ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ЕКОЛОГІЇ

УДК 631.445.52

М.М. Мірошниченко
кандидат с.-г. наук
Інститут ґрунтознавства і агрохімії ім. А. Н. Соколовського УААН

ТЕХНОГЕННІ ОРЕОЛИ ЗАСОЛЕННЯ ЧОРНОЗЕМІВ НА НАФТОПРОМИСЛАХ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ

На місцях аварійних викидів високомінералізованих пластових вод формуються ореоли техногенно засолених ґрунтів. Обговорюються просторова структура ореолів, механізми перетворення ґрунтів і способи відновлення родючості.

Нафтогазоносна провінція Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ), яка виникла на місці середньодевонського палеорифту, містить 70-80% запасів вуглеводневої сировини країни. Розробка понад 50 нафтових, газових та газоконденсатних родовищ проводиться на території Чернігівської, Сумської, Харківської, Полтавської та Дніпропетровської областей. Зокрема на Сумщині експлуатуються Бугреватівське нафтогазове і Анастасіївське нафтогазоконденсатне родовища. Технологічний цикл високонапорного нафтодобування на родовищах ДДЗ включає так звану систему підтримки пластового тиску, яка використовується на кінцевих етапах розробки пластів і полягає у заводненні їх мінералізованими пластовими водами. Пластові води, які є дуже корозійнонебезпечними розчинами, транспортуються до резервуарів і подаються до свердловин по сталевих водоводах під тиском від 3 до 17 МПа. Внаслідок цілого ряду причин (дефекти труб або зварювальних швів, корозійні явища, механічні пошкодження трубопроводів) досить часто трапляється розгерметизація системи і відбуваються викиди розчинів на поверхню. За оцінкою фахівців, частота аварійних викидів на водоводах Бугреватівського родовища становить від 0,1 випадків/км на перші три роки після будівництва до 0,39 випадків/км при подальшій експлуатації [2]. Таким чином вздовж водоводів формується мережа техногенно засолених дільниць різної площі, конфігурації, глибини та ступеню забруднення.

Об'єкти і методика досліджень

Вивчення просторового розподілу техногенних потоків, формування ореолів засолення й перебіг ґрунтових процесів у перші роки вивчалися на місцях аварійних розливів з колекторної мережі водоводів Бугреватівського родовища. Об'єкти досліджень розташовані на плоско-рівнинній четвертичній лесовій терасі Ворскли, де розвинуті чорноземи типові малогумусні важкосуглинкові, які залягають у комплексі з чорноземами вилугуваними. Свердловини № 130, 132 і 151 знаходились на території землекористування КСП ім. Постишева Охтирського району Сумської області. На місцях аварійних розливів проводилась сольова зйомка ареалу забруднення. В найбільш типових місцях на різній відстані від епіцентру закладались ґрунтові розрізи глибиною 150 см. У ґрунті пошарово визначались: катіонно-аніонний склад водної витяжки за ГОСТ 26423-85 - ГОСТ 26428-85, вміст обмінних Na і K – полум'яно-фотометрично, pH водний і сольовий (1н KCl) - потенціометрично, електрокінетичні показники методом електроосмосу за Злочевською Р.И. (1964). Вміст важких металів визначався на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115: у ґрунті - в амонійно-ацетатній витяжці з pH-4,8; у рослинах - після мінералізації за ГОСТ 26929-86.

Результати досліджень

Пластові води, що використовуються на нафтопромислах, мають дуже високу мінералізацію, яка зростає з глибиною їх видобутку, сягаючи 200-300 г/л. Хімічний склад проб на Бугреватівській блочно-кустовій насосній станції наочно показує різницю між пластовими водами більш глибоких (I) і приповерхневих (II) горизонтів (табл. 1). Мінливий іонний склад розчинів значною мірою визначає фітотоксичність засолення і розвиток солонцьового процесу в забруднених ґрунтах.

За потужністю і швидкістю дії на ґрунт забруднення пластовими водами можна віднести до стресових ситуацій, які різко змінюють перебіг ґрунтотворного процесу. Специфіка цього засолення полягає у залповому насиченні колоїдного комплексу натрієм на відміну від поступового, при зрошенні мінералізованими водами. В залежності від потужності викидів та особливостей мікро- і мезорельєфу формуються техногенні ореоли певної конфігурації.

© М.М. Мірошниченко, 2001

Таблиця 1

Сольовий склад пластових вод на Бугреватівській БКНС

Проба	Концентрація, г/л							pH
	аніонів			катіонів				
	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	
I	1,5	51,2	26,3	9,0	2,2	67,5	0,4	5,9
II	48,8	16,9	36,5	12,0	14,5	39,1	0,8	6,8

На виположених дільницях (приклад - місце аварії коло свердловини № 132) форма ореолів наближається до еліпсоїдної, із зміщенням від епіцентру в бік схилу (рис. 1). При цьому формується осередок радіального потоку (1), зона латерального потоку (2) і зона розсіювання (3) з невизначеними дифузними межами. Профільний розподіл флюїду в ґрунтах цих ореолів засолення характеризують дані водно-сольового складу по чотирьох розрізах на відстані 5, 15, 30 і 150 м від місця пориву.

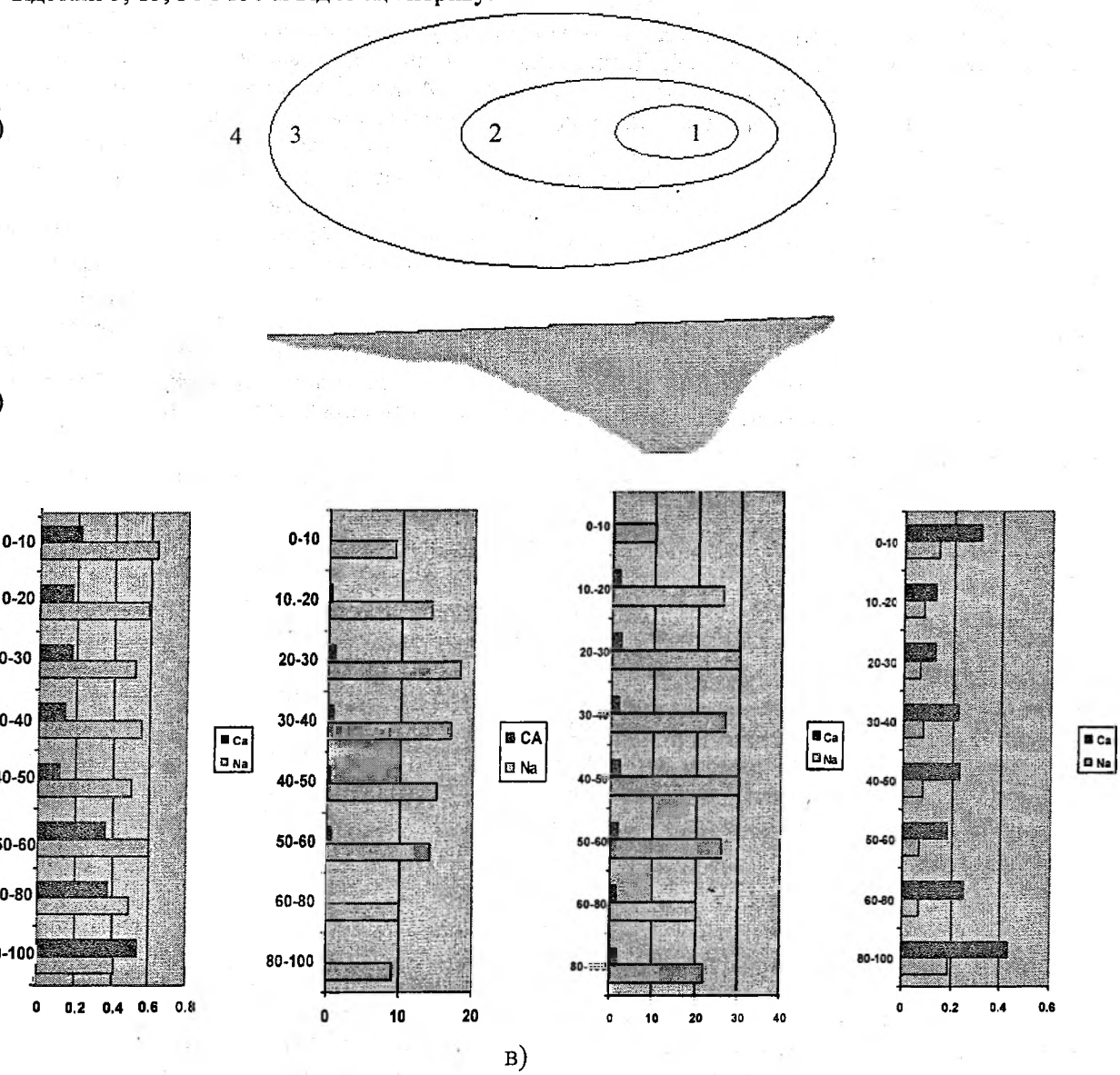

Рис.1. Ореоли техногенного засолення грунту поблизу свердловини № 132 на Бугреватівському родовищі:

а) схема формування ореолів на поверхні
(1-зона радіального потоку; 2-зона латерального потоку; 3-зона розсіювання; 4-незабруднена місцевість);
б) потужність засоленого шару на другий рік після аварії;
в) сольові профілі по ореолам забруднення (пошаровий вміст водорозчинних натрію та кальцію, мекв/100 г грунту)

Для ґрунту зони радіального потоку властиве надзвичайно сильне засолення всього профілю, при цьому сумарний вміст водорозчинних солей у метровому шарі сягав 131 кмоль·м$^{3-}$. Максимум солей спостерігався у шарі 20-50 см, а верхній десятисантиметровий шар ґрунту був частково відмитий від солей за річний термін, що пройшов з моменту аварії. У порівнянні з незабрудненим аналогом (розріз № 4) вміст натрію у водній витяжці ґрунту осередку радіального потоку збільшився в 400 разів, кальцію і магнію - на порядок. Аніонний склад водної витяжки змінився з сульфатно-хлоридно - гідрокарбонатного на карбонатно – сульфатно - хлоридний із значною перевагою двох останніх. Кислотність водної витяжки зменшилась на 0,2 - 0,7 одиниць.

Сольовий профіль ґрунту зони латерального потоку на другий рік по забрудненні характеризується максимумом у шарі 20-30 см і поступовим зменшенням вмісту солей з глибиною. Верхній шар ґрунту дещо сильніше відмитий від хлориду натрію. Запас водорозчинних солей у метровому шарі складає 68 кмоль·м$^{3-}$.

Наявність зони дифузного засолення, яка діагностується за підвищенням вмісту сульфату натрію у верхньому десятисантиметровому шарі, пов'язана з переносом сольових часток повітрям, водою і сільськогосподарською технікою та свідчить про розширення території, що підпадає під вплив техногенних потоків. Запас водорозчинних солей у метровому шарі за даними розрізу № 3 складав 11 кмоль·м$^{3-}$.

Протягом солончакового періоду, тривалість якого в умовах Лісостепу оцінюється до 4 років [2], забруднені пластовими водами ґрунти візуально відрізняються відсутністю рослинності, вицвітами солей, доброю оструктуреністю. Останнє пов'язано із скороченням гідратної оболонки колоїдних часток ґрунту в концентрованих ґрунтових розчинах, що діагностується за величиною електрокінетичного або ζ - потенціалу (табл. 2). Найменший ζ - потенціал і відповідно – товщина гідратного шару до межі ковзання властиві ґрунту осередку аварії. а в зоні латерального потоку ці показники наближались до фонових значень. Збільшення розміру електрокінетичного потенціалу в поверхневому шарі ґрунту розрізу № 3 свідчить про перехід останнього до другої стадії техногенного галогенезу – солонцьової. Аналогічні висновки можна зробити і за іншим електрокінетичним показником – коефіцієнтом ефективності α, який показує участь поверхні розподілу фаз у загальному переносі електричного заряду.

Таблиця 2

Електрокінетичні властивості ґрунтів у ореолах засолення пластовими водами (шар 0-10 см)

№ розрізу	ЗОНА	ζ_{0}, мв	Коефіцієнт ефектив-ності мембрани α	ζ - потенціал, мв
1	радіального потоку	10,2	1,3	13,5
2	латерального потоку	10,9	2,3	25,2
3	розсіювання	7,7	5,9	45,3
4	незабруднена	6,3	4,5	28,4

Подальший розвиток техногенного галогенезу і глибину морфологічних змін визначатиме вміст обмінного натрію, на долю якого приходиться близько половини ємності вбирання грунту в зонах сольових потоків і 3-8% - на місці розрізу № 3. Таким чином, проявлення несприятливих агрофізичних властивостей (зменшення водопроникності, липкість у вологому стані і щільність - у сухому) починається з периферії ореолу техногенного засолення і значно посилюється у зонах техногенних потоків.

Взагалі солончакуватість і солонцюватість техногенно засолених земель можна вважати відповідною реакцією грунту на хімічне навантаження. З геохімічної точки зору, після припинення штучного привнесення хлориду натрію на поверхню у промивних і спорадично-промивних умовах починається процес поступового розсолення ґрунту, тобто включення флюїду до низхідного потоку речовин [5]. Таким чином, комплекс морфологічних змін, яких набуде ґрунт протягом періоду розсолення, є мірою його стійкості до конкретного хімічного навантаження.

Техногенне засолення ґрунтів на нафтопромислах, як і будь-яке забруднення, має два аспекти негативної дії: екологічний (санітарний) і агрономічний (господарський). Екологічні наслідки аварійних викидів визначаються можливістю надходження небезпечних речовин до сільськогос-подарської продукції та ґрунтових вод. Концентрація важких металів у пластових водах звичайно значно перевищує граничнодопустимі норми (табл.3).

Таблиця 3

Вміст важких металів у пластових водах, що використовуються на нафтопромислах

Родовище, рік відбору проб	Концентрація елементів, мг/л								
	n	Cd	Ni	Co	Fe	Mn	Pb	Cu	Cr
Бугреватівське,1991 р.	0,75	0,40	2,75	2,75	19,50	5,50	3,50	0,35	1,00
Бугреватівське,1992 р.	0,16	2,00	1,25	1,30	1,10	5,00	1,70	0,14	0,70
Анастасіївське, 1991 р.	0,50	0,60	3,50	3,25	12,50	9,50	5,25	0,45	0,75
ГДК у воді господарсько-питного і культурно-побутового призначення	1,00	0,01	0,10	0,10	0,30	0,10	0,03	1,00	0,05

Профільний розподіл рухомих форм Zn, Ni, Co, Pb і Cu у ґрунтах досліджених осередків забруднення полягав у концентруванні в орному шарі й на глибині 60-100 см, тобто на гумусовому і карбонатному бар'єрах. Вміст рухомого хрому в засолених ґрунтах поступово зростав із глибиною. В цілому вміст важких металів у забруднених ґрунтах не перевищував граничнодопустимих водно-міграційних показників. Отже, враховуючи обмежені об'єми викидів та їх локальний характер, небезпеку забруднення ґрунтових вод можна вважати несуттєвою.

Внаслідок високої фітотоксичності викидів одержання сільськогосподарської продукції на забруднених дільницях можливо тільки через декілька років після аварії. На цей час привнесені важкі метали вже частково хімічно пов'язані до нерозчинних сполук, частково мігрували до нижчих горизонтів, що зменшує транслокацію до рослин. Проте рослинницька продукція на місцях аварійних розливів ще довгий час буде відрізнятись підвищеним вмістом ряду елементів.

Агрономічний аспект негативної дії пластових вод на ґрунти полягає у тривалому зниженні родючості забруднених дільниць, що є підставою численних конфліктів між нафтопромисловиками і землекористувачами. Правовою основою врегулювання цих питань є Постанова Кабінету Міністрів №1279 від 17.11.97 р. "Про розміри та Порядок визначення втрат сільськогосподарського і лісогосподарського виробництва, які підлягають відшкодуванню", але, на жаль, нормативне забезпечення її виконання дуже слабке, що не дозволяє об'єктивно оцінити розміри втрат і необхідність проведення меліоративних робіт. Існуючі способи прискорення відновлення родючості техногенно засолених земель можна поділити на гідротехнічні, хімічні та колоїдно-хімічні. Технологія відновлення кожної конкретної забрудненої дільниці повинна основуватись на ландшафтно-геохімічній і екологічній доцільності застосування цих заходів, тобто врахувати обсяг викидів, ландшафтні позиції ореолів засолення, особливості ґрунтового покриву, інтенсивність природного розсолення і розсолонцювання, спрямованість і потужність геохімічних потоків речовин, співвідношення вартості меліорації і господарської цінності забруднених угідь. В залежності від цього слід застосовувати або промивку трьома об'ємами повної вологоємності засоленого шару [4], або внесення фосфогіпсу і добрив [3], або колоїдно-хімічну технологію, розроблену в Інституті грунтознавства і агрохімії ім. О.Н.Соколовського [1]. Остання полягає у створенні поверх засоленого грунту прошарків з гідрофобізованого крупнозернистого піску (10-20 см), кальційвмісних речовин (10-15 см), гною (100 т/га) і родючого чорноземного грунту (40-50 см). Вартість робіт по цій технології складає 34,7 тис. грв/га, отже її застосування доцільне тільки на сильнозасолених грунтах у осередках забруднення.

Висновки

1. Постійні аварійні викиди пластових вод на нафтопромислах Дніпровсько-Донецької западини спричиняють формуванню вздовж ліній водоводів мережі дільниць техногенно засолених ґрунтів. У місцях аварійних розливів розрізняється осередок радіального потоку солей, зона латерального потоку і ореол розсіювання з невизначеними дифузними межами.

2. Техногенне засолення в ореолах забруднення відзначається різним ступенем і глибиною проникнення солей, вмістом обмінного натрію, проявленням несприятливих агрофізичних властивостей, інтенсивністю розсолення і розсолонцювання.

3. Вирощування сільськогосподарських рослин на місці розливів пластових вод неможливе протягом тривалого періоду внаслідок фітотоксичності солей і несприятливих властивостей грунту, а після цього одержана рослинницька продукція буде відзначатись підвищеним вмістом важких металів. Основними способами відновлення родючості техногенно засолених ґрунтів є промивка прісними водами, внесення хімічних меліорантів і створення прошарків за колоїдно-хімічною технологією.

Література:

1. *Васильев А.Н., Журавель Н.Е., Клочко П.В.* Прогноз техногенного засоления почв на нефтепромыслах северо-востока Украины в рамках ОВОС. Экограф, 1999. -86с.

2. *Ермолаев Н.Н., Ивченко Е.Т.* Восстановление почв, засоленных водами нефтяных месторождений // Мелиорация и водное хозяйство. -1992. -№9/12. -С.23-24.

3. *Белоненко Г.М., Ивашина А.Д., Мирошниченко Н.Н., Зеленцов С.П., Плахетко В.В.* Изменение черноземных почв при нефтедобыче и пути восстановления их плодородия // Агрохімія і ґрунтознавство. - Київ: Аграрна наука, 1996. -С.27-37.

4. *Панин П.С., Долженко И.Б., Чуканов В.И.* Процессы засоления и рассоления почв. - Новосибирск: Наука. Сиб.отд., 1976. -176с.

5. *Солнцева Н.П.* Общие закономерности трансформации почв в районах добычи нефти и газа (формы проявления, основные процессы, модели) // Восстановление нефтезагрязненных экосистем. -М.: Наука, 1988, – С. 23-41.