикальний переріз контрольної ділянки $XX'OO'$ на її нижній межі XX' , за весь час випадання опадів τ складе:

$$M = \varepsilon(C_N - C_0)xzV\tau \quad (3)$$

де V - середня швидкість фільтрації через переріз xz ; $x = XX'$

C_0 - початкова концентрація компоненту в опадах на поверхні ґрунту.

Тоді швидкість просування концентраційного фронту вздовж градієнта

рельєфу, відповідно, буде відрізнятися від швидкості фільтрації:

$$\frac{dy}{d\tau} = \frac{\varepsilon(C_N - C_0)}{m C_N} V \quad (4)$$

Наявність коефіцієнта $\frac{\varepsilon}{m}$ враховує уповільнення вимивання при збільшенні ємності застійних зон.

Для визначення геогідродинамічних параметрів тангенс кута нахилу кінетичної прямої, що визначається рівнянням (1) може бути найдений за двома, як мінімум, експериментальними концентраціями забруднення в ґрунтовому розчині, взятими з достатньо тривалим проміжком часу між відбором проб $\Delta\tau$:

$$\frac{k}{\varepsilon_1} = \frac{\ln \frac{C_1}{C_2}}{\Delta\tau} \quad (5)$$

Відносна кількість забруднень, що пройдуть через нижню межу XX' контрольної ділянки визначиться інтегруванням поточної концентрації по тривалості опадів та довжині межі:

$$FE = \frac{\int_{XX'} \int_{\tau} \psi q C_y dx d\tau}{m_0 S} \quad (6)$$

y - відстань нижньої межі контрольної ділянки від вододілу;

ψ - параметр гідравлічного виносу;

q - інтенсивність опадів, m^3 / HaS ;

m_0 - початковий вміст рухомих компонентів,

Kg/Ha ;

S - площа контрольної ділянки, Ha .

Висновок. Запропонована методика визначення геогідродинамічних параметрів міграції рухомих компонентів мінеральних добрив та пестицидів в басейнах малих водойм. Закономірності динаміки розподілу забруднення і змін концентраційного фону визначаються рельєфом, типом промивного режиму ґрунта, інтенсивністю та періодичністю випадання опадів.

Список використаної літератури:

1. Олейник А.Я. Геогидродинамика дренажа.- К.: Наукова думка, 1981.- 283 с.
2. Кац Д.М., Пашковский И.С. Мелиоративная гидрогеология.- М.: Агропромиздат, 1988.- 256 с.
3. Веригин Н.Н. Основы теории растворения и вымыва солей при фильтрации воды в горных породах и грунтах.- В кн.: Инженерно-геологические свойства горных пород и методы их изучения.- М.: Изд-во АН СССР, 1962, С.59-70.
4. Мистецкий Г.Е. Автоматизация расчета массопереноса в почвогрунтах.- К.: Будівельник, 1985.- 136 с.
5. Шандыба О.Б., Варламов М.К., Мартиненко О.П., Борозенець Н.С. Екологічний моніторинг міграції хімічних речовин на забруднених територіях.- Вісник СДАУ, №5, сер."Механізація та автоматизація технологічних процесів".- Суми: Козацький Вал, 2000.- С.69-71.
6. Rasig H. Editing Environmental Data with a PC-based GIS,- UTA Technology & Environment N 2, December 1996, Intern. Ed.,- p.190-192.
7. Shandyba A.B. Ecology Forecast for Migration of the Chemical Substances into Ground and Surface Water.- Fresenius Environ. Bulletin., vol.4, Basel, Switzerland, 1995.- pp.80-85.

Шандыба О.Б., Шпетный Д.М., Семерня О.В., Верещака И.В. Оценка риска загрязнения водоемов подвижными компонентами минеральных удобрений и пестицидов

В статье рассматриваются проблемы идентификации геогидродинамических параметров миграции загрязнений в верхних слоях почв сельскохозяйственного назначения

Предложена методика расчета характеристик почвенно-водных систем для оценки риска загрязнения поверхностных водоемов подвижными компонентами минеральных удобрений и пестицидов.

Ключевые слова: миграция, минеральные удобрения, пестициды, подвижные компоненты, градиент рельефа, инфильтрация, загрязнение.

Shandyba A.B., PhD, Shpetny D.M., Semernja O.V., Vereschaka I.V. Environmental risk assessment of surface water under migration of fertilizers and pesticide

The present paper shows that the geohydrodynamic parameters of the water-soil systems may be determined for risk assessment under ecology monitoring of pesticide residues and mineral fertilizers. After consideration the various approaches and geodata that may be involved, the stagnate zones model was recognized. The key problem to be considered here deals with the surface concentration distribution, risk evaluation and allowable residue levels for chemicals. It is possible to make forecast and ecology monitoring based on the proposed mathematical model with tabulated migration parameters of the contaminants and soils. It is supposed that only vertical changes of concentration profile occur due to rains or snow melting on horizontal site under equal initial distribution of the contaminants. These can reach ground water when the ground-water zone will contact with the upper surface of the capillar zone. But in case of unhorizontal site the contaminants can reach both ground and surface water due to the interrupted mass-transfer along a relief gradient. Assuming the contaminated site like the system of troughs installed with the different real slopes gives a possibility to find a current distribution of the contaminants residue concentration.

Keywords: migration, fertilizers, pesticides, moving componenets, relief gradient, infiltration, pollution.

Стаття надійшла в редакцію: 22.05.2015р.

Рецензент: д.т.н., професор Тарельник В.Б.

