

ВМІСТ ПЕСТИЦИДІВ У ПІДЗЕМНИХ ВОДАХ ТА ГРУНТАХ ДОНЕЧЧИНИ

Газохроматографічним методом досліджено Донецький регіон на вміст стійких хлорорганічних пестицидів: ДДТ та його метаболітів; ГХЦГ та його ізомерів; фосфорорганічних пестицидів: карбофос, фозалон; фторвміщуючих пестицидів: трефлан та ін.. У воді питних водозаборів та у ґрунтах в зоні санітарної охорони визначено від 1 до 6 пестицидів. В мінеральних водах і лікувальних грязях курорту м. Слов'янська встановлено від 9 до 13 пестицидів. Одержані результати вказують на несприятливий екологічний стан геологічного середовища Донецького регіону.

Ключові слова: пестициди, ґрунтові та підземні води, забруднення ґрунтових та підземних вод.

А.Е. Потапенко. СОДЕРЖАНИЕ ПЕСТИЦИДОВ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ И ГРУНТАХ ДОНБАССА. Газохроматографическим методом исследованы объекты окружающей среды Донецкого региона на содержание стойких хлорорганических пестицидов: ДДТ и его метаболитов; ГХЦГ и его изомеров; фосфорорганических пестицидов: карбофос, фозалон; фторсодержащих пестицидов: трефлан и др. В воде питьевых водозаборов и ґрунтах определено от 1 до 6 пестицидов. В минеральных водах и грязях курорта г. Славянска установлено от 9 до 13 пестицидов. Полученные результаты указывают на неблагоприятную экологическую обстановку геологической среды Донецкого региона.

Ключевые слова: пестициды, ґрунтовые и подземные воды, загрязнение ґрунтовых и подземных вод.

Вступ. Пестициди – велика група хімічних речовин, які застосовуються для боротьби з хворобами сільськогосподарських культур, різноманітними шкідниками та гризунами, а також сприяють знищенню бур'янів. Це одні з найнебезпечніших компонентів забруднення довкілля, що здатні накопичуватися, зокрема у ґрунтових і підземних водах та ґрунтах. За даними ЮНЕСКО, у загальному обсязі забруднення ноосфери пестициди займають 8 місце після таких речовин як нафтопродукти, поверхнево – активні речовини, фосфати, мінеральні добрива, важкі метали, азотисті сполуки, сполуки сірки і вуглецю.

Серед 8 видів пестицидів за призначенням найчастіше використовуються інсектициди (проти комах), фунгіциди (проти грибкових захворювань) та гербіциди (проти бур'янів). За походженням діючого інгредієнта вони поділяються на неорганічні, органічні та біологічні. Пестициди у своїй основі мають різні хімічні речовини і поділяються на хлорорганічні (ДДТ), карбонати, гетероциклічні, фосфорорганічні, похідні дієнового синтезу, карбамінової та дитіокарбамінової кислот, нітропохідні фенолів, синтетичні піретроїди та похідні сечовини.

Усі без винятку пестициди впливають на генну мутацію рослин, тварин і людини. Близько 90% усіх фунгіцидів, 60% гербіцидів і 30% інсектицидів є канцерогенними. Висока міграційна здатність пестицидів у різних геохімічних полях та небезпека їх для довкілля є вагомим обґрунтуванням актуальності теми статті.

Метою статті є аналіз результатів досліджень закономірностей розповсюдження пестицидів у підземних водах та ґрунтах Донеччини. Це дозволило визначити джерела надходження, умови міграції та особливості накопи-

чення цих особливо небезпечних речовин у геохімічній системі «порода-вода».

Викладення основного матеріалу. Пестициди – біологічно активні речовини, які мають яскраво виражені токсичні властивості як по відношенню до цільових (на які спрямована їхня дія) так і до нецільових організмів[6]. Вони є складними хімічними сполуками, які відрізняються великим ступенем міграції і включають у себе речовини, що належать до I-II класу безпеки. Міграція їх здійснюється у різних: органічних, галоїдних, гідратних та інших формах, які є досить рухливими у зоні гіпергенезу. Зона гіпергенезу, що відповідає зоні активного водообміну, характеризується пухкістю ґрунтів та вивітрілістю мезозойських та палеозойських порід і завдяки цьому – високими швидкостями фільтрації.

Слід зазначити, що у ґрунтових водах пестициди відносно швидко розкладаються під впливом сонячної радіації, на відміну від підземних вод мезозойських та палеозойських комплексів, де вони можуть зберігатися десятиліттями і століттями[7].

До сприятливих чинників проникнення пестицидів, що застосовуються на сільськогосподарських угіддях, у ґрунтові та підземні води можна віднести різноманітність геолого-гідрогеологічних особливостей території Донецької області. Серед них: складність геологічної будови, відсутність витриманих водотривів, зливний характер опадів, велика кількість гідрогеологічних свердловин у зоні активного вивітрювання (глибиною до 100 м), незахищеність водоносних горизонтів.

Стан підземної гідросфери, окрім антропогенного забруднення визначається і природною захищеністю підземних вод[4,7]. Якщо вважати визначальними критеріями захищеності верхніх водоносних горизонтів товщину і витриманість

водотривів, що перекривають водоносні горизонти, а також товщину і літологічний склад зони аерації, то регіонально найбільш захищеними є водоносні горизонти, розташовані у північно-західній частині Донецької області. Тут на великих вододільних просторах першим від поверхні є водоносний горизонт четвертинних еолово-делювіальних відкладень, що контролюється контуром розвитку водотривких червоно-бурих і строкатих глин.

Широке поширення перших від поверхні водотривів – товщ червоно-бурих і строкатих глин, а також невисокі фільтраційні властивості покриваючих їх еолово-делювіальних суглинків та глин створюють передумови для формування техногенних водоносних горизонтів і верховодок у межах міст і зрошувальних масивів. Ці товщі на вододільних просторах Донецької області розділяють обводнені четвертинні відклади та палеоген - неогенові, які залягають нижче[1].

За межами контуру розвитку водотривів четвертинні суглинки зазвичай безводні і рівні ґрунтових вод на схилах вододілів знаходяться на глибині 20 -30 м і більше у палеоген-неогенових і крейдових породах, що на півночі Донеччини є першими від поверхні водоносними горизонтами, умовно захищеними від забруднення.

За результатами наших досліджень на півдні області гідрогеологічні особливості території визначаються наявністю в межах Приазовського кристалічного масиву широко розвинутої кори вивітрювання кристалічних порід протерозою, що є основним колектором підземних вод. На межирічних просторах, безпосередньо на водоносному горизонті тріщинуватої зони кристалічних порід протерозою, майже повсюдно залягає водоносний горизонт четвертинних еолово-делювіальних відкладень, що має з ним гідравлічний зв'язок. Лише на локальних ділянках, де кора вивітрювання представлена каоліновими глинами і характеризується водотривкими властивостями, цей зв'язок порушується. Отже, водоносний горизонт тріщинуватої зони кристалічних порід протерозою в межах Приазовської височини є незахищеним.

У межах Причорноморської низовини у стратиграфічному розрізі відкладень, окрім вищеописаної водотривкої товщі червоно-бурих глин, є і такі водотривкі товщі, як понтичні, нижньосарматські і київські глини, що дозволяють привести розріз до трьохшарової геофільтраційної схеми, що визначає надійну захищеність цільових водоносних горизонтів від забруднення.

У цілому ж слід зазначити, що найнижчою захищеністю від забруднення характеризуються усі основні водоносні горизонти в долинах рік, де перші від поверхні водотриви червоно-бурих чи строкатих глин, як правило, розмиті. Найважливішим фактором природного захисту підземних вод північної та центральної Донеччини є напірний характер підземних вод мезозойських та палеозойських комплексів. Вони стримують інфільтрацію потоків забруднених розчинів і віджимають їх у верхні безнапірні горизонти. З глибиною занурення водоносних порід напори підземних вод збільшуються, а захищеність їх від забруднення зростає[7].

Факторами, які посилюють загрозу забруднення пестицидами підземних вод є також проникність відкладів долин рік Сіверського Дінця, Кальміуса, Самари, Крички, Мокрі Яли та інших, до яких в основному і приурочені родовища підземних вод, та водозабори які їх експлуатують.

Дослідження з вивчення вмісту пестицидів у підземних водах та ґрунтах виконувались на протязі шести років на території Донецької області. Це дозволило провести моніторинг змін їх концентрацій у різних геохімічних полях.

Згідно з інформаційними бюлетенями Артемівської ГРЕ за 1989-1995 рр., залишкова кількість пестицидів у підземних водах, відібраних зі свердловин діючих водозаборів та ґрунтів, які відбиралися на ділянках цих водозаборів, пробах води поверхневих водотоків визначались газохроматографічним методом. Визначався вміст пестицидів: ДДТ та його метаболіту ДДЕ, ГХЦГ та його ізомерів (α , β , γ), трефлану, фозалону, прометрину, атразину, симазину, карбофосу.

Вміст пестицидів у підземних водах в першу чергу характеризується кількістю їх використання на сільськогосподарських угіддях.

Використання пестицидів за період 1989 - 1994рр. (табл. 1) значно скоротилося (за винятком 1991 р.), що сприяло зменшенню забруднення і, відповідно, зменшенню виявлення залишкової кількості пестицидів як у ґрунтах так і у пробах води, відібраної із свердловин діючих водозаборів.

Потужність відкладів, покриваючих експлуатаційні водоносні горизонти змінюється від 0,0 – 5,0 м (водозабори Кіровський, Білянський, більшість свердловин Піскунівського водозабору, Красносільський, Скельовий, Богданівський, Докучаєвський-Центральний, Докучаєвський-Шевченківський та ін.) до 50,0 м (Тельманівський водозабір).

Переважає більшість водозаборів мають потужність відкладів, покриваючих експлуата-

Використання пестицидів на 1 га сільськогосподарських угідь по адміністративним районам
Донеччини

Адміністративний район	Внесення пестицидів по рокам, кг/га					
	1989	1990	1991	1992	1993	1994
1. Олександрівський	2,78	2,78	1,39	0,74	0,74	0,66
2. Амвросіївський	3,93	4,11	3,82	3,24	3,24	1,97
3. Артемівський	3,47	2,41	2,91	1,49	1,42	0,53
4. Великоновоселківський	2,64	3,03	1,93	1,24	1,42	0,68
5. Волноваський	2,45	3,27	2,2	1,86	1,86	1,16
6. Володарський	1,44	1,44	3,74	3,51	3,51	3,17
7. Добропільський	2,35	2,35	1,4	1,07	1,07	0,74
8. Костянтинівський	3,47	1,55	2,13	1,59	1,59	1,01
9. Красноармійський	2,98	2,98	2,30	1,92	1,92	1,62
10. Краснолиманський	1,56	2,28	8,27	2,06	2,06	5,20
11. Мар'їнський	2,61	2,61	2,56	2,56	2,56	2,5
12. Новоазовський	2,69	2,69	2,65	1,31	1,31	1,3
13. Першотравневий	1,8	1,28	1,35	0,52	0,52	0,28
14. Слов'янський	2,52	1,52	1,68	1,68	1,68	3,73
15. Старобешівський	3,33	3,1	3,38	2,11	2,11	1,56
16. Тельманівський	2,26	2,26	2,04	2,04	2,04	1,6
17. Шахтарський	0,65	1,14	1,51	1,36	1,36	1,42
18. Ясинуватський	4,68	1,03	1,0	1,33	1,33	0,8
Всього:	2,72	2,45	3,05	1,8	1,73	1,48

ційні водоносні горизонти, від 6,0 -10,0 м (Білокузьмінський, більшість свердловин П Донецького водозабору, Осиківський, Прибахмуцький) до 12,0 - 47,0 м (Дружківський, Амвросіївський, Комсомольський, Приморський, Успенівський, Слов'яногірський, Олександрівський, Краснолиманський та ін.)

По діючих водозаборах у пробах води було визначено від одного до п'яти пестицидів в концентраціях (мг/дм³): α - ГХЦГ - від $n \cdot 10^{-6}$ до $n \cdot 10^{-4}$; β - ГХЦГ – $n \cdot 10^{-5}$; γ - ГХЦГ - $n \cdot 10^{-6}$ до $n \cdot 10^{-5}$; ДДЕ - від $n \cdot 10^{-6}$ до $n \cdot 10^{-3}$; ДДТ - $n \cdot 10^{-5}$; Трефлан - від $n \cdot 10^{-6}$ до $n \cdot 10^{-5}$; Фозалон - від $n \cdot 10^{-5}$ до $n \cdot 10^{-4}$; Карбофос - $n \cdot 10^{-4}$.

Одночасно у пробах ґрунтів нами визначено від одного до шести пестицидів у концентраціях (мг/дм³): α - ГХЦГ від $n \cdot 10^{-4}$ до $n \cdot 10^{-2}$; β - ГХЦГ - від $n \cdot 10^{-4}$ до $n \cdot 10^{-2}$; γ - ГХЦГ - $n \cdot 10^{-4}$ до $n \cdot 10^{-3}$; ДДЕ - від $n \cdot 10^{-7}$ до $n \cdot 10^{-1}$; ДДТ - від $n \cdot 10^{-3}$ до $n \cdot 10^{-2}$; Трефлан - від $n \cdot 10^{-3}$ до $n \cdot 10^{-2}$; Карбофос - $n \cdot 10^{-2}$.

Результати наших визначень залишкової кількості пестицидів в підземних водах і ґрунтах свідчать про те, що найбільший вміст пестицидів визначено в пробах відібраних в травні - серпні, в період обробки сільськогосподарських угідь. У пробах ґрунту на ділянках таких водозаборів як Осиківський, Володарський, Тельманівський у деяких випадках наявність ДДЕ перевищувало ГДК в декілька разів, що свідчить про наявне забруднення зон санітарної

охорони. У жовтні місяці, коли обробка пестицидами припинялася, кількість визначених в воді пестицидів зменшувалася, а у більшості випадків вони взагалі були відсутні. Всі визначені в воді пестициди в межах ГДК.

Разом з відбором проб води зі свердловин питних водозаборів відбиралися проби води з поверхневих водотоків: р. Бахмутки, р. Наумиха, р. Сіверський Донець, Миронівського водосховища, каналу Сіверський Донець-Донбас. В пробах усіх цих джерел виявлені пестициди: α - ГХЦГ, ДДЕ – сліди, ДДТ від слідів до $4,0 \cdot 10^{-5}$ мг/дм³, γ - ГХЦГ- від слідів до $4,2 \cdot 10^{-6}$ мг/дм³. Присутність в водах поверхневих водотоків та підземних водах питних водозаборів пестициду ДДТ (та його метаболіту ДДЕ), який не використовується в нашій країні з 1970 року, свідчить про те що ретроспективне забруднення стійко зберігається[3]. Забруднення хлорорганічними пестицидами носить глобальний характер для поверхневих водотоків, що пов'язано значною мірою з їх стійкістю. Ці пестициди фактично виявляються у всіх об'єктах довкілля, в той час, як інші фіксуються у місцях їх застосувань [2]. В результаті процесів десорбції, пестициди, що накопичувалися у водовмісних породах водоносних горизонтів та у донних відкладах поверхневих водотоків, переходять у воду, яку потім використовують для питного водопостачання.

Рівень забруднення підземних вод пестицидами за результатами робіт 1987-1995 рр. є

нижчим за ГДК, але сумарний ефект їх дії з огляду на те, що вони посилюють дію інших антропогенних забруднювачів (радіонуклідів, важких металів) на організм людини не вивчений.

Інститутом геологічних наук НАН України досліджувались на вміст пестицидів питні та мінеральні води, поверхневі води озер Рапне та Сліпне, лікувальні грязі (пелоїди) курорту в м. Слов'янськ Донецької області. За своїми фізико-хімічними властивостями пелоїди оз. Сліпне належать до низько - мінералізованих середньосульфідних мулових грязей материкового підтипу, запаси яких складають біля 400 тис. м³. Родовище вважається цінним ресурсним резервом для оздоровниць східної частини України. Згідно аналізу отриманих даних відмічено перевищення ГДК по сумі пестициду ДДТ в 2,7 разу в мулах західної частини оз. Ріпне. Перевищення ГДК пестициду метафосу відмічено у лікувальних грязях та мулах західної і східної частин оз. Рапне – у 8,5; 18; 7,5 рази. У мінеральних водах, а також у воді оз. Сліпне встановлено наявність пестициду актеліку, вміст якого у воді взагалі не допускається [4].

Вміст пестицидів у підземних водах діючих питних водозаборів, та у мінеральних водах та лікувальних грязях курорту в м. Слов'янськ являє собою загрозу, так як є свідченням несприятливої екологічної ситуації у регіоні. Забруднена хімікатами вода, що поступає до організму людини разом з питною та мінеральною водами, викликає негативні наслідки у вигляді різноманітних захворювань хімічної етіології. Вона може бути причиною алергічних захворювань, різноманітних захворювань обміну речовин, органів дихання, серцево-судинної системи та онкологічних захворювань. Навіть при концентрації пестицидів у питній та мінераль-

ній водах нижче ГДК, вони є потенційно небезпечними тому, що сумарний ефект їх дії на організм людини є непередбачуваним і це потребує подальшого вивчення [4,5].

В останні роки в цілому по області відмічається зростання показників хімічного та мікробіологічного забруднення. У таких містах як Донецьк, Дзержинськ, Маріуполь, Краматорськ, Селідове ці показники перевищують середні по області.

Проведені дослідження свідчать про необхідність систематичного контролю за застосуванням засобів хімізації, проведенню фундаментальних досліджень зі встановлення основних закономірностей міграції пестицидів та розробки критеріїв оцінки загрози присутності асоціацій пестицидів у підземних водах та ґрунтах.

Висновки.

1. Як показали дослідження, основними джерелами забруднення пестицидами Донбасу є сільськогосподарські масиви, що обробляються пестицидами.

2. Умови міграції пестицидів у водних об'єктах визначаються сукупністю внутрішніх і зовнішніх факторів, до найголовніших з яких можна віднести розчинність пестицидів у воді, їх хімічну та біологічну стійкість, здатність до сорбції ґрунтами і породами.

3. При оцінці впливу пестицидів на підземну гідросферу треба враховувати фактори природної захищеності підземних вод, до яких належать: а) фільтраційні властивості, потужність (глибина залягання) і геохімічні особливості водовміщуючих порід; б) проникність водотривких товщ; в) динаміка підземних вод; г) співвідношення рівнів досліджуваного водоносного горизонту з рівнем того, який залягає вище; д) напірний характер підземних вод[7].

Література

1. *Гидрогеология СССР. Том 6. Донбасс / Под редакц. Д.И. Щеголева – М.: Недра, 1971.-480 с.*
2. *Гольдберг В.М., Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения/ - К.: Недра. Москва, 1984. – с.123.*
3. *Осокіна Н.П./ Содержание хлорорганических пестицидов в питьевой воде г. Киева // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. –№1, 2006. – С. 62-64.*
4. *Осокіна Н.П. Эколого-гигиеническая оценка содержания пестицидов в объектах окружающей среды Донбасского региона// Екологія довкілля та безпека життєдіяльності, 2002. - № 4. - С. 10-13.*
5. *Осокіна Н.П./ Содержание хлорорганических пестицидов в подземных водах и их влияние на безопасность жизнедеятельности населения Украины// [электронный ресурс] Институт геологических наук НАН Украины // <http://archive.nbuv.gov.ua> 2012 (дата звертання 24.11.2013).*
6. *Справочник по пестицидам: Гигиена применения и токсикология / Под ред. А.В. Павлова.- 3-е издание. –К.: Урожай, 1986. – 431 с.*
7. *Суярко В.Г. Экология подземной гидросферы Донбасса- К: Знание, 1997. -69с.*