

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ВИМИВАННЯ ЗАБРУДНЕНЬ З ҐРУНТІВ

О. Б. Шандиба, к.т.н., доцент

А. О. Курило,

О. В. Семерня,

О. В. Крекотень

Сумський національний аграрний університет

Стаття присвячена експериментальним методам визначення геогідродинамічних параметрів міграції рухомих забруднень в ґрунтово-водних системах. Для оцінювання кінетики вимивання з ґрунтів застосовувалась експериментальна циркуляційна колонка та кондуктометр, відтарирований на легкокорозивні забруднення, характерні для агрохімічного фону сільськогосподарських угідь. В процесі досліджень імітувались різні режими випадання опадів та зволоження ґрунтів промивного та періодично промивного типу.

Ключові слова: міграція забруднень, вимивання, агрохімічний фон, кінетика, опади, ґрунти, циркуляційна колонка, кондуктометр.

Постановка проблеми в загальному вигляді. Одним з цільових елементів екологічної безпеки є система оцінювання динаміки реального концентраційного фону забруднень та прогнозування його змін з часом [1,2]. На основі експериментальних та прогнозних даних стає можливим розрахунок еколого-економічних ризиків та підтримка оптимальних управлінських рішень.

Процедура екологічного моніторингу передбачає також:

- створення геогідродинамічних та геохімічних карт водоохоронних зон з урахуванням характеру господарської діяльності в них;

- наявність існуючих та потенційних джерел забруднення, особливо неорганізованих звалищ;

- розробку методик збирання та оброблення лабораторних даних контрольованих ділянок, в першу чергу, найбільш інформаційних, (індикативних);

- статистичний аналіз експериментальних даних та результатів польових досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Для експрес-аналізу концентраційного фону рухомих компонентів забруднень був використаний кондуктометр спеціального призначення, в конструкцію якого входили джерело струму, гальванометр, дросель, компенсаційна система, штанга з електродами [1 – 4]. З метою розширення діапазону вимірювань та урахування впливу дестабілізуючих факторів і нелінійної залежності електропровідності проводилась термокомпенсація відібраних проб лізіметричної рідини і автоматичне тарювання аналітичних даних. Застосування мікропроцесора дозволило надати приладу ряд додаткових функціональних можливостей.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). За мету експериментальних досліджень було поставлена апробація можливостей кондуктометрії в системі екологічного моніторингу, табулювання міграційних характеристик рухомих компонентів

мінеральних добрив та пестицидів по результатам лабораторного промивання ґрунтів.

Теоретичне обґрунтування процесу

Лабораторна установка для промивання дисперсних матеріалів (рис.1) включає колонкові 1 з підтримуючою решіткою 3, циркуляційний трубопровід 6 з насосом 4 і вентилем 5. Для інтенсифікації процесу використався барботажне пристрій 7 і мішалка 8. Вимір забруднення розчину здійснювалося за допомогою кондуктометра 9 і паралельно - методами кількісного аналізу.

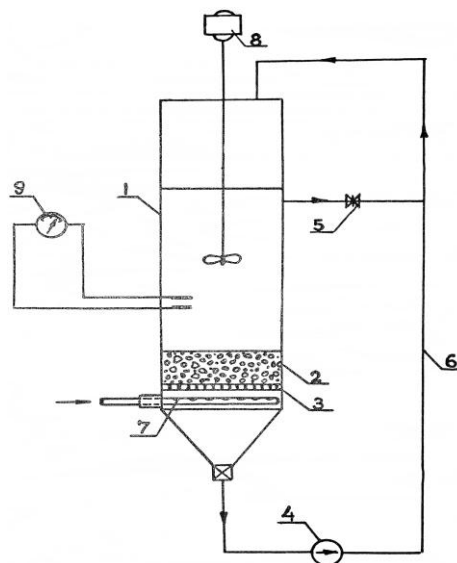


Рис.1 Схема лабораторної промивної установки

У першій серії лабораторних досвідів промивали керамзитовий пісок, забруднений розчинами хлориду (NaCl) і сульфатів (Na_2SO_4 ; FeSO_4). З метою оптимізації проводилося варювання витрат циркулюючої промивної рідини, при цьому загальний об'єм розчину зберігався постійним. Така технологічна схема проведення процесу нагадує звичайне промивання на піщаних фільтрах, однак сталість величини промивного об'єму осадів W_0 та застоїних зон в ґрунті W_S , що ілюструється виразом $W_0 + W_S = \text{const}$, дозволяє витримати

умову, прийняту в математичній моделі матеріального балансу, а саме:

$$m = \varepsilon_1 + \varepsilon \quad (1)$$

Результати промивання при фільтрації розчину зверху вниз представлені графічно (рис.2-4).

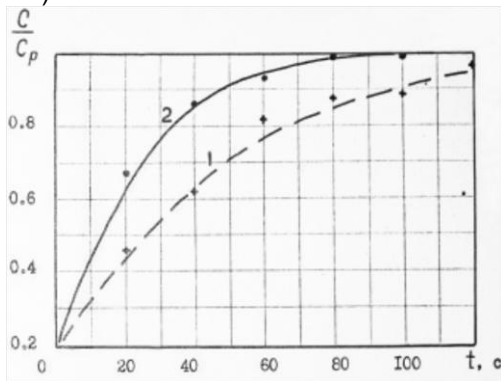


Рис. 2 Кінетика вимивання забруднень з чорнозему.



Рис. 3 Кінетика вимивання забруднень з супіщаного ґрунту

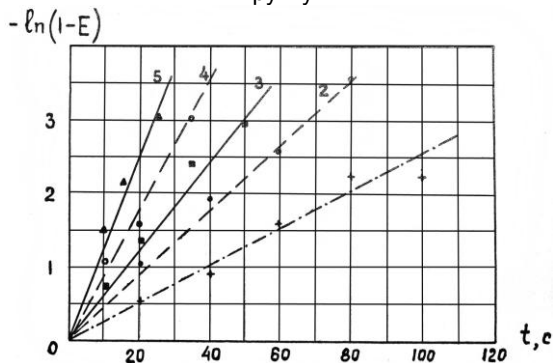


Рис. 4 Лінеаризовані графіки кінетики вимивання забруднення в залежності від інтенсивності опадів (швидкості інфільтраційного потоку): 1 – 0,1; 2 – 0,2; 3 – 0,4; 4 – 0,7; 5 – 1 мм/сек.

Швидкість інфільтраційного потоку: 1 – 0,2 мм/с; 2 – 0,5 мм/с.

В якості модельних рухомих компонентів забруднень були вибрані розчинні солі сульфату та хлориду натрію, гранульований карбамід, аміачна селітра. Характер розташування експериментальних точок свідчить про зменшення інтенсивності процесу з часом.

Швидкість інфільтраційного потоку: 1 - 0,2 мм/с; 2 - 0,5 мм/с; 3 - 1,0 мм/с

В ході експериментальних досліджень

використовувалась стандартна методика хімічного визначення забруднення в ґрунтово-водній системі титруванням або ж по величині електропровідності розчину. Тарувальні графіки, побудовані для слабконцентрованих розчинів, які є характерними для ґрунтово-водних систем, свідчать про переважно лінійний характер залежності електропровідності від концентрації лімітованого мігруючого забруднення. Тому, з достатньою для практичних цілей точністю, розрахунок кінетичних кривих вимивання та міграції можна робити відповідно до показань кондуктометра.

З метою узагальнення експериментальних даних, отриманих при різних гідродинамічних умовах вимивання та початкового забруднення супіщаного ґрунту, кінетичні криві наведені у вигляді логарифмічної залежності ефективності процесу від часу (рис.2-3). Розрахунок ефективності вимивання проводився по формулі:

$$E = \frac{C}{C_p} = \frac{C(W_0 + W_s)}{C_0 W_0 + C_s W_s} \quad (2)$$

$$E = \frac{W_0 C}{(W_0 + W_p) C_p}$$

де W_0 - об'єм промивної води (опадів) в початковий момент промивання (100, 200, 400, 1000 мл);

C C_p - відповідно поточна та рівноважна концентрація інфільтраційного потоку промивної води після колонки;

C_s W_s - відповідно, початкова концентрація та об'єм забрудненого розчину в ґрунтово-водній суспензії в промивній колонці (100 мл).

Неважно перекопатися, що чисельник функції ефективності являє собою масу змитого забруднення, а знаменник - всю масу забруднення, яку теоретично можна вимити за час повного вирівнювання концентрацій до рівноважної

$$(W_0 C_0 + W_s C_s) = (W_0 + W_s) C_p \quad (3)$$

Відзначимо, що збільшення витрат циркулюючої промивної води і, відповідно, швидкості потоку при інфільтраційному вимиванні забруднення з чорнозему супроводжувалося підвищенням гідростатичного рівня опадів над рівнем ґрунту. Як видно із графіків (2) і (3), ефективність вимивання із супіщаного ґрунту вище, ніж при вимиванні цього ж забруднення з ґрунтово-водної чорноземної суспензії, що перебуває в більш щільному стані. Так, наприклад, 80% ефективність процесу вимивання при швидкості інфільтраційного потоку 0,2 мм/с досягалася за 72 секунди, а у супіщаному ґрунті при такій же швидкості інфільтрації за 45 секунд.

Варіюванням об'єму промивної води (200, 500, 1000 мл) при постійному коефіцієнті масовіддачі не привело до якої-небудь зміни

характеру функції ефективності вимивання забруднення, що виразилося в практично повному збігу експериментальних даних, отриманих при фіксованих швидкостях потоку (0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 мм/с). Інакше кажучи, швидкість наближення концентрації забруднення

в ґрунтово-водному розчині до рівноважного не залежить від об'єму промивної води в колонці. При цьому величина ефективності представлена як функція безрозмірного модуля вимивання $\rho V = Qt/(W_0 + W_s)$, де Qt – витрати промивної води.

Табл.1. Перевідна таблиця ефективності вимивання розчинного забруднення з ґрунту

C/C_p	0,40	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75
$1 - C/C_p$	0,60	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
$-\ln(1 - C/C_p)$	0,51	0,69	0,8	0,92	1,0	1,2	1,4
C/C_p	0,80	0,85	0,90	0,95	0,97	0,98	0,99
$1 - C/C_p$	0,20	0,15	0,10	0,05	0,03	0,02	0,01
$-\ln(1 - C/C_p)$	1,6	1,9	2,3	3,0	3,5	3,9	4,6

В природніх умовах вимивання та міграція забруднень, особливо протягом тривалого періоду спостережень, звичайно є нерівномірними, аперіодичними процесами, з відповідним ступенем кореляції до режиму випадання опадів і геогідродинамічних особливостей контрольних ділянок.

ВИСНОВОК

Зважаючи на значну кількість впливаючих факторів, при аналізі кінетичних характеристик міграції забруднень в природніх ґрунтово-водних системах найбільш прийнятним об'єднуючим аргументом процесів слід прийняти інтегральну величину - модуль випадання опадів ρV . Тоді, в сукупності з іншим аргументом - часом спостережень ми матимемо базу для широкого кола екологічних, геогідродинамічних та агрохімічних досліджень з побудовою карт фактичного та прогнозного забруднення контрольованих ділянок або територій.

Список використаної літератури:

1. Shandyba A.B. Ecology Forecast for Migration of the Chemical Substances into Ground and Surface Water. / A.B.Shandyba A.B. - Fresenius Environ. Bulletin., vol.4, Basel, Switzerland, 1995.- pp.80-85.
2. 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. / Н.Н. Веригин Н.Н. - М.: Изд-во АН СССР, 1962, С.59-70.
3. Мистецкий Г.Е. Автоматизация расчета массопереноса в почвогрунтах. / Г.Е.Мистецкий - К.: Будівельник, 1985.- 136 с.
4. Кузема А.С. Прибор для измерения количества растворенных солей в воде солей. / А.С.Кузема, А.Б.Шандыба - Зб. наук. статей IV Міжнародної науково-практичної конференції "Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення", Т. 2 / УкрНДІЕП.-Х., Райдер, 2008.- С. 385-386.

Шандыба А.Б., Курило А.О., Семерня О.В., Крекотень О.В. Экспериментальные исследования кинетики вымывания загрязнений из почвы

Статья посвящена экспериментальным методам определения геогидродинамических параметров миграции подвижных загрязнений в грунтово-водных системах. Для оценки параметров вымывания загрязнений из почвы применялась экспериментальная циркуляционная колонка и кондуктометр, оттарированный на легкорастворимые загрязнения, характерные для агрохимического фона сельскохозяйственных угодий. В процессе исследований имитировались различные режимы выпадения осадков и увлажнения почв промывного и периодически промывного типа.

Ключевые слова: миграция загрязнений, вымывание, агрохимический фон, кинетика, осадки, почвы, циркуляционная колонка кондуктометр

Shandyba A.B., Kurilo A.O., Semernya O.V., Krecoten O.V. Experimental methods of determination of kinetic parameters under leaching of dangerous chemicals in soil-water systems

The article is devoted to the experimental methods of determination of geohydrodynamic parameters of migration of movable contaminations in the ground-water systems. For the evaluation of kinetics of washing from soils an experimental circulation column and conductometer was used the special conductometer. Having received numerous experimental correlations of the interrupted migration under native hydrogeological and weather conditions we can see prevailing share of hydraulic transfer process in the experimental column. Also it is possible to produce good numerical assessment of the technical issues involved for the matters pertaining to the environment, agriculture and landscape planning.'

Keywords: migration of contaminams, washing, agrochemical mapping, leaching kinetics, precipitations, soils, circulation column, conductometer