

Асп. Р.В. Жомирук,
(Національний університет водного
господарства та природокористування)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ І ҐРУНТОВИХ ВОД ВІДХОДАМИ ГІРНИЧОГО ВИРОБНИЦТВА

Приведены результаты экспериментальных и теоретических исследований по определению влияния отходов горного производства на загрязнение грунтов, грунтовых вод и вод р. Горынь.

STUDY OF PROCESS A CONTAMINATION SOILS AND SOILSWATER BY DEPARTURES OF MINE PRODUCTION

In article brought results of experimental and basic researches on the determination of influence of departures of mine production on impurity of grounds, groundwaters and waters of Goryn' river.

Об'єкт дослідження представлений відвалами фосфогіпсу ВАТ "Рівнеазот". Це відходи четвертого класу токсичності. Із загальної кількості відходів, які є в Рівненській області (16,8 млн. т), 15,3 млн. т зберігається у відвалах, які розміщені на правому березі р. Горинь в районі сіл Рубче та Метків Рівненського району, і займають площу понад 58 га.

Обробка даних експериментальних досліджень проводилась в лабораторії сумісно зі спеціалістами Державного управління екологічної безпеки в Рівненській області та кафедри загальної хімії Національного університету водного господарства та природокористування. Було визначено загальний вміст сухого залишку солей та вміст мікроелементів в дослідних зразках.

Згідно отриманих даних побудовані графіки залежності вмісту сухого залишку солей від відстані створу до відвалів фосфогіпсу по кожній глибині відбору проби (рис. 1), та вмісту сухого залишку солей в ґрунті по кожній глибині в свердловині (рис. 2), а також графічні залежності розподілу мікроелементів в ґрунті в залежності від довжини створу (рис. 3-6) [1].

Аналізуючи дані досліджень, можна зробити висновок, що відвали фосфогіпсу спричиняють забруднення ґрунтів і ґрунтових вод, яке розповсюджується в бік річки. Про це свідчить вміст солей в ґрунті – менше значення масової частки сухого залишку солей біля поверхні ґрунту і більше значення – на рівні залягання ґрунтових вод. Тобто забруднення виникає за рахунок фільтрації вод з території відвалів.

Динаміка розповсюдження солей в ґрунті на рівні залягання ґрунтових вод по довжині створу в залежності від глибини (рис.4-6.) має тенденцію до спаду по довжині в сторону руху фільтраційного потоку.

Одночасно для деяких мікроелементів, таких як нітрати, марганець, фтор, сірка, фосфор, має місце постійна зміна вмісту мікроелементу по довжині потоку в бік зменшення, а для свинцю, міді, хрому, нікелю – спочатку спостерігається спад, а потім встановлення деякого постійного значення на певній відстані. Це пояснюється тим, що для водяної суміші в області $\text{pH} = 2,0$ спостерігається сорбція для іонів свинцю і міді, а такі мікроелементи, як цинк, нікель, з

кислих розчинів не сорбуються.

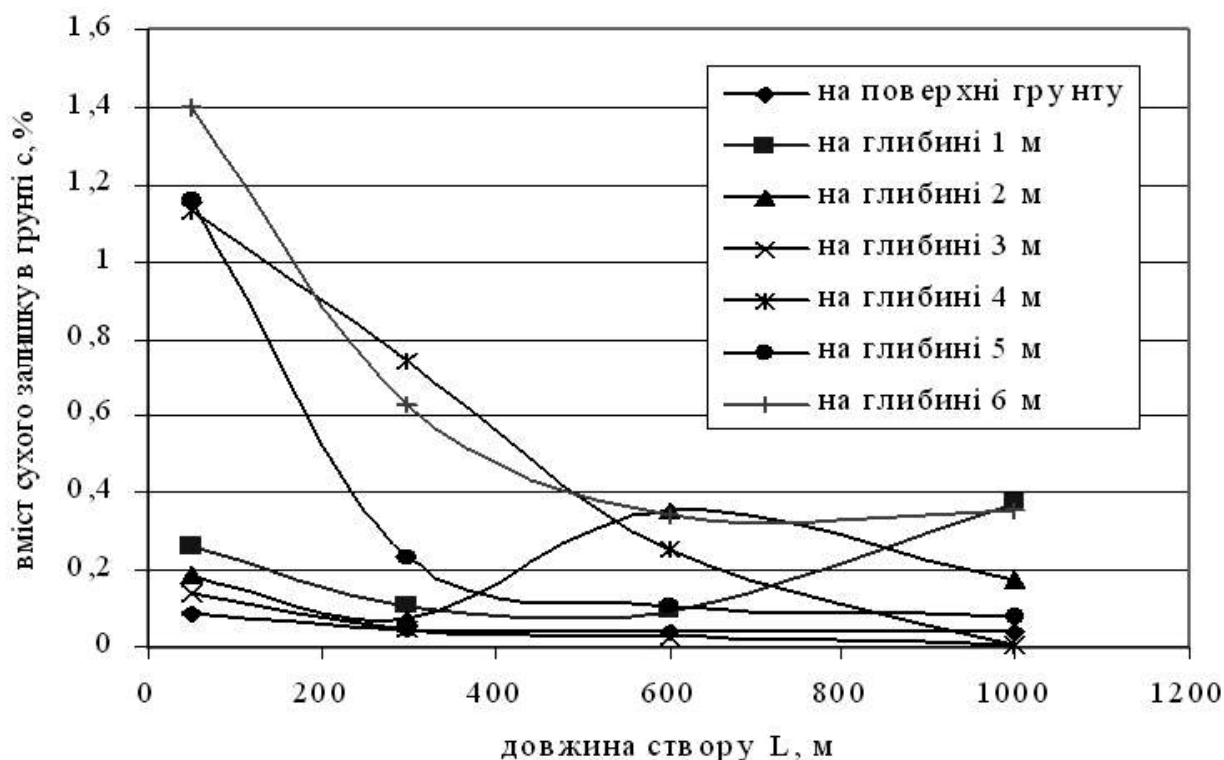


Рис. 1 – Залежність вмісту сухого залишку солей в ґрунті від відстані створу до точкового об'єкта по глибині відбору зразка (створ №1)



Рис. 2 – Залежність вмісту сухого залишку солей в ґрунті від глибини відбору зразка (свердловина №2)

Для математичного опису процесу фільтрування ґрунтових вод через ґрунтовий масив розглянуто повздовжній розріз створу (рис. 7). За основу математичного моделювання взята праця А.В. Сандуляка [2], який провів лабораторні

та теоретичні дослідження по очистці рідин в магнітному полі.

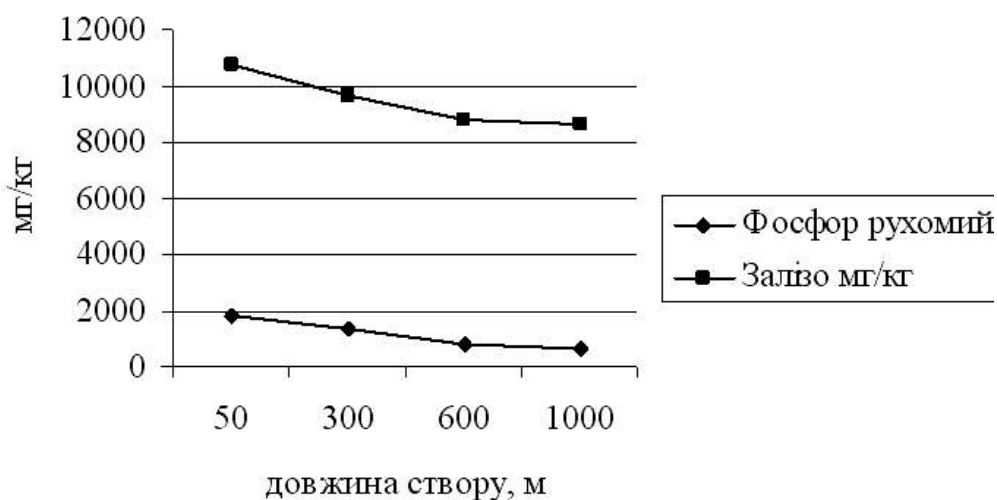


Рис. 3 – Залежність вмісту фосфору і заліза від відстані створу до точкового об'єкта на глибині 4 м (створ №1)

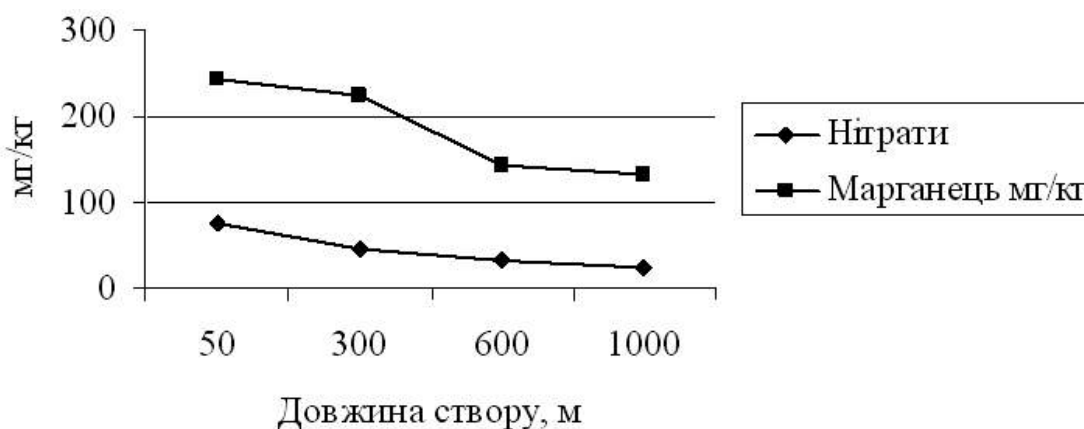


Рис.4 – Залежність вмісту нітратів та марганцю в ґрунті від відстані створу до точкового об'єкта на глибині 4 м (створ №1)

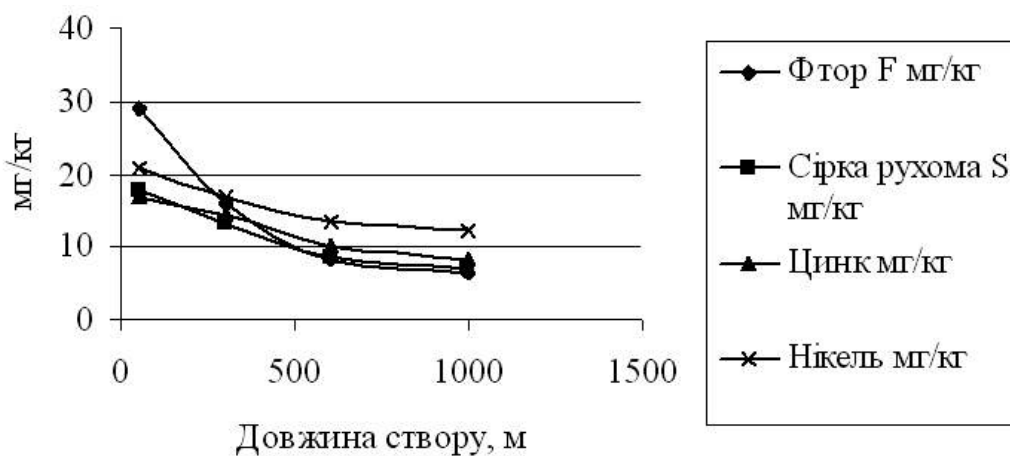


Рис.5 – Залежність вмісту фтору, сірки, цинку, нікелю в ґрунті від відстані створу до точкового об'єкта на глибині 4 м (створ №1)

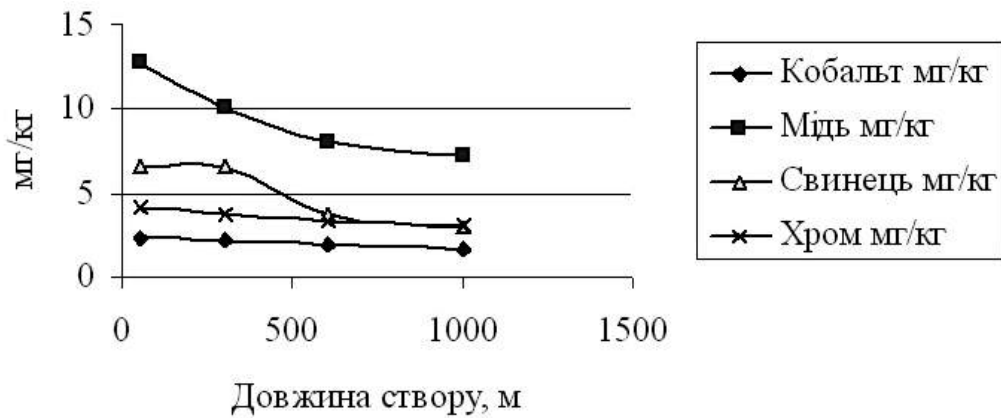


Рис.6 – Залежність вмісту кобальту, міді, свинцю, хрому в ґрунті від відстані створу до точкового об’єкта на глибині 4 м (створ №1)

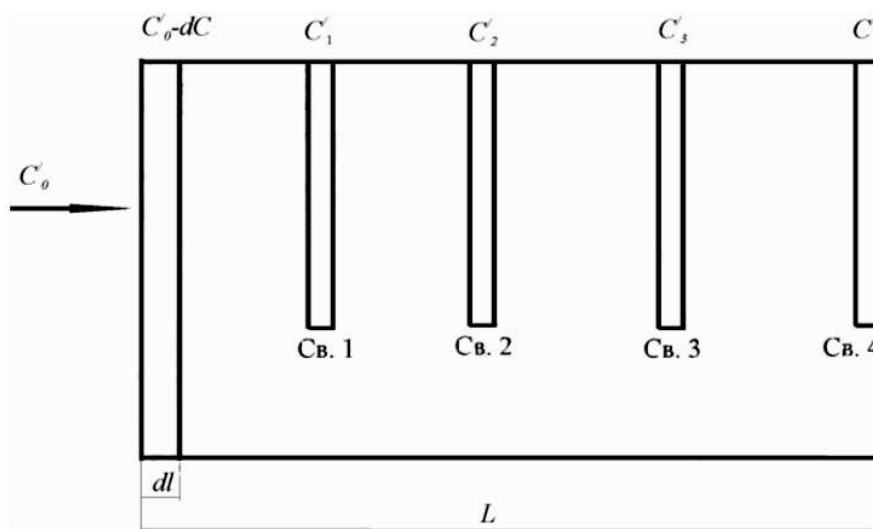


Рис. 7 – Розрахункова схема до математичного опису розповсюдження забруднення в ґрунті від точкового об’єкта

За його методикою в створі умовно виділено елементарний шар ґрунту товщиною dl . Зміна концентрації забруднення в ґрунті dc' в межах шару пропорційна вмісту забруднення c_0' , яке надходить з відвалів фосфогіпсу і на товщині шару dl описується залежністю

$$dc' = -\alpha c_0' dl, \quad (1)$$

де dc' - зміна вмісту концентрації забруднення в ґрунті; α – коефіцієнт пропорційності, який будемо називати в подальшому коефіцієнтом поглинання (знак “-“ вказує на зменшення вмісту забруднення в напрямку руху ґрунтових вод); c_0' - вміст забруднення, яке надходить з відвалів фосфогіпсу; dl - товщина елементарного шару.

Інтегруючи (1) в межах $c_0' \dots c'$ і $0 \dots L$, та виконуючи необхідні перетворення, маємо

$$\int_{c_0}^{c'} \frac{dc'}{c_0} = -\int_0^L \alpha dl, \quad (2)$$

де L – довжина створу.

$$\ln c \Big|_{c_0}^{c'} = -\alpha L \Big|_0^L, \quad \ln c' - \ln c_0 = -\alpha L, \quad \ln \frac{c'}{c_0} = -\alpha L \quad (3)$$

Далі отримуємо, що вміст забруднюючих речовин при протіканні через шар ґрунту певної товщини зменшується по експоненціальному закону

$$c' = c_0 e^{-\alpha L}. \quad (4)$$

На рисунку 8 показані графічно дослідні і теоретичні дані по вмісту сухого залишку солей в ґрунті в залежності від довжини створу. Аналізуючи результати експериментальних досліджень і математичного моделювання процесу фільтрування високомінералізованих вод через ґрунтовий масив, бачимо співпадання даних. З графічних залежностей видно, що концентрація забруднюючих речовин в ґрунті, визначена математичним шляхом, і концентрація, визначена експериментальним шляхом, змінюються за експоненціальним законом, а їхні значення мають незначну розбіжність. Ця розбіжність пояснюється неоднорідністю ґрунтового масиву [3].

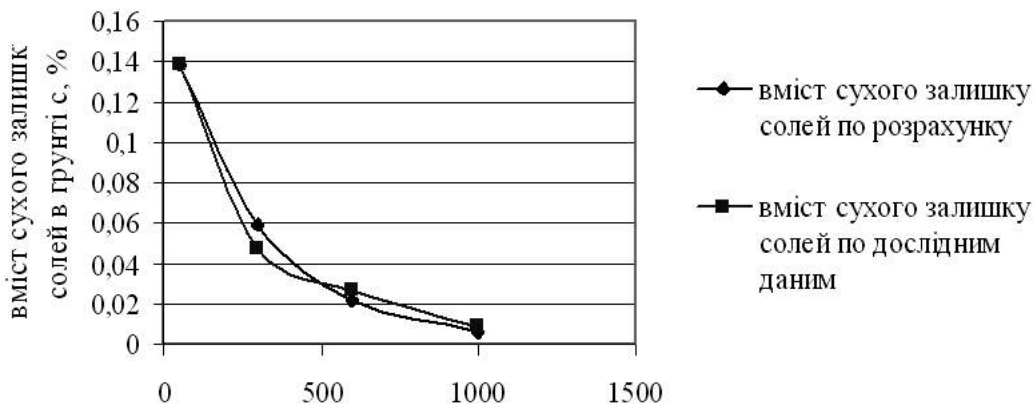


Рис. 8 – Залежність вмісту сухого залишку солей в ґрунті від відстані створу до точкового об'єкта при відборі зразка на глибині 3 м

Для математичної обробки результатів досліджень, а саме, для математичного описання розподілу вмісту сухого залишку солей в ґрунті, було використано математичний проект MathCAD.

За допомогою функцій обробки даних здійснено регресію загального вигля-

ду, яка є лінійною комбінацією

$$f(x) = K_1 f_1(x) + K_2 f_2(x) + \dots + K_i f_i(x), \quad (5)$$

Реалізацію методу проведено за допомогою функції (x, y, F) – вектора параметрів лінійної комбінації функції користувача, що здійснює регресію даних. Аргументи функції (x, y, F) мають наступний зміст: x – вектор дійсних даних аргументу, елементи якого розміщені в зростаючому порядку; y – вектор дійсних значень величини x ; $F(x)$ – вектор-функція користувача скалярного аргументу.

При моделюванні функціональної залежності, яка відображає залежність вмісту сухого залишку солей в ґрунті від довжини створу L , через x позначимо довжину створу, а через y – вміст сухого залишку солей в ґрунті.

$$K_1 = \text{linf int}(x_1, y_1, F_1), \quad (6)$$

$$g_1(x) = K_1 F_1(x), \quad (7)$$

де $F(x)$ – вектор-функція користувача скалярного аргументу; $g_i(x)$ – вміст сухого залишку солей в ґрунті згідно математичного моделювання

В результаті моделювання отримані функціональні залежності вмісту сухого залишку солей в ґрунті від довжини створу L , які дають можливість визначити вміст солей в будь якій точці ґрунтового масиву даного об'єкту дослідження (рис. 9).

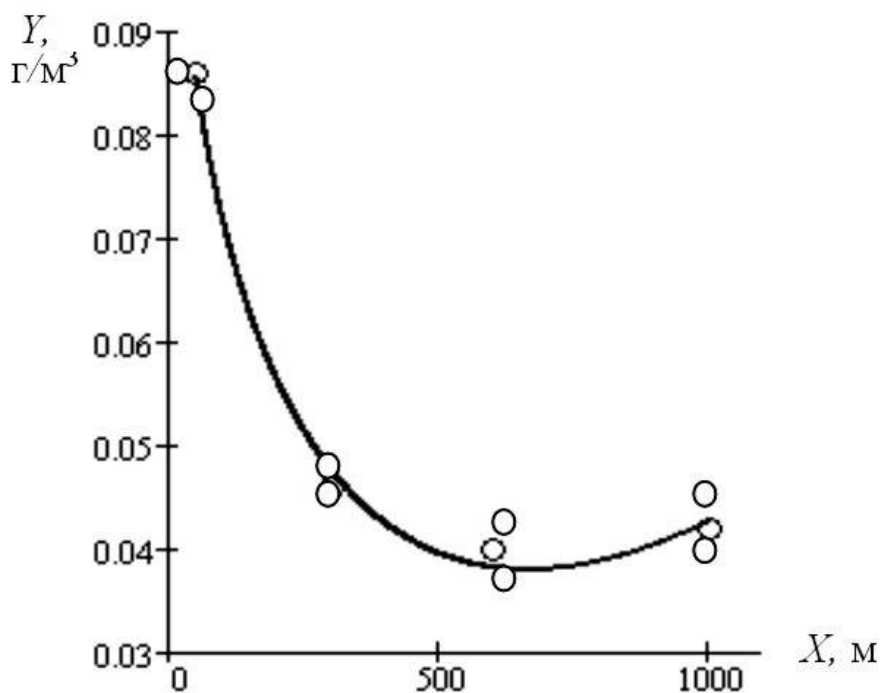


Рис. 9 – Залежність вмісту сухого залишку солей на поверхні ґрунту від відстані до точкового об'єкта (створ№1)

Функціональна залежність вмісту сухого залишку солей на поверхні ґрунту від довжини створу L для створу №1 має вигляд

$$f(x) = (-7,053 \times 10^{-3}) \cdot \sqrt{x} + 0,129 + 1,371 \times 10^{-4} \cdot x. \quad (8)$$

З наведеного матеріалу можна зробити наступні висновки:

1. Відвали фосфогіпсу спричиняють забруднення ґрунтів і ґрунтових вод, яке розповсюджується в бік річки. Про це свідчить вміст солей в ґрунті – менше значення масової частки сухого залишку солей біля поверхні ґрунту і більше значення – на рівні залягання ґрунтових вод. Тобто забруднення виникає за рахунок фільтрації вод з території відвалів.

2. Розподіл мікроелементів в ґрунті на глибині залягання ґрунтових вод в бік руху фільтраційного потоку має тенденцію спаду по довжині потоку. Але для деяких мікроелементів, таких як нітрати, марганець, фтор, сірка, фосфор, має місце постійна зміна вмісту мікроелементу по довжині потоку в бік зменшення, а для свинцю, міді, хрому, нікелю – спочатку спостерігається спад, а потім встановлення деякого постійного значення на певній відстані. Це пояснюється тим, що для водяної суміші в області $\text{РН} = 2,0$ спостерігається сорбція для іонів свинцю і міді, а такі мікроелементи, як цинк, нікель, з кислих розчинів не сорбуються.

3. З графічних залежностей видно, що концентрація забруднюючих речовин в ґрунті, визначена математичним шляхом, і концентрація, визначена експериментальним шляхом, змінюються за експоненціальним законом, а їх значення мають незначну розбіжність. Ця розбіжність пояснюється неоднорідністю ґрунтового масиву.

4. Отримано функціональні залежності для визначення вмісту сухого залишку солей в ґрунті в залежності від місця відбору зразка.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Хлапук М. М., Маланчук З.Р., Жомирук Р. В. Аналіз впливу точкових об'єктів на забруднення ґрунтів і ґрунтових вод в Рівненській області // Зб. наук. пр. Вісник УДУВГП.– Рівне: Видавництво УДУВГП.- 2004. - Вип. №2(26). - С. 212 – 221.
2. Сандуляк А. В. Очистка жидкостей в магнитном поле. – Львов: Вища школа, 1984. – 167 с.
3. Маланчук. З. Р., Клепач М. І., Жомирук Р. В. Дослідження процесу фільтрування високо мінералізованої води через ґрунтовий масив // Зб. наук. пр. Вісник УДУВГП. – Рівне: УДУВГП. – 2004. – Вип. №2(26). – С. 283-290.