

УДК 550.461:552.578(477)

**В.В.Карабин, Л.Й.Туркевич, О.Г.Яронтовський**

*Львів. Національний університет імені Івана Франка; ЛВ УкрДГРІ*

**НАФТОХІМІЧНЕ ЗАБРУДНЕННЯ ПРИПОВЕРХНЕВОЇ ГІДРОСФЕРИ  
УКРАЇНИ ТА ЙОГО ЕКОЛОГО-ГЕОХІМІЧНІ НАСЛІДКИ  
(на прикладі площ Передкарпаття)**

Геологорозвідувальні роботи, видобуток, переробка і транспортування вуглеводневої сировини чинять значне техногенне навантаження на екосферу України. За даними Мінекобезпеки, протягом 1994–1996 рр. [8] щорічні втрати нафти та продуктів її переробки лише внаслідок аварійних виливів становили близько 1000 т. У загальному об'ємі промислових відходів частка нафтохімічних і хімічних виробництв досягає в окремих регіонах України до 90%, а в Івано-Франківській та Львівській областях – 54–65% [5].

Причини нафтоорганічного забруднення приповерхневої гідролітосфери зумовлені природними й техногенними процесами. До перших, наприклад, належить надходження вуглеводневих флюїдів до поверхні у Бориславському, Долинському та інших нафтопромислових районах Передкарпаття, що зумовлене їхнім вертикальним розвантаженням тектонічно-послабленими каналами із глибинних зон надлишкового тиску. Проте у більшості випадків природної складової нафтоорганічного забруднення приповерхневих відкладів практично нема, а техногенна переважає і є визначальною. Техногенне забруднення довкілля органічними сполуками простежується вже на ранніх стадіях пошуково-розвідувальних робіт на нафту і газ. Цьому сприяють недосконалість і порушення природоохоронних вимог, а також хімічний склад компонентів бурового розчину та збагачення бурових відходів нафтоорганічними сполуками у разі розкриття продуктивних пластів під час будівництва нафтогазових свердловин.

Найнебезпечнішим є нафтохімічне забруднення поверхневих і ґрунтових вод, висока рухливість яких спричинює поширення забруднювачів на значні площі та у великій кількості. Наприклад, щорічно поверхневі води з території України виносять до 4000 т нафтопродуктів [8].

Масове використання поверхневих та приповерхневих (ґрунтових) вод потребує дотримання суворих санітарно-гігієнічних параметрів їхньої якості. У цьому випадку нафтоорганічні показники вод є одними із визначальних [1].

Забруднювачі нафтоорганічного походження навіть у невеликій кількості змінюють хімічну та біологічну рівновагу водного середовища. Передусім вони впливають на окисно-відновний потенціал. За даними С.Р.Крайнова та ін. [6], на окиснення 1 мг ненасичених вуглеводнів витрачається 3–4 мг кисню. Водночас верхні горизонти підземних вод містять, як правило, не більше 10 мг/л кисню. З іншого боку, внаслідок окиснення вуглеводнів утворюються не менш шкідливі спирти, феноли та інші сполуки, які, відповідно, зумовлюють низку хімічних реакцій. Усе це

змінює якість води, склад донних відкладів і перебіг біологічних процесів у водному середовищі, яке в підсумку стає токсичним для живих організмів.

Лабораторія геохімії та екології УкрДГРІ останні п'ять років проводить еколого-геохімічні дослідження техногенного впливу різних стадій будівництва та експлуатації нафтогазових свердловин на навколишнє середовище Передкарпаття. Зокрема, за цей час дослідженнями охоплено ділянки та прилеглі площі будівництва глибоких нафтогазових свердловин: Заводівська-76 (Зд-76), Мражницька-57 (Мр-57), Старосільська-44 (СтС-44) [2, 3], Південностинавська-3 (ПдСт-3), Блажівська-11 (Бл-11), Блажів-Монастирецька-2 (БлМ-2), Блажівська-3 (Бл-3), що розташовані у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину.

Комплекс еколого-геохімічних досліджень зосереджувався на вивченні рівня й ризику техногенного забруднення приповерхневої гідролітосфери цих площ, до якої належать ґрунти й породи зони аерації до глибини 3 м, поверхневі та ґрунтові води. Розглянемо детальніше результати вивчення стану поверхневих та ґрунтових вод.

За даними УкрДГРІ [2, 3], а також праці [6], одними з головних органічних забруднювачів вод при будівництві нафтогазових свердловин є нафтопродукти (НП) і феноли (Ф). Методика визначення НП і Ф у пробах різного фазового стану детально опрацьована УкрДГРІ і ґрунтується на екстракції НП чотирихлористим вуглецем, а Ф – хлороформом. Концентрації НП у досліджуваних зразках визначали за допомогою інфрачервоного (ІЧС-29), а Ф – ультрафіолетового (СФ-26) спектрофотометрів. Нижня межа визначень НП становила 0,05 мг, Ф – 0,001 мг на 1 літр рідини або 1 кг породи. Відносна похибка в обох випадках не перевищувала  $\pm 15\%$ .

Окрім того, для бурового розчину (БР) та бурових стічних вод (БСВ) визначали хімічну потребу у кисні (ХПК) методом окислення речовин розчином біхромату калію у кислому середовищі під час кип'ятіння [7]. Значення ХПК виявилися дуже високими (табл. 1).

Таблиця 1

Хімічна потреба у кисні та вміст нафтопродуктів і фенолів у БР і БСВ нафтогазових свердловин Передкарпаття

Об'єкт випробування	Вибій, м	ХПК, мг О <sub>2</sub> /л	Ф, мг/дм <sup>3</sup>	НП, мг/дм <sup>3</sup>	Кількість кисню для повного окислення НП, мг/дм <sup>3</sup>
БСВ, св. Бл-11	2797	1512,0	0,57	119,9	419,7
БР, св. Бл-11	2797	9072,0	1,47	753,6	2637,6
БР, св. Бл-11	3345	1564,0	4,2	101,1	353,9
БР, св. БлМ-2	4002	8640,0		837,9	2932,7

Результати перерахунку вмісту НП на кількість кисню, потрібного для їх повного окислення [3], свідчать про значну частку НП (23–34%), виявлених за описаною вище методикою, в органічному забрудненні досліджуваних речовин. БР, БСВ та буровий шлам (БШ) з усіх досліджуваних нами свердловин практично постійно містять НП і Ф у небезпечній кількості (табл. 2), що створює потенційну загрозу для екосфери довкілля.

За результатами досліджень з'ясовано дві причини надходження НП і Ф у БР та бурові відходи. Перша причина зумовлена використанням нафти і продуктів її переробки для приготування БР заданих властивостей, друга – збагаченням БР і боро-

вих відходів НП і Ф під час буріння внаслідок вимивання пластових флюїдів і низки термохімічних реакцій на вибої свердловини (табл. 3).

Таблиця 2

Вміст нафтоорганічних шкідливих речовин у бурових відходах нафтогазових свердловин Передкарпаття

Свердловина	Межі вмісту речовин					
	БШ, мг/кг		БР, мг/дм <sup>3</sup>		БСВ, мг/дм <sup>3</sup>	
	НП	Ф	НП	Ф	НП	Ф
Зд-76	26,79– 5331,45	0,0–3,89	24,27– 7227,0	3,74–21,12		
СтС-44	24,99– 3249,95	0,0–0,13	85,19– 824,7	1,78–5,36		
БлМ-2			184,5– 837,9	9,8		
Бл-11	4,9–3296,0	0,0,19– 3,10	54,2–753,6	1,47–19,50	21,4–963,4	0,020–1,7
ПдСт-3	798,0	Не виявл.				

Таблиця 3

Вміст нафтопродуктів і фенолів у хімічних реагентах і компонентах бурових розчинів Передкарпатських нафтогазових свердловин

Хімічні реагенти й компоненти	Вміст, мг/дм <sup>3</sup> – для рідин, мг/кг – для твердої фази	
	НП	Ф
Нафта природна (Старосамбірська-8)	230000,0	2135,0
Порошкоподібний вуглецевий реагент	417,96	2,45
Глина бентонітова	14,1	Не виявл.
Окислений бітум, зразок 1	84,0	0,295
Окислений бітум, зразок 2	99,2	0,305
Барит	16,4	Не виявл.
Гематит	41,3	Не виявл.
КССБ	Не виявл.	48,90
КЛСМ	Не виявл.	57,07

Внаслідок цього на всіх досліджуваних площах будівництва свердловин у поверхневих та ґрунтових водах простежується періодичне забруднення НП і Ф. Вектори кількісного зростання їхнього вмісту спрямовані на будівельно-виробничі майданчики, а пікові надходження пов'язані з технологічними циклами буріння та випробування свердловин. Токсичність забруднення поверхневих та ґрунтових вод ми оцінювали шляхом порівняння виявленого вмісту НП і Ф з контрольно-пороговими значеннями (табл. 4), тобто за рівнем коефіцієнтів токсичності.

Наприклад, у ставках біля ділянки будівництва свердловини Бл-11, яку досліджували протягом 1997–1998 рр., коефіцієнт токсичності вод, забруднених НП, змінювався від 0 до 141, забруднених Ф – від 0 до 21. У потічку, водозбірний басейн

якого охоплює межі виробничих майданчиків свердловин Бл-3, Бл-11, БлМ-2, у той же період коефіцієнт токсичності вод, забруднених Ф, досягав 690.

Таблиця 4

Контрольно-порогові значення показників нафтоорганічного забруднення стічних поверхневих і ґрунтових вод, за даними [3, 8]

Показники для контролю	Пороговий вміст показників забруднення для вод		
	стічних	поверхневих	ґрунтових
Гранично-допустима концентрація, мг/дм <sup>3</sup> : нафтопродуктів фенолів	50*	0,3 0,001	0,05** 0,001**
Максимальна концентрація речовини, яка дуже тривалий час не спричиняє змін у біохімічних процесах, мг/дм <sup>3</sup> : нафтопродуктів фенолів	3,0 0,3		
Допустимий поріг хімічної потреби у кисні, мг О <sub>2</sub> /л		25,0	25,0

Примітка: \* – для захоронення; \*\* – для питно-господарського вживання.

За периметром площі виробничого майданчика свердловини ПдСт-3, яка консервована з травня 1995 р., протягом 1997–1998 рр. зафіксоване періодичне забруднення поверхневих вод струмків і ґрунтових вод елювіально-делювіального горизонту. Коефіцієнт токсичності вод, забруднених НП, змінювався від 0 до 32, забруднених Ф – від 0 до 80. У цьому випадку надходження НП і Ф у навколишнє середовище є наслідком їхнього вимивання з ґрунтів бурового майданчика свердловини ПдСт-3 та порушення природоохоронних вимог її консервації, зокрема, зберігання бурових відходів у негерметичних місткостях.

Як свідчать результати досліджень, викиди шкідливих речовин у приповерхневу гідролітосферу відбуваються регулярно і пов'язані не з аварійними, а виробничо-технологічними причинами. З робочих місць бурових майданчиків та нагірно-відвідних каналів шкідливі речовини, у тім числі НП і Ф, вимиваються атмосферними водами на прилеглий рельєф. Водні розчини нафтоорганічних сполук поширюються на місцевості у складі поверхневого стоку, а фільтруючись через ґрунти та породи зони аерації, досягають ґрунтових вод.

Міграція водних розчинів нафтоорганічних сполук залежить від рельєфу місцевості, фільтраційно-проникних властивостей ґрунтів, хімічного складу розчинів, у тім числі ґрунтових, та ін. Ґрунти на вирівняних ділянках рельєфу відіграють роль акумулянта (депо), коли значна частка НП і Ф сорбується частинками порід і поступово вимивається залежно від циклів метеогенних опадів.

Біохімічне окиснення різних нафтопродуктів у збіднених киснем умовах відбувається повільно і триває роками. У цьому випадку побічні продукти окиснення у

вигляді переважно гідроксильних сполук, до яких належать і феноли, мають високу рухливість.

Сумарний ефект забруднення поверхневих і ґрунтових вод нафтоорганічними сполуками, що змиваються з ділянок будівництва нафтогазових свердловин та нафтопромислів, буває значним. Наприклад, у свердловинах, що розкривають алювіальний водоносний горизонт на першій надзаплавній терасі р. Стрий, нижче Стинавського нафтового родовища, токсичність вод, забруднених НП, змінюється від 1 до 10, забруднених Ф – від 3 до 50 .

У сільських колодязях навколо Блажівського, Монастирецького та інших нафтових родовищ дуже часто фіксують небезпечний вміст фенолів.

Дослідженнями УкрДГРІ виявлено, що швидкість просування забруднених розчинів, особливо фенольних, значна. З крутих схилів передкарпатських рельєфів у складі переважно поверхневого стоку вони збігають протягом декількох діб, чому сприяє розвинена гідрографічна сітка. У ярах, балках із виположеними тальвегами та у заплавах річок забруднені розчини шляхом конвективної фільтрації через делювіальні, пролювіальні та алювіальні відклади досягають ґрунтових та річкових вод.

За даними УкрДГРІ та ін. [2, 3], у підземних водах інфільтраційного живлення з алювіальних відкладів Стрийського родовища питних вод, якими, зокрема, користуються міста Стрий, Миколаїв, Львів, практично постійно є НП і Ф. Це потребує додаткових витрат для їхнього очищення. Подібних родовищ питно-господарських вод у Передкарпатті, що мають низьку природну захищеність від нафтохімічного забруднення, багато: це Самбірське, Стрийське, Урозьке у Львівській області, Чернівське, Надвірнянське, Снятинське – в Івано-Франківській.

#### Висновки

1. Бурові відходи нафтогазових свердловин містять у небезпечній для навколишнього середовища кількості шкідливі нафтоорганічні сполуки, зокрема, нафтопродукти й феноли.

2. Порушення природоохоронних вимог проведення технологічних процесів будівництва нафтогазових свердловин спричиняє міграцію у довкілля водних розчинів нафтоорганічних сполук і призводить до стійкого та періодичного забруднення поверхневих і ґрунтових вод.

3. Рівень техногенного впливу будівництва нафтогазових свердловин у Передкарпатті на навколишню гідросферу є високим, а ризик забруднення, з урахуванням транзитного характеру міграції водних розчинів та сумарного ефекту їх накопичення, – небезпечним.

1. *Безпамятнов Г.П., Кротов Ю.А.* Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде : Справочник. Л., 1985.
2. *Геохімічні дослідження поверхневих і ґрунтових вод з метою визначення можливого природного та техногенного забруднення рухомими формами токсичних елементів на ділянках глибокого буріння Бориславського УБР* : Звіт. Відп. викон. Г.І.Венгліньський, Львів, УкрДГРІ, 1994. Фонди УкрДГРІ.
3. *Геохімічні дослідження природного і техногенного забруднення ділянок бурових Бориславського УБР* : Звіт. Відп. викон. Г.І.Венгліньський. Львів, УкрДГРІ, 1995. Фонди УкрДГРІ.

4. *Дмитриев М.Т., Казнина Н.И., Пинигина И.А.* Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде : Справочник. М., 1989.
5. *Інформаційний бюлетень про стан геологічного середовища України за 1992–1993 роки.* К., 1994. № 13.
6. *Крайнов С.Р., Швец В.М.* Геохимия подземных вод хозяйственно-питьевого назначения. М., 1987.
7. *Лурье Ю.Ю.* Аналитическая химия природных вод. М., 1984.
8. *Яковлев С.О., Сляднєв В.О., Огняник М.С. та ін.* Нафтохімічне забруднення як новий фактор геологічного ризику геологічного середовища // *Мін. ресурси України.* 1998. № 1. С. 26–27.

**V.V.Karabyn, L.J.Tourkevych, O.G.Yarontovsky**  
*Lviv. Ivan Franko National University; Lviv Branch of UkrSGRI*

**OIL-CHEMICAL CONTAMINATION OF THE NEAR-SURFACE  
HYDROSPHERE OF THE UKRAINE AND ITS  
ECOLOGICAL-GEOCHEMICAL CONSEQUENCES  
(at the example of the Precarpathian areas)**

The results of ecological-geochemical investigations of technogenic influence of the deep oil-gas wells construction upon the near-surface hydrosphere of the Inner zone of Precarpathian deep are given. Analytical investigations established the stable presence of oil products and phenols in dangerous quantities in drilling waste, drilling mud and the components for its preparation. They are spread in the environment because of the violence of the nature protection demands and pollute the waters of the surface reservoirs, rivers, and also are being filtered into the underground horizons.

*Стаття надійшла до редколегії 27.03.2000*