

## ГІДРОГЕОЛОГІЯ, ІНЖЕНЕРНА ТА ЕКОЛОГІЧНА ГЕОЛОГІЯ

УДК 556.3: 553.98 (477.52/.6)

М. Рева, асп.  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
ННІ "Інститут геології", вул. Васильківська 90, м. Київ, 03022 Україна  
E-mail: Reva\_max@ukr.net

### СУПУТНЬО-ПЛАСТОВІ ВОДИ В СХІДНОМУ НАФТОГАЗОВОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ ЯК ДЖЕРЕЛО НЕБЕЗПЕКИ АБО ЦІННИЙ РЕСУРС

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. О.Є. Кошляковим)

*Мета дослідження – проаналізувати проблему видобування супутньо-пластових вод на нафтових та газових родовищах з точки зору їх впливу на навколишнє середовище та екологічну безпеку, а також можливості використання вод як сировини для видобутку корисних компонентів; визначити основні напрямки, за якими відбувається забруднення водоносних горизонтів, відкритих водойм та ґрунтів пластовими водами, що видобуваються разом із нафтою або газом; дослідити основні хімічні компоненти та сполуки, розчинені у супутньо-пластовій воді, за рахунок яких і виникає забруднення.*

*Проаналізовано екологічні проблеми, що були спричинені скиданням, просочуванням, зберіганням пластових вод як у світовому досвіді, так і у вітчизняному. Наведено приклади забруднення пластовими водами, які пройшли попередню очистку перед скиданням. Відповідно до цих прикладів встановлено, що для промислової нафтогазової геології України питання забруднення навколишнього природного середовища є актуальним для Східного нафтогазового регіону (Дніпрово-Донецька западина). Суть проблеми полягає в тому, що в результаті потрапляння пластової води в інші геологічні та екологічні системи навколишнього середовища буде порушена природна рівновага, що в подальшому призведе до ряду проблем. Серед основних можна виділити: забруднення водоносних горизонтів, які експлуатуються для питного та господарського водопостачання; забруднення поверхневих водойм; засолення родючих ґрунтів, які використовуються для ведення сільськогосподарства. Ці питання є досить актуальними, оскільки в адміністративному відношенні для даного регіону використання вище зазначених ресурсів з економічної точки зору, подекуди, є значнішим, ніж видобуток нафти та газу.*

*Запропоновано проводити моніторинг щодо визначення більшої кількості хімічних елементів та речовин, які містяться в пластовій воді, на початкових стадіях розробки та безпосередньо в процесі експлуатації. Це, в свою чергу, спростить вибір методу з оперативної локалізації забруднення, якщо таке буде, а також вибір методів очистки супутньо-видобутої води. Відомості про вміст таких компонентів, як Br, B, I, Li та інших, у цій воді дасть змогу розглядати її як сировину для їх видобутку.*

*Ключові слова: супутньо-пластова вода, довкілля, забруднення, пластова вода, засоленість, інфільтрація.*

**Вступ.** На сучасному етапі розвитку людства використання нафти є невід'ємною частиною його існування, проте на сьогодні гостро постає проблема збереження природного навколишнього середовища під час експлуатації родовищ. У процесі розвитку науки та техніки, поступального технологічного прогресу людство має змогу зменшувати використання нафти, хоча навіть за умови зменшення видобутку та експлуатації родовищ даного ресурсу, зберігається істотний негативний вплив на екологію. Особливо варто відзначити роль супутньо-видобутої води – пластових вод, які видобуваються разом із вуглеводнями, як одного із основних забруднюючих чинників.

Пластова вода є важливим елементом дослідження нафтогазових родовищ, що відіграє головну роль при формуванні нафтогазового родовища (забезпечуючи процес перенесення вуглеводнів до геологічних пасток, де вони в подальшому акумулюються), його збереженні, а також експлуатації. На сучасному етапі розвитку нафтогазової геології питанню впливу пластової води чи не найбільше уваги приділяють саме на стадії експлуатації родовища. Інтенсивна розробка родовищ призводить до потрапляння пластової води у стовпи експлуатаційних свердловин та її підйому на поверхню разом із нафтою. Вода до свердловин потрапляє двома шляхами: це власне пластова вода (рівень якої підіймається в процесі видобутку вуглеводнів за рахунок перепаду тисків) та закачана вода (яка нагнітається до експлуатаційного колектора з метою збільшення нафтовіддачі, що в подальшому може призвести до прориву водонафтового контакту (ВНК) та надходження даної води до свердловини). Вода, яка видобувається разом із нафтою, називається супутньо-видобутою. Значний відсоток води у флюїді, що видобувається, є серйозною проблемою, що призводить до підвищення собівартості видобутої нафти та в деяких випадках може спричинити нерентабельність експлуатації певних нафтових свердловин. Вилучений флюїд, який складається з на-

фти та води, піддається сепарації (відділенню води від нафти), в результаті чого на поверхні землі залишається вода, яку необхідно утилізувати. Утилізація видобутої води відбувається кількома шляхами, а саме:

- поверненням її до експлуатаційного пласта через нагнітальні свердловини з метою вторинного відновлення нафтовіддачі;
- зберіганням води у спеціальних резервуарах;
- скиданням її у водоносні горизонти.

Води нафтових родовищ (пластові води) за своєю природою є високомінералізованими та містять у своєму складі високу концентрацію важких металів. Утилізація сепарованої води зазначеними вище шляхами є досить небезпечною із екологічної точки зору, оскільки ці води можуть потрапляти до водоносних горизонтів, які експлуатуються для питного та господарського водопостачання. Особливо гостро це питання постає у нафтових провінціях, густонаселених регіонах та територіях, у межах яких протягом тривалого часу йде розробка нафтових родовищ і де є проблеми з питним водопостачанням, наприклад для країн Перської затоки.

**Актуальність.** Для України проблема утилізації та захоронення супутньо-видобутої води є не менш актуальною, оскільки основним нафтогазовим регіоном є Дніпрово-Донецька западина (Дніпрово-Донецький артезіанський басейн). У даному регіоні значна кількість нафто-газових родовищ знаходиться на кінцевих стадіях розробки та характеризується низьким відсотковим вмістом вуглеводнів у видобутій сировині. На території, що її займає дана геологічна структура, багато населених пунктів, які для питного та господарського водопостачання використовують води верхніх водоносних горизонтів та комплексів артезіанського басейну. У процесі експлуатації нафтових свердловин існує можливість потрапляння пластових вод у дані водоносні горизонти з подальшим їх забрудненням. Останнє можливе декількома шляхами:

- при поверненні пластових вод назад у колектори з метою підтримання пластового тиску;

- за рахунок зносу експлуатаційного та нагнітально-го обладнання;

- через пошкодження та руйнацію цементної обсад-ки свердловин;

- за рахунок інфільтрації та виливів із відстійників.

Масштаб та інтенсивність впливу цих вод на геохі-мію природних систем часто є більш вагомим чинником, ніж вплив власне нафти й нафтопродуктів [6].

#### **Виклад основного матеріалу. Вплив пластової води на оточуюче середовище та методи боротьби з ним.**

В США проблема забруднення супутньо-видобутою водою постала в 1955-1970 рр. ХХ ст. Зокрема, штати Огайо, Пенсильванія та Техас мають три-валу історію з видобутку нафти. У середині ХХ ст із доломітів та вапняків кембрійського віку за допомогою свердловин глибиною 1000-1400 м разом із нафтою почали видобувати значну кількість води, яка представляла собою розсоли з вмістом хлоридів від 35 до 150 г/дм<sup>3</sup>. Через брак досвіду промислові геологи не знали, що робити з цією водою. Зокрема, частину її закачували назад у колектори для підтримки пластово-го тиску, а частину скидали у спеціально створені аера-ційні басейни. Ці басейни представляли собою просто вириті котловани незначної глибини, але з великої площі. За проектом супутньо-видобута вода мала в них просто випаровуватися, а розчинені солі та важкі метали випадати в осад та адсорбуватися ґрунтами дна та стінок котловану. Але, як показала практика, більшість цієї води не випаровувалася, а інфільтрувалася, створюючи ареали забруднення у вигляді засолення ґрунтів та водоносних горизонтів. Також деякі видобувні компанії з метою економії коштів на утилізацію, супутньо-пластову воду просто зливали у болота, яри та інші місця, які, на їхню думку, не становили ніякої цінності. Як результат, у штаті Огайо виникли екологічні проблеми, пов'язані із засоленням. Це виявлялося у засоленні ставків, озер та річок з повільним водообміном, а також водоносних горизонтів. Так, землевласник з округу Морроу в південно-східній частині штату навесні 1967 р. помітив, що вода з його колодязя глибиною 15 м має відчутний солоний смак. Коли він використав цю воду для зрошення саду, велика частина дерев та кущів за-гнула, вода почала роз'їдати сантехніку. Проби води, відібрані зі свердловини в травні 1967 р., містили 2,8 г/дм<sup>3</sup> хлориду, що перевищувало у понад 10 разів норму, встановлену "Службою суспільної охорони здо-ров'я США" в 0,25 г/дм<sup>3</sup> для питної води (1962). У вересні другий аналіз показав вміст хлориду 3,3 г/дм<sup>3</sup>, що збільшився приблизно на 12% всього за чотири місяці. Нафтова компанія, власник кількох видобувних сверд-ловин, що оточували власність фермера, була стурбо-вана й закачувала в свердловину прісні води протягом приблизно трьох днів, щоб очистити водоносний гори-зонт. У травні 1968 р. проба зі свердловини містила 5,65 г/дм<sup>3</sup> хлориду, а у вересні інша – 7,6 г/дм<sup>3</sup>. У листопаді 1969 р. концентрація хлориду досягла 7,7 г/дм<sup>3</sup>. Дослідниками було встановлено причину забруднення, це виявилися кілька "випаровувальних" ям, які раніше існували у безпосередній близькості до території за-бруднення. Одна з них розташовувалася на відстані 180 м від колодязя фермера, ці ями в 1964 і 1965 рр. були заповнені та залишені на "випаровування". Подібні випадки неодноразово було зафіксовано в окрузі Мо-рроу. Також фіксувалися значні забруднення річок, озер, ставків та засолення родючих ґрунтів. У деяких містах довелося бурити нові водозабірні свердловини на більшій глибини та в інших місцях по причині підви-

щеного вмісту хлоридів у межах старих свердловин, які використовувалися для водопостачання міст [9].

В Україні проблема сольового забруднення пласто-вими водами ґрунтових вод виникла у межах Північно-Долинського нафтогазоконденсатного родовища, де застосовують систему для підтримки пластового тиску. Пластові води вигодської, поляницької, бистрицької та середньоменілітової світ родовища представляють со-бою мінералізовані води з мінералізацією від 40,21 г/дм<sup>3</sup> до розсолів з мінералізацією 157 г/дм<sup>3</sup>. До-слідженнями встановлено, що у межах родовища у на-вколишніх селах Яворів та Гузіїв пройшло значне со-льове забруднення підземних вод (до 6,5 г/дм<sup>3</sup>), що призвело до неможливості їх використання для питного та господарського споживання [3].

В Україні з проблемою супутньо-видобутої води сти-каються у Сумській області, де є родовища, в яких на одиницю видобутої речовини припадає лише 10% наф-ти, все інше складає супутньо-видобута пластова вода. Частина цих вод закачується назад у горизонт з метою підтримки пластових тисків, що частково вирішує пи-тання утилізації, а решта скидається у відстійники. До найбільших з них належать Качанівський та Глинсько-Розбишівський, сумарна потужність полігонів скаладає 15000 м<sup>3</sup>/добу. Розвинена система відводів високого тиску, насосні станції, дільниці підготовки води – потен-ційні джерела забруднення ґрунтів, поверхневих і під-земних вод у районі родовищ. Тільки зареєстрованих проривів трубопроводів відбувається близько 1000 на рік. Середні втрати води при одному прориві складають 1-5 м<sup>3</sup> [6].

Супутньо-промислові води з продуктивних гори-зонтів родовищ Сумської області є хлоридними натрій-кальцієвими розсолами з мінералізацією до 300 г/дм<sup>3</sup> і концентраціями багатьох компонентів, що перевищують ГДК для питних вод у сотні разів (табл. 1) [6]. Тому на-віть незначні втрати промислових вод призводять до серйозних змін у складі прісних поверхневих і підзем-них вод верхнього горизонту [1].

Вплив пластових вод на ґрунтові є вагомим елемен-том дослідження при розробці нафтових та газових родовищ. Для цього промислові нафтогазові гідрогео-логи використовують різноманітні методики з моделю-вання процесів заводнення родовищ, шляхів та втрат пластових вод у водоносні горизонти, моделювання поширення забруднюючої води по горизонту, створю-ють системи моніторингу з дослідження водоносних горизонтів. Головна особливість моніторингу полягає у дослідженні пластових вод, потенційно незахищених водоносних горизонтів та поверхневих водойм на зміні концентрацій хімічних елементів у воді. Для цього не-обхідно проводити спеціалізовані комплексні хімічні аналізи води стосовно таких елементів: Na, K, Mg, Ba, Sr, SO<sub>4</sub>, Cl, Ca, Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn та ін.

Ученими ВАТ "Укрнафта" на родовищах Сумської області в результаті досліджень було розроблено певні методи для виявлення забруднення пластовими водами. Суть методів полягає в тому, що пластова вода за своєю природою є високомінералізованою (переважно, хлоридно-натрієвою). Відповідно, хлор є найбільш летким компонентом порівняно з усіма ін-шими, властивими пластовій воді. Виходячи з цього, запропоновано проводити хімічний аналіз вод для ви-явлення зміни концентрацій хлору у водоносних гори-зонтах та ґрунтах, куди можливе потраплення пласто-вої води. Тобто хлор є своєрідним індикатором щодо виявлення забруднення, це дає змогу швидко реагу-вати для локалізації забруднення [6].

Таблиця 1

## Вміст хімічних компонентів у пластовій воді родовищ Сумської області

Показник	ГДК, мг/дм <sup>3</sup>	Коливання концентрацій, мг/дм <sup>3</sup>		Перевищення ГДК, раз
		від	до	
Сухий залишок	1000	146250	192750	146-193
Cl	350	91218	116475	260-332
SO <sub>4</sub>	500	20	503	-
Ca	180	7925	9743	44-54
Mg	40	1518	1900	38-47
Na	200	34225	47950	170-240
K	50	298	618	6-12
Sr	7	290	444	41-63
Cs	-	0,188	0,249	-
Li	0,03	3,650	4,750	122-158
I	-	3,98	9,79	-
Br	0,2	96,8	143,0	483-715
Ba	0,1	41,0	91,8	410-920
Fe	0,3	26,3	100,0	87-333
Mn	0,1	1,38	11,19	14-112
Cu	1	0,25	1,388	1,4
Cr	0,05	0,88	2,50	17-50
Pb	0,03	0,63	2,67	21-89
Sn	2	0,63	8,42	4,2
Bi	0,1	0,28	2,60	2,8-26
Ni	0,1	0,50	3,08	5-31
Co	0,1	1,00	1,50	10-15
Ti	0,1	0,75	9,25	7-92
Ag	0,05	0,125	0,906	2,5-18
La	0,01	1,22	9,20	120-920
Al	0,5	1,25	69,25	2,5-140
Si	10	27,5	120,0	3-12
B	0,5	27,1	140,7	54-283
Rb	0,1	<0,05	0,30	3

Слід зазначити, що процес виявлення самого факту забруднення не може бути шляхом вирішення проблеми забруднення пластовими водами. Найліпшим виходом можна вважати процес запобігання такому забрудненню, коли промислові нафтовики перед тим, як скидати супутньо-пластові води у відстійники чи у відкриті водойми, проводять їх попередню очистку.

**Досвід використання попередньої очистки.** З досвідом використання попередньої очистки добре ознайомлені видобувні компанії та вчені Перської затоки. За рахунок того, що проблема забезпечення запасами прісних вод населення цих країн стоїть особливо гостро, після виникнення декількох фактів забруднення (за-солоння) ґрунтів та водоносних горизонтів на нафтових

родовищах цих країн, даному питанню приділяється багато уваги. Одним із методів, який дозволяє мінімізувати шкоду на навколишнє середовище в боротьбі із супутньо-видобутими водами, є необхідне проведення їх попередньої очистки. Для очистки цих вод існує багато методів. Аяд Аль-Халім та Ахмед Абдулла, вчені наукового університету Багдаду, дослідили такі методи, зокрема: метод біологічної очистки, зворотного осмосу, вугільної очистки, гравітаційний метод, озонування та ін. Дослідження проводилися на родовищі Румайла в Західній Курні (Ірак). Для цього було відібрано 5 проб пластової води із різних свердловин родовища (табл. 2) та проведений комплексний хімічний аналіз.

Таблиця 2

## Вміст хімічних компонентів у пластовій воді на родовищі Румайла

Показник	Вміст компонента у воді, мг/дм <sup>3</sup>					Вміст компонентів після проведення зворотного осмосу, мг/дм <sup>3</sup>
	Точка відбору 1	Точка відбору 2	Точка відбору 3	Точка відбору 4	Точка відбору 5	
Na	35000	25000	28000	19700	22000	100
K	720	450	410	250	220	10
Mg	390	810	670	520	480	-
Ba	280	190	180	220	200	10
Sr	720	580	630	590	500	15
SO <sub>4</sub>	80	100	190	110	130	-
Cl	65000	66000	67100	62000	61000	150
Ca	5500	4400	4100	4000	4700	70
Cd	30	25	26	29	21	-
Cr	110	90	95	90	100	-
Cu	100	85	90	75	95	-
Pb	280	210	220	160	150	15
Ni	190	170	180	130	140	-
Zn	150	88	99	110	120	-
HCO <sub>3</sub>	650	600	610	700	630	10
Ph	8,2	8,5	8,6	8,4	8,1	7,4
Сумарний вміст розчинених часток	8000	7500	8100	7600	7900	310
Розчинена нафта	600	650	670	640	710	15

Наступним етапом було проведення аналізу кожного із методів з очистки води, їхньої ефективності та собівартості застосування. У результаті всі вони дали гарні результати, але, на думку вчених, найефективнішим виявився метод зворотного осмосу. Після проведення очистки супутньо-видобута вода використовувалася для підтримки пластового тиску та скидалася в інфільтраційні басейни. Спершу чітко виражених екологічних наслідків скидання води не спостерігалось. Пізніше було виявлено вплив очищених вод на екологію, ця вода, потрапляючи до відкритих водойм у значних кількостях, змішувалася з водами та викликала зменшення концентрації фосфатів, що, у свою чергу, призвело до зменшення кількості планктонних організмів та всього біологічного ланцюга, який від них залежить [7].

З подібною ситуацією із впливу очищеної супутньо-видобутої води на навколишнє середовище зіштовхнувся на родовищі в Нігерії. Але там спостерігалася проблема зменшення концентрацій розчиненого кисню ( $O_2$ ) у воді, що, в подальшому, також вплинуло на біологічну активність живих організмів [8].

**Дослідження проблеми для українського Східно-го нафтового регіону.** Дніпро-Донецька западина, або Східний регіон (Чернігівська, Сумська, Полтавська, Харківська, Дніпропетровська області), налічує 76 родовищ. Незважаючи на те, що цей регіон відкритий практично в післявоєнний період, його частка в поточному видобутку є вирішальною й складає близько 75%.

Східний регіон не тільки багатий запасами нафти та газу, але й з досить потужним аграрним сектором, на розвиток якого впливають родючі ґрунти та сприятливі фізико-географічні умови. Наприклад, економічний потенціал Полтавської області майже на 67% залежить від агропромислового комплексу. Тож збереження родючості ґрунтів, поверхневих водойм та підземних горизонтів у цьому регіоні є першочерговим завданням.

Родовища Дніпро-Донецької западини характеризуються сприятливими геологічними умовами для видобутку нафти. У багатьох покладах пористість порід сягає 20-23%, потужність пластів змінюється від 3-5 до 20-30 м, часто мають місце активні тиски від підшвиної й контурної води, що підвищує ефективність розробки покладів нафти.

За рахунок геологічних умов більшість родовищ перебуває на останніх етапах розробки, де виснаження ресурсів складає від 60 до 80%. І тому разом із нафтою можливий видобуток супутньо-пластової води. На українських родовищах супутньо-пластову воду із середини 70-х років закачують назад у пласти для підтримки тисків. Зокрема, з метою інтенсифікації заводнодується 25 родовищ, у які закачується 12 млн. м<sup>3</sup> води щорічно [2].

Таким чином, нафтовидобувні компанії Східного регіону зобов'язані унеможливити потрапляння супутньо-видобутих пластових вод у навколишнє природне середовище, оскільки це може викликати засолення родючих ґрунтів, поверхневих водойм та водоносних горизонтів, які експлуатуються для питного та господарського водопостачання. Для цього регіону дане питання стоїть особливо гостро, оскільки виникнення засолення може мати не тільки суттєві негативні екологічні наслідки, але й здатне вплинути на економіку регіону, зіпсувавши землі, придатні для ведення сільського господарства.

Високий ступінь мінералізації пластових вод нафтових та газових родовищ у поєднанні із сучасними технологіями дозволяє розглядати їх не як затратний елемент розробки нафтових родовищ, а як цінну сировину для видобутку хімічних компонентів, таких як літій, йод, бром, бор, стронцій та ін. Тобто, можемо назвати супутньо-пластові води промисловими. В світі з пластових вод нафтових родовищ щорічно отримують значну кількість цінних ресурсів. Наприклад, у США – літій видобувають приблизно 16 тис. т/рік, бром – до 190 тис. т/рік, оксиду магнію – до 750 тис. т/рік, кухонної солі – приблизно

1600 тис. т/рік; у Японії – йоду – до 7 тис. т/рік; у Італії – боратів приблизно 35 тис. т/рік. У нафтових провінціях колишнього СРСР із супутньо-пластових вод на нафтових родовищах подекуди видобувають лише йод та бром [5]. Хоча останніми роками у вивченні даного питання зробили великий крок азербайджанські та російські вчені. За рахунок цього, на родовищ Західного Сибіру почали видобувати стронцій та барій.

Азербайджанськими вченими була проведена техніко-економічна оцінка використання пластових вод на родовищах Апшеронського півострова. Ними встановлено, що на кожну тону видобутої нафти в середньому припадає 24 т видобутої пластової води. Мінералізація води продуктивних товщ коливається від 200-220 г/дм<sup>3</sup> у нижній частині та 12,6 г/дм<sup>3</sup> у верхній частині. На ці 24 т пластової води припадає 1,59 т солей, з яких: NaCl – 1380 кг, KCl – 6.4 кг, MgCl<sub>2</sub> – 64 кг, CaCl<sub>2</sub> – 43 кг, CaCO<sub>3</sub> – 50 кг, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> – 16 кг, J – 0,5 кг, Br – 2,0 кг, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 11 кг, Sr – 1 кг та ін. Зі значної кількості компонентів та елементів, які містяться в складі супутньо-видобутих вод із середньою мінералізацією 75-80 г/дм<sup>3</sup>, що видобуваються з 1 т нафти, вартість тільки хлоридів Na, K, Ca, Mg, карбонату кальцію, J, Br і Sr (за цінами на міжнародних ринках) становить 250-260 у.о., тобто більше вартості 1 т нафти [4].

**Висновки.** Отже, вплив, який може бути викликаний супутньо-видобутими водами на навколишнє середовище, є досить вагомим та має не тільки екологічні, але й похідні від них економічні наслідки. Бачимо також, що технології "випаровувальних" ям та кар'єрів-відстійників для зберігання супутньо-видобутої води є неефективними.

На сьогодні існує багато методів очистки цієї води, які можуть дати непогані результати, але вибір кожного із методів, у першу чергу, залежить від попередньої інформації щодо фізико-хімічних властивостей пластової води. Так, варто досліджувати пластову воду на перших етапах експлуатації родовищ, що, в подальшому, дає змогу швидко реагувати та застосовувати той чи інший метод щодо локалізації забруднення. На жаль, більшість хімічних компонентів та їхніх сполук на українських родовищах визначають при виникненні проблеми утилізації видобутої пластової води. Це не дає змоги оперативно визначити метод утилізації чи зберігання цих вод без шкоди довкіллу. Говорити, що в Україні на перших етапах розробки родовищ не проводять хімічний аналіз пластової води не можна. Але цей аналіз проводять стосовно визначення основного аніонно-катіонного складу ( $HCO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ , Cl, Ca, Mg, Na+K) та специфічних компонентів, таких як I, Br, B,  $NH_4^+$ , наявність цих специфічних компонентів та певний вміст основних визначають з метою встановлення наявності нафти чи газу в колекторі, а не з метою оцінки подальшого впливу пластових вод на навколишнє природне середовище. Тому для проб пластової води необхідно проводити одразу комплексний хімічний аналіз.

Результати комплексного аналізу дадуть змогу розглядати видобуту пластову воду не як затратний елемент при видобутку нафти чи газу, який необхідно утилізувати, тим самим збільшуючи собівартість видобутого вуглеводню, а як сировину, з якої можна вилучати цінні компоненти. За рахунок сучасного розвитку науки й техніки на деяких родовищах світу практикують видобуток із супутньо-пластових вод стронцію, бром, літій, йоду та інших хімічних компонентів. Таким чином, цю воду можна розглядати як сировину, а басейни-відстійники – як техногенні родовища.

Проаналізувавши наведені результати комплексного хімічного аналізу проб води на відстійниках Сумської області, бачимо, що вміст певних компонентів є досить вагомим. Та, зважаючи на досвід провідних нафтовидобувних компаній та країн світу, можна розглядати пластові води на родовищах Сумщини як потенційну сировину. Враховуючи, що всі пластові води нафтових

родовищ Дніпрово-Донецької западини є високомінералізованими або розсолами, вони всі можуть розглядатись як гідромінеральна сировина. Але це питання потребує більш детального, не тільки гідрогеологічного, а й економічного, вивчення з огляду на рентабельність їх вилучення. Для цього необхідне виконання детальних хімічних аналізів води на стадіях розвідки та початкових стадіях розробки нафтових родовищ.

#### Список використаних джерел

1. Васильев А. Н., Прогноз техногенного засоления почв на нефтепромыслах в северо-восточном регионе Украины / А. Н. Васильев, Н. Е. Журавель, В. П. Клочко. – Харьков : Экограф, 1999. – 86 с.
2. Від вогню та води до електрики [Електронний ресурс] / [В. І. Бондаренко, Г. Б. Варламов, І. А. Вольчин та ін.] // Енергетика. – 2013. – Режим доступу до ресурсу : <http://energetika.in.ua/ua/books/book-1/part-2/section-8/8-6>.
3. Депутат Б. Ю. Підвищення екологічної безпеки нафтових родовищ на кінцевій стадії розробки : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 21.06.01 / Депутат Богдан Юліанович. – Івано-Франківськ, 2006. – 15 с.
4. Мехтиев У. Ш. Воды нефтегазовых месторождений Абшеронского полуострова как сырье для получения ценных компонентов / У. Ш. Мехтиев, Ф. М. Гаджиев // Фундаментальные проблемы нефтегазовой гидрогеологии : Мат-лы междунар. конф., посвящ. 80-летию А. А. Карцева. – М.: ГЕОС, 2005. С. 309–312.
5. Пугач О. П. Технологии для переработки попутных подземных вод [Електронний ресурс] / О. П. Пугач, О. В. Уланова, Е. В. Зелінська // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) : Неделя горняка-2002 : семинар №21 ; Иркутский государственный университет. – Иркутск, 2003. – № 8. – Режим доступа : <http://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-dlya-pererabotki-poputnyh-podzemnyh-vod>.
6. Система оцінки та прогнозу санітарно-гігієнічного стану питних підземних і поверхневих вод в районах розташування підприємств ВАТ "Укрнафта" / М. Ю. Журавель, П. В. Клочко, В. М. Бульбас, Г. А. Лісовий // Нафтова і газова промисловість. – 1998. – №3. – С. 5–11.
7. Ayad A. Al-Haleem, Components and Treatments of Oilfield Produced Water / Ayad A. Al-Haleem, Hamed H. Abdulah // Al-Khwarizmi Engineering Journal. – 2010. – Vol. 6, №1. – P. 24-30.

M. Reva, PhD Student  
Institute of Geology, Taras Shevchenko National University of Kyiv  
90 Vasylkivska Str., Kyiv, 03022 Ukraine  
E-mail: Reva\_max@ukr.net

### PRODUSED WATER – SOURCE OF POLLUTION OR VALUABLE RESOURCE IN THE EASTERN OIL REGION, UKRAINE

*The paper describes the problem of extracting stratal water in the oil and gas fields. The author analyzes how this water can affect the environment and its security. The article defines the main directions and factors related to the pollution of aquifers, surface water and soil stratal waters. The purpose of the study is to investigate the basic components and chemical compounds which are dissolved in produced water and cause the pollution. The paper analyzes the environmental problems which were caused as a result of discharge, infiltration and storage of water reservoir. Examples of pollution of stratal waters which were pre-cleaned before discharging are also described. These problems are taken and described on the basis of Ukrainian and international experience. These examples show that the issue of environmental pollution is important for Ukrainian oil and gas geology in eastern oil region (the Dnieper-Donets basin). We investigated the problems, which occurs after entering of the water reservoir into other geological and ecological systems. This causes the disturbance of natural equilibrium and further raises a number of other problems. The author highlights the main problems – pollution of aquifers exploited for drinking and household water supply, pollution of surface waters, and salinization of fertile agriculture soils. These issues are very relevant because the land and water using is more important than the oil and gas extraction. The monitoring for the determination of the chemical elements and contained compounds in reservoir water at the early stages of development and directly during the operation is proposed. This will simplify the selection of the methods for operational localization of the pollution and methods for purification of produced water. General information about the content of such components as Br, B, I, Li and others in the extracted water gives the possibility to consideration this raw material for production.*

**Keywords:** produced water, environment, pollution, stratal water, salinity, infiltration.

M. Рева, асп.  
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко  
УНИ "Институт геологии", ул. Васильковская, 90, г. Киев, 03022, Украина  
E-mail: Reva\_max@ukr.net

### ПОПУТНО-ПЛАСТОВЫЕ ВОДЫ В ВОСТОЧНОМ НЕФТЕГАЗОВОМ РЕГИОНЕ УКРАИНЫ КАК ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ ИЛИ ЦЕННЫЙ РЕСУРС

*Цель исследования – проанализировать проблему добычи попутно-пластовых вод на нефтяных и газовых месторождениях с точки зрения их влияния на окружающую среду и экологическую безопасность; определить основные направления, по которым происходит загрязнение водоносных горизонтов, открытых водоемов и почв пластовыми водами добываемыми вместе с нефтью или газом; исследовать основные химические компоненты и соединения, которые растворены в попутно-пластовой воде и именно за счет которых и возникает загрязнение.*

*Проанализированы экологические проблемы, вызванные сбросом, инфильтрацией, хранением пластовых вод, как на мировом, так и на отечественном опыте, приведены примеры загрязнения пластовыми водами, которые прошли предварительную очистку перед сбросом. На этих примерах показано, что для промышленной нефтегазовой геологии Украины вопрос загрязнения окружающей среды является актуальным для Восточного нефтегазового региона (Днепро-Донецкая впадина). Суть проблемы заключается в том, что в случае попадания пластовой воды в геологические и экологические системы окружающей среды будет нарушено естественное равновесие, что в дальнейшем вызовет ряд проблем. Среди основных из них можно выделить: загрязнение водоносных горизонтов, эксплуатируемых для питьевого и хозяйственного водоснабжения; загрязнение поверхностных водоемов; засоление плодородных почв, используемых для ведения сельского хозяйства. Эти вопросы являются весьма актуальными, поскольку в административном отношении для данного региона использование вышеуказанных ресурсов с экономической точки зрения иногда является более значимым, чем добыча нефти и газа.*

*В статье предлагается проводить мониторинг по определению большего количества химических элементов и веществ, которые содержатся в пластовой воде на начальных стадиях разработки и непосредственно в процессе эксплуатации. Это, в свою очередь, упростит выбор метода при необходимости оперативной локализации загрязнения. Кроме того, сведения о содержании таких компонентов, как Br, B, I, Li и др. позволят рассматривать ее как сырье по их добыче.*

**Ключевые слова:** попутно-пластовая вода, окружающая среда, загрязнение, пластовая вода, засоленность, инфильтрация.

8. Obire O., The Environmental Impact of Oilfield Formation Water on a Freshwater Stream in Nigeria / O. Obire, F. O. Amusan // J. Appl. Sci. Environ. Mgt. – 2003. – Vol. 7(1). – P. 61–66.
9. Pettyjohn W. A. Water Pollution by Oil-Field Brines and Related Industrial Wastes in Ohio / W. A. Pettyjohn // Ohio Journal of Science (Ohio Academy of Science). – 1971, September. – Volume 71, Issue 5. – P. 257-269.

#### References

1. Vasylev, A.N., Zhuravel, N.E., Klochko V.P. (1999). Prognoz tekhnogennogo zasoleniia pochv na neftepromyslakh v severo-vostochnom regione Ukrainy. Kharkov. [In Russian].
2. Bondarenko, V.I., Varlamov, H.B., Volchyn I.A. et al. (2013). Vid vohniu ta vody do elektryky. Enerhetyka. Retrieved from <http://energetika.in.ua/ua/books/book-1/part-2/section-8/8-6>. [In Ukrainian].
3. Deputat, B.Yu. (2006). Pidvyshchennia ekolohichnoi bezpeky naftovykh rodovysykh na kintsevi stadii rozrobky. Extended abstract of PhD dissertation (Ecological Safety). Ivano-Frankivsk. [In Ukrainian].
4. Mekhtyev, U.Sh., Hadzhyev, F.M. (2005). Vody neftegazovykh mestorozhdenii Absheeronskogo poluostrova kak syre dlia poluchenii tsennykh komponentov. Fundamentalnye problemy neftegazovoi gidrogeologii: Proceedings of the International Conference. To the 80th anniversary of A.A. Kartsev. (pp. 309-312). Moscow: HEOS. [In Russian].
5. Puhach, O.P., Ulanova, O.V., Zelynskaia, E.V. (2003). Tekhnolohyyi Tekhnolohii dlia pererabotki poputnykh podzemnykh vod. Gornyi informaciiionno-analiticheskii biulleten' - Nedelia horniaka-2002: semynar №21, 8. Irkutskii gosudarstvennyi universitet. Retrieved from <http://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-dlya-pererabotki-poputnyh-podzemnyh-vod>. [In Russian].
6. Zhuravel, M.Yu., Klochko, P.V., Bulbas, V.M., Lisovyi, H.A. (1998). Sistema otsinky ta prohnozu sanitarno-higienichnoho stanu pytnykh pidzemnykh i poverkhnivykh vod v raionakh roztashuvannia pidpriemstv VAT "Ukrnafta". Naftova i hazova promyslovis't. 3, 5-11. [In Ukrainian].
7. Ayad A. Al-Haleem, Hamed H. Abdulah (2010). Components and Treatments of Oilfield Produced Water. Al-Khwarizmi Engineering Journal, 6, 1, 24-30.
8. Obire, O., Amusan, F.O. (2003). The Environmental Impact of Oilfield Formation Water on a Freshwater Stream in Nigeria. J. Appl. Sci. Environ. Mgt., 7(1), 61-66.
9. Pettyjohn, A.W. (1971). Water Pollution by Oil-Field Brines and Related Industrial Wastes in Ohio. Ohio Journal of Science (Ohio Academy of Science), September, 71, 5, 257-269.

Надійшла до редколегії 12.02.16