

## **ПОТЕНЦІЙНІ ЕКОЛОГІЧНІ НЕБЕЗПЕКИ У ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НАФТОВИХ РОДОВИЩ НА КІНЦЕВІЙ СТАДІЇ РОЗРОБКИ (НА ПРИКЛАДІ ПІВНІЧНОДОЛИНСЬКОГО ТА ДОЛИНСЬКОГО РОДОВИЩ)**

**В.З.Сабан, Я.М.Семчук**

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. 8-093-7462145,  
e-mail: witalij\_saban@ukr.net*

*Висвітлюються питання потенційних екологічних небезпек, що виникають у ході експлуатації нафтових родовищ на завершальній стадії розробки. Проведено аналіз складу поверхневих та підземних вод, наведено фізико-хімічні властивості бурових стічних вод, що утворюються в процесі буріння свердловин на площі Північнодолинського родовища. Охарактеризовано забруднення, які виникають у процесі спорудження нагнітальних свердловин і можуть негативно вплинути на стан поверхневих і підземних вод району.*

*Освещены вопросы потенциальных экологических опасностей, возникающих при эксплуатации нефтяных месторождений на конечной стадии разработки. Проведен анализ состава поверхностных и подземных вод, приведены физико-химические свойства буровых стоковых вод, образующихся в процессе бурения скважин на площади Северодолинского месторождения. Охарактеризованы загрязнения, возникающие при строительстве нагнетательных скважин, которые могут негативно повлиять на состояние поверхностных и подземных вод района.*

*The questions of potential ecological dangers which arise up during production activity of the oil-fields on the final stage of development are in-process lighted up. The evaluation of superficial and below ground waters is conducted, the physical and chemical characteristics of borings water course waters which appear in the process of holing on the area of Northdolinskogo of deposit are resulted. Cloggings which arise up at building of injections well and which can negatively influence on the condition of superficial and below ground waters of district are described.*

Розробка нафтових родовищ характеризується різнобічною дією на довкілля: відбуваються зміни природного стану його компонентів – поверхневих та підземних вод, ґрунтів, атмосферного повітря. Ці зміни можуть призвести до непередбачуваних наслідків. Запобігання можливому негативному впливові на довкілля у ході експлуатації нафтових родовищ та збереження життєвовазбепечуючих функцій природного середовища в даний час є однією з найважливіших та найактуальніших проблем.

На Прикарпатті на завершальній стадії розробки перебувають десятки нафтових родовищ, а існуючі в практиці методи та засоби не завжди ефективні, крім того, в окремих випадках не можуть бути використані для захисту підземних вод від забруднення. Їхній вплив на довкілля досліджувався та описувався у роботах багатьох авторів, а саме: Л.Г.Телегіна, Б.І.Кіма, П.П.Бородавкіна, Я.М.Семчука, Р.М.Говдяка, І.М.Лозоновської, А.М.Васильєва, М.Є.Журавля, Б.С.Рачевського, Л.Ф.Петряшина, Г.Є. Панова, Ю.І. Піковського, М.П. Солнцева, В.А. Мироненка, Г.І. Рудька та інших.

За об'єкт дослідження авторами прийняті Північнодолинське та Долинське нафтові родовища, які в адміністративному відношенні розташовані у Долинському районі Івано-Франківської області. Вони охоплюють нафтогазоносні поклади в межах середньо- і нижньомелітової підсвіт олігоцену і бистрицької, вигодської світ еоцену в межах Болахівського і Долинського блоків.

Експлуатація зазначених родовищ проводиться із застосуванням вторинних методів розробки з метою підвищення коефіцієнта нафтовіддачі із пласта для вилучення залишкових вуглеводневих запасів, коли природна пластова енергія повністю вичерпана. Для цього використовують заходи, спрямовані на утворення штучної енергії в нафтогазовому пласті (кінцева стадія розробки).

Запаси залишкової нафти і газу у виснажених пластах величезні, тому для досягнення максимально можливого, а іноді й повного, вилучення запасів вуглеводнів застосовують різні методи. Серед них виділяють: нагнітання в пласт води або газу; нагнітання в пласт ПАР; підпалювання нафти в пласті з метою підвищення в ньому температури і рухливості нафти та ін. Всі перелічені методи негативно впливають на стан навколишнього середовища.

Основним методом впливу на поклад нафти Північнодолинського та Долинського нафтових родовищ з метою підтримання пластового тиску (ППТ) для підвищення нафтовіддачі пластів є заводнення, яке є найпоширенішим із усіх названих вторинних методів видобутку нафти [1].

Розробка Північнодолинського родовища здійснюється шляхом приконтурного заводнення, при якому нагнітальні свердловини безпосередньо наближені до зовнішнього контура нафтоносності або розміщуються між зовнішнім та внутрішнім контурами. Для підтримки пластового тиску на Долинському родовищі застосовують законтурне заводнення.

Під час заводнення у поклад нагнітаються промислові води, які пройшли очищення. Під час очищення промислових вод із них необхідно видалити залізо і зважені тверді частинки, а після фільтрації додати невелику кількість біосульфату натрію для видалення кисню. Також у воду додається триполіфосфат натрію з метою запобігання утворенню твердих осадів на стінках труб. Процес додавання цих добавок є доволі простим, а їх концентрація є настільки незначною, що не може нанести значної шкоди навколишньому середовищу. Що стосується самих промислових вод, які збирають і використовують у великих об'ємах, то вони є потенційною небезпекою для навколишнього середовища. Їх витікання може призвести до забруднення поверхневих вод.

Авторами проведено дослідження варіантів розробки Північнодолинського та Долинського родовищ, на основі яких було встановлено, що заводнення (приконтурне) Північнодолинського родовища є набагато ефективнішим, ніж прийнятий метод заводнення (законтурне) Долинського покладу. Встановлено, що при законтурному заводненні мали місце значні відтоки води за контур нафтоносності. Зокрема, законтурне заводнення слабо впливає на центральні частини покладу нафти родовища, а це, в свою чергу, негативно позначається на темпах його розробки. Проте, враховуючи особливості розробки цього родовища, застосовувати інші вторинні методи тут недоцільно.

У процесі експлуатації родовищ можливі технологічні аварії на водоводах, нагнітальних свердловинах та інших об'єктах, що пов'язані з процесами видобування, транспортування та закачування пластових вод. Масштаби та інтенсивність впливу мінералізованих вод на природний стан екосистем більш значний, ніж вплив нафти та нафтопродуктів. Закачування попутних вод у продуктивні горизонти з часом супроводжується зношуванням свердловин, очисних споруд та комунікацій, а тому, одночасно з традиційним видом забруднення підземних вод нафтопродуктами, все більшої гостроти набуває забруднення їх промисловими розсолами, зокрема, деякими мікрокомпонентами.

У межах території вдало залягають поверхневі і підземні води у четвертинних, поляницьких, менілітових, еоценових і палеогенових відкладах.

Підземні води четвертинних відкладів залягають неглибоко – до 5 м. Водовміщуючими породами є: галька, піски, суглинки.

Як засвідчили проведені нами дослідження, води середньоменілітових відкладів відносяться до хлормагнієвого, хлоркальцієвого і гідрокарбонатного типів. Вони мають густину від 1,0729 до 1,0829 г/см<sup>3</sup> і мінералізацію від 119 до 136 г/дм<sup>3</sup>. Проведений аналіз вод нижньоменілітових відкладів дає підстави віднести їх до хлормагнієвого типу з мінералізацією від 144 до 240 г/дм<sup>3</sup> та густиною 1,0893 до 1,1305 г/см<sup>3</sup>. Води еоценових відкладів відносяться до хлоркальцієвого типу з густиною 1,097 до 1,1205 г/см<sup>3</sup>. Зі збільшенням глибини спостерігається збіль-

шення мінералізації та ступеня метаморфізації вод, а також зменшення вмісту сульфатів і гідрокарбонатів.

Забруднення підземних і поверхневих вод відбувається як на етапі буріння свердловин, так і під час облаштування і експлуатації родовищ.

Особливо небезпечні для поверхневих та підземних вод є розливання паливно-мастильних матеріалів і попутних пластових вод.

У процесі буріння свердловин джерелами забруднення є відпрацьований буровий розчин, тампонажний розчин, хімічні реагенти для обробки розчину, стічні бурові води, нафта і нафтопродукти, паливно-мастильні матеріали, господарсько-побутові стічні води і тверді відходи.

Забруднююча здатність бурових розчинів залежить від кількості, токсикологічної характеристики хімічних реагентів, що застосовуються для їх обробки.

У результаті забруднення водоносних горизонтів формуються ареали сольових забруднень, які з часом збільшуються у розмірах і захоплюють ділянки чистих природних вод. Прискорює цей процес наявність діючих водозаборів підземних вод, у зоні яких спостерігається підвищена швидкість. Проблема такого забруднення розглядалася в працях Я.М. Семчука, Б.Ю. Депутата [9]. Проблема сольового забруднення пластовими водами виникла у межах Північнодолинського та Долинського родовищ, де у навколишніх селах Яворів та Гузіїв концентрація солей у прісних водах зросла до 6,5 г/дм<sup>3</sup>, що унеможливило їх споживання [10].

Система підтримання пластового тиску (ППТ) є спільною для нагнітання води у пласти Північнодолинського і Долинського родовищ. Вона включає в себе:

- три кушові насосні станції (КНС-2ПД, КНС-7 та КНС-1, яка знаходиться в консервації);
- насос типу ЦНС-180х1900 (3 шт.) та ПЕ-90х180;
- два ставки для відстоювання води об'ємом 1800 м<sup>3</sup> кожний.

Загальний об'єм нагнітання протягом 1994-2007 рр. складає 2,5-2,3 млн. м<sup>3</sup>/рік. У відкладі Північнодолинського родовища за вказаний період нагніталось від 0,61 до 0,47 млн. м<sup>3</sup>/рік (1670-1290 м<sup>3</sup>/д). З кожним наступним роком об'єми запомповуваної води зменшувались. Це пов'язано із значним зменшенням відборів рідини, які за вказаний період становили від 0,45 до 0,36 млн. м<sup>3</sup>/рік.

При бурінні свердловин утворюються промислові води із специфічними фізико-хімічними властивостями. У випадку неправильної обробки (очищення) цих вод відбувається забруднення водного середовища району.

Промислові стічні води утворюються із підтоварних (пластових), промислових і ливневих вод.

На Північнодолинському та Долинському родовищах всі промстічні води утилізуються в систему ППТ через кушові насосні станції

Таблиця 1 - Фонд нагнітальних свердловин станом на 1.08.2007 р.

Фонд нагнітальних свердловин по родовищах	Долинське				Пн.-Долинське			Всього по НГВУ
	менілітовий	вигодсько-бистрицький	манявський	Всього	менілітовий	еоценовий	Всього	
Діючі	32	22	11	65	2	19	21	120
Недіючі	-	1	-	1	-	2	2	3
В облаштуванні	-	-	-	-	-	-	-	-
Разом	32	23	11	66	2	21	23	123

Таблиця 2 – Фізико-хімічні властивості бурових стічних вод, одержаних в процесі буріння на площі Північнодолинського родовища

Назва параметрів	Одиниця вимірювання	Значення параметрів		
		максимальне	мінімальне	середнє
Густина	г/см <sup>3</sup>	1,0013	1,0006	1,0009
РН	-	7,75	6,75	7,25
Завислі речовини	мг/дм <sup>3</sup>	8200	1840	5020
Нафтопродукти	мг/дм <sup>3</sup>	0,26	0,134	0,197
СГ	мг/дм <sup>3</sup>	1550	130	840
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	1680	100	890
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	1300	300	800
Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	3850	350	2100
Ca <sup>++</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	500	40	270
Mg <sup>++</sup>	мг/дм <sup>3</sup>	350	5	177
Мінералізація	мг/дм <sup>3</sup>	9230	925	5077

(КНС), а саме через КНС – 7, КНС – 2 ПД та КНС – Струтин. На Долинській ТХУ підтоварні води із кульових відстійників, технологічних, сировинних і товарних резервуарів через 2 каналізаційні колектори Ø 325 мм і Ø273 мм зливаються у ставки до відстоювання (відстійники). Туди ж скидаються ливневі води. Із ставок до відстоювання промстична вода насосами промстичної насосної станції перекачується на КНС – 7 і КНС – 2-ПД.

Промстичні води є основним робочим агентом при підтриманні пластового тиску. Вони значною мірою забруднені нафтопродуктами і механічними домішками [3].

В процесі будівництва однієї свердловини утворюється:

- відпрацьованого бурового розчину – 785 м<sup>3</sup>;
- бурових стічних вод (БВС) – 1570 м<sup>3</sup>;
- розчин для випробування свердловини – 73 м<sup>3</sup>.

Забруднення підземних пластових вод відбувається у разі порушення ізоляції між свердловиною та водоносними пластами і при міжпластових перетіканнях флюїдів. Поверхневі води забруднюються у разі порушення герметичності навколосвердловинної арматури та трубопроводів, під час ремонту свердловин.

Фізико-хімічні властивості бурових стічних вод, які утворюються в процесі буріння свердловин на площі Північнодолинського родовища, подані в табл. 2. В цих водах також присутні компоненти, що входять до складу бурових розчинів, але в значно менших концентраціях. Серед них можна відмітити глинисту суспензію, графітовий порошок, кальциновану соду, нафту, СаСl<sub>2</sub>, КМЦ, КССБ-4 тощо. Більшість із них належить до IV класу токсичності, а ті, що мають III клас токсичності, складають незначну частину (до 2%) відходів буріння.

Згідно з ГСТУ 41-00 032 626-00-007-97, а також за «Предельным содержанием токсичных соединений в промышленных отходах, обуславливающим отнесение этих отходов к категории по токсичности» проводиться визначення класу токсичності (Кі) відходів буріння.

Розрахунок Кі здійснюють для кожного компонента суміші за формулою

$$K_i = \frac{ГДК_i}{(S + C_p)_i} \quad (1)$$

де: Кі – індекс небезпеки;

ГДКі – гранично-допустима концентрація небезпечної хімічної речовини, яка міститься у відходах, мг/кг ґрунту;

S – коефіцієнт, який відображає розчинність компоненту у воді;

Cp – вміст даного компоненту в загальній масі відходів (в частках);

i – порядковий номер даного компоненту.

Хімічне забруднення можна вважати найбільш складним для вивчення та небезпечним для довкілля, оскільки навіть після ліквідації його джерел природне відновлення підземних вод може відбутися тільки через десятки років. Найбільше проблеми забруднення природного середовища мінералізованими розсолами проявляються на завершальній стадії розробки родовищ, коли застосовується система підтримки пластового тиску.

Для забезпечення охорони підземних вод передбачено спеціальну конструкцію свердловин, яка містить перекриття верхніх горизонтів шляхом опускання кондуктора діаметром 324 мм на глибину 150 м з цементуванням його до гирла свердловини. Буріння під кондуктор здійснюється буровим розчином на водній основі з мінімальною водовіддачею.

У процесі буріння свердловин використовуються реагенти і речовини II, III, IV класу небезпечності, тому бурові відходи, до складу яких входять ці речовини, відносяться до III – IV класу небезпеки [3]. Потрапляння їх у водоймища і ґрунтові води у великих кількостях є екологічно небезпечним явищем, особливо у випадку періодично-повторювальних процесів, які супроводжуються накопиченням токсичних і забруднюючих речовин як у поверхневих, так і в підземних водах. Крім того, ґрунтові води забруднюються і при захороненні бурових відходів в межах бурових майданчиків, які після очищення містять: нафтопродуктів – близько 50-100 мг/л, мінералізацією до 4500 мг/л і РН – 5,5-8,2. При облаштуванні і експлуатації родовищ основним завданням є забезпечення високої технологічної ефективності виробництва за мінімального шкідливого впливу на оточуюче середовище.

### **Висновки**

Завершальна стадія розробки характеризується значним зниженням видобутку нафти. Спостерігається прогресуюче обводнення продукції. Переважаюча частина свердловин переводиться на механізований спосіб експлуатації.

Проблема забруднення довкілля на кінцевій стадії розробки Північнодолинського та Долинського родовищ пов'язана, насамперед, із системою підтримки пластового тиску (ППТ) та захоронення попутних промислових вод (ППВ). Для всіх цих об'єктів характерна наявність мережі водоводів, численних нагнітальних свердловин, насосних станцій, установок для підготовки води та інших споруд, які є джерелом періодичних та випадкових витоків промислових вод та нафтопродуктів, що впливають на довкілля.

### **Література**

1 Орлов О.О. Нафтогазопромислова геологія: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / О.О. Орлов, М.І. Євдошук, В.Г. Омельченко, М.І. Чорний; за ред. О.О. Орлова; Івано-Франків. нац. техн. ун-т нафти і газу. – К.: Наукова думка, 2005. – 427 с. – ISBN 966-00-0625-Х.

2 Гиматудинов Ш.К. Справочное руководство по проектированию разработки и эксплуатации нефтяных месторождений / Ш.К. Гиматудинов. – М.: Недра, 1983. – 462 с.

3 Бучковская М.И. Анализ разработки и выработка рекомендаций, направленных на повышение нефтеотдачи Северо-Долинского месторождения / М.И. Бучковская. – Ивано-Франковск, 1971. – 149 с. – Отчет ЦНИЛ «Укрнефть». Тема № 233.

4 Бучковская М.И. Комплексный проект разработки Северо-Долинского месторождения / М.И. Бучковская. – Ивано-Франковск, 1974. – 259 с. – Отчет ЦНИЛ «Укрнефть». Тема № 233.

5 Гиматудинов Ш.К. Справочное руководство по проектированию разработки и эксплуатации нефтяных месторождений / Ш.К. Гиматудинов. – М.: Недра, 1983. – 462 с.

6 Бойко В.С. Довідник з нафтогазової справи / В.С. Бойко, Р.М. Кіндрат, Р.С. Яремійчук. – Львів, 1996. – 619 с. – ISBN 5-335-01293-5.

7 Депутат Б. Екологічний стан ґрунтового покриву районів Івано-Франківщини / Богдан Депутат // Вісник Львів. у-ту. Серія географічна. – 1999. – № 25. – С.57-58.

8 Рудько Г. Екологічна безпека навколишнього середовища України. Контури проблем / Григорій Рудько, Богдан Депутат // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2003. – №4. – С. 22-28.

9 Семчук Я. Захист ґрунтових вод від сольового забруднення / Ярослав Семчук, Богдан Депутат // Екотехнології и ресурсосбережение. – 2006. – № 3. – С. 48-52.

10 Семчук Я. Вплив пластових вод Північнодолинського нафтоконденсатного родовища на довкілля / Ярослав Семчук, Богдан Депутат, Інесса Камаєва // Всеукраїнський, щоквартальний науково-технічний журнал «Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2005. – № 4(17). – С. 99-106.

*Стаття постуила в редакційну колегію  
29.04.09*