

АНАЛІЗ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СВЕРДЛОВИН, ЩО ВИВЕДЕНІ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Т.М. Яцишин

ІФНТУНГ; 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (0342) 727165,
e-mail: yatsyshyn.t@gmail.com

Розглянуто проблему виведених з експлуатації нафтогазових свердловин. Проаналізовано факти надходження із цих свердловин вуглеводнів та інших супутніх небезпечних речовин у навколишнє природне середовище та наслідки, що виникають. Вказано на актуальність застосування конкретних заходів для попередження екологічної катастрофи.

Теоретично досліджено вплив занедбаних неконтрольованих нафтогазових свердловин на навколишнє середовище. Розроблено схему потенційного впливу на довкілля таких свердловин. Проведено дослідження дев'яти виведених з експлуатації нафтогазових свердловин на території поблизу с. Солотвино Богородчанського району Івано-Франківської області. Здійснена оцінка досліджуваних свердловин за шістьма показниками, серед яких розташування свердловин відносно населених пунктів, річок, зовнішній стан обладнання, наявність зовнішніх проявів витоків вуглеводнів тощо. Визначено стан свердловин та їх вплив на прилеглу територію візуальним методом та за допомогою газоаналізатора «ДОЗОР-С-М». На окремих свердловинах виявлено забруднення поверхні витоків нафти, зафіксовані викиди метану, відзначено небезпечно розташування свердловини відносно селітебної території та річок, неякісні або відсутні інформаційні носії. Розглянуто методи редевелопменту свердловин, що виведені з експлуатації. Розроблено пропозиції щодо зменшення негативного впливу на навколишнє природне середовище цих свердловин.

Ключові слова: свердловини, занедбані нафтогазові свердловини, екологічна безпека, забруднення атмосферного повітря, забруднення довкілля.

Рассмотрена проблема нефтяных скважин, выведенных из эксплуатации. Проанализированы факты поступления из этих скважин углеводородов и других сопутствующих опасных веществ в окружающую природную среду и возникающие последствия. Указана актуальность принятия конкретных мер по предупреждению экологической катастрофы.

Теоретически исследовано влияние заброшенных неконтролируемых нефтяных скважин на окружающую среду. Разработана схема потенциального воздействия на окружающую среду таких скважин. Исследовано девять нефтяных скважин, выведенных из эксплуатации вблизи с. Солотвино Богородчанского района Ивано-Франковской области. Осуществлена оценка исследуемых скважин по шести показателям, среди которых расположение скважин относительно населенных пунктов, рек, внешнее состояние оборудования, наличие внешних проявлений истоков углеводородов. Определено состояние скважин и их влияние на прилегающую территорию визуальным методом и при помощи газоанализатора «Дозор-С-М». На некоторых скважинах обнаружено загрязнение поверхности истоками нефти, зафиксированы выбросы метана, отмечено опасное расположение скважин относительно жилой территории и рек; некачественные или отсутствуют информационные носители. Рассмотрены методы редевелопмента скважин, выведенных из эксплуатации. Разработаны предложения по уменьшению негативного влияния на окружающую среду этих скважин.

Ключевые слова: скважины, заброшенные нефтяные скважины, экологическая безопасность, загрязнение атмосферного воздуха, загрязнение окружающей среды.

The article deals with the problem of oil and gas decommissioned wells. The facts of hydrocarbon flows and other related hazardous substances from these wells into the environment that lead to consequences have been analyzed. The importance of this issue and the necessity of taking particular measures to prevent an ecological disaster are determined.

Theoretical study of the effect of abandoned uncontrolled oil and gas wells on the environment has been carried out. The scheme of potential impact on the environment of such wells is developed. Nine oil and gas decommissioned wells near Solotvyno, Bohorodchany district, Ivano-Frankivsk region have been studied. The estimation of the studied wells has been carried out due to six parameters, including the location of wells with regard to towns, rivers; the external condition of equipment, presence of external hydrocarbon leaks. The state of the wells and their influence on adjoining territory by the visual method and with the help of "DOZOR-S-M" gas analyzer are determined. The surface pollution by oil effluence has been detected, emissions of methane have been recorded, and the hazardous location of wells in relation to residential areas and rivers has been indicated. The methods of redevelopment of decommissioned wells are described. Proposals for reducing the negative impact on the natural environment of these wells have been developed.

Key words: wells, abandoned oil and gas wells, environmental safety, atmospheric pollution, environmental pollution.

Вступ

Нафтогазопромисловий комплекс належать до об'єктів підвищеної екологічної небезпеки, оскільки вони мають справу із легкозаймистими,

горючими, вибухонебезпечними та токсичними речовинами. Всі стадії життєвого циклу даного комплексу супроводжуються забрудненням навколишнього природного середови-

ща. Значна кількість науково-дослідних робіт в галузі екологічної безпеки присвячена етапам розробки, транспортування, зберігання та переробки вуглеводнів. Особливої уваги на даний час потребують виведені із експлуатації свердловини. За даними [1] тільки в США налічується близько 3 млн. занедбаних свердловин. Дані свердловини є джерелом надходження в атмосферу парникових газів та безконтрольного витоку вуглеводнів в довкілля.

Аналіз сучасних закордонних і вітчизняних досліджень і публікацій

Нафтогазові свердловини, що виведені з експлуатації, становлять небезпеку для довкілля, як джерело витоків метану – газу, що сприяє утворенню парникового ефекту на планеті. Так, науковців з Пенсільванського університету, які вивчали занедбані свердловини, встановили, що емісія метану від досліджуваних об'єктів складає 4-7% від загальної кількості антропогенних викидів метану на території штату Пенсільванія [1]. Середні викиди метану із цих свердловин становлять близько 0,27 кг/добу на свердловину. За даними Російського міністерства природи з 75 тис. свердловин 7 тис. є неконтрольованими, і через них відбуваються витікання вуглеводнів. А територію біля селища Береке в Дагестані можна назвати зоною екологічного лиха через постійні розливи нафти із занедбаних свердловин [2].

Поблизу Астрахані знаходиться газоконденсатне родовище з великою кількістю свердловин, виведених з експлуатації. Частина з них є незаконсервованими. Існує потенційна загроза виходу на поверхню такого небезпечного газу, як сірководень. За словами доктора біологічних наук, професора, члена-кореспондента РАН О. Яблокова, якщо сірководень вирветься, він накриє місто. Люди загинуть протягом п'яти хвилин. Сірководень – це отрута, він викликає нервово-паралітичну дію. У 1970-ті роки були випадки, коли викидом сірководню накривало навколишні села, і люди гинули. Астраханське газоконденсатне родовище відрізняється великим вмістом сірки. Сірку видобувають і утилізують. А сірководень, який супроводжує газо- і нафтовидобуток, становить величезну екологічну небезпеку. Він може прорватися не тільки зі свердловин, а й з трубопроводу [3].

На території національного парку «Бузулукський бір», що знаходиться в Оренбурзькій області, існує техногенна загроза, яку створюють нафтові свердловини, пробурені починаючи з 1972 р. Зафіксовано просочування нафти на поверхню, пропускання газу, перевищення ГДК вуглеводневої сировини. На території національного парку фіксується різкий запах газу, що поширюється далеко за межі кордонів ділянок, на яких знаходяться свердловини [4].

За даними Комітету геології і надрокористування Міністерства енергетики та мінеральних ресурсів Казахстану в Атируській області 128 свердловин, що виведені з експлуатації, затоплені у результаті підйому вод Каспійського моря, а 1400 таких одиниць залишаються в

зоні можливого затоплення. В інших областях нафтового району існує така ж проблема. Ці свердловини, як зазначено в статті «Казахстанської правди», є «мінами сповільненої дії» [5]. Підтвердженням катастрофічної екологічної ситуації у водах Каспійського моря є масова загибель птахів, дельфінів, риби внаслідок витікання нафти з ліквідованих та законсервованих свердловин, аварій на свердловинах тощо. Це викликає небезпеку перетворення Каспію у мертве море [6].

На території України проблема занедбаних свердловин постає також надзвичайно гостро. На Прикарпатті експлуатацію нафтогазових родовищ розпочато в 50-і рр. XIX ст. за допомогою шурфів-колодязів у місцях природних виходів нафти на денну поверхню. З 80-х рр. XIX ст. на цих родовищах пробурено 3629 свердловин багатокондонної конструкції без цементування колон. Понад 60% цих свердловин – у занедбаному стані. Історично склалося, що на території розроблюваних родовищ утворилися населені пункти і міста. Таким прикладом може слугувати місто Борислав Львівської області. З 1972 року на території гірничих відводів родовищ Передкарпаття, що розробляються, з'явилася вторинна загазованість. Складність проблеми загазованості полягала в невивченості шляхів міграції вуглеводнів, відсутності технології попередження і дегазації об'єктів. Були розроблені способи локалізації газовиділень, що включають: буріння дегазаційних свердловин у місцях інтенсивних газовиділень, відновлення раніше занедбаних і ліквідованих свердловин, дегазацію свердловин і шурфів-колодязів, ліквідацію заколонних перетоків вуглеводнів у свердловинах за допомогою парафінобітумної суміші, утилізацію газу під вакуумом [6].

Проблема загазованості м. Борислава вивчалася методом дистанційного зондування Землі. Було створено і використано методику геохімічного контролю стану загазованості повітряного басейну вуглеводнями у комплексі з спектрометричною інтерпретацією матеріалів аерокосмічних зйомок, та методику виявлення шахт-колодязів методом дешифрування аерокосмічних знімків. Результатом проведених робіт були побудовані карти геохімічних аномалій території м. Борислав, на яких відображено понад 40 аномалій, розроблено принципи методики дослідження забруднення повітря газоподібними вуглеводнями природного походження, уточнено та доповнено карту джерел забруднення приповерхневого шару атмосфери вуглеводнями, створено карту діючих та занедбаних свердловин і шахт-колодязів [7]. При забрудненні водних об'єктів та ґрунтового покриву шкідлива дія на організм людини більш розтягнута в часі, а поширення вибухонебезпечних вуглеводневих газів у приземному шарі атмосфери може спричинити їх спалахи і вибухи [8].

Висвітлення невирішених раніше частин загальної проблеми

На основі проведеного аналізу інформації, яка стосується проблеми виведених з експлуа-

тації, неконтрольованих свердловин, можна зробити висновок, що у наявності мало науково-дослідних робіт, які висвітлюють це питання і шляхи його вирішення в українській науковій літературі та зарубіжних джерелах. Це, в основному, засоби масової інформації, які констатують катастрофічну ситуацію в цій сфері. На даний час науковою спільнотою приділяється недостатньо уваги до питання екологічної безпеки відпрацьованих свердловин. Стан цих свердловин потребує постійного контролю і розробки заходів екологічно-безпечного поводження. Тому актуальним питанням є вивчення екологічної ситуації виведених з експлуатації свердловин та шляхи попередження катастрофічних наслідків.

Постановка завдання

Глобальний негативний вплив нафтогазовидобувної галузі складається з локальних впливів окремих її об'єктів. Тому вирішення екологічних питань одиничних об'єктів (зокрема свердловин, що виведені з експлуатації) є одним з основних завдань для підвищення екологічної безпеки даної галузі.

Основним завданням стосовно виведення з експлуатації свердловин є:

- теоретичні дослідження їх впливу на довкілля;
- польові дослідження;
- розробка пропозицій щодо зменшення негативного їх впливу на навколишнє природне середовище.

Вирішення завдання

Дослідження впливу на довкілля виведених з експлуатації свердловин є необхідним етапом для оцінки причинно-наслідкових тенденцій та виявлення найбільш небезпечних екологічних ситуацій. Завершальний етап життєвого циклу нафтогазових свердловин характеризується підвищеними ризиками виникнення неконтрольованих процесів, які можуть спричинити небезпеку для довкілля. На пізніх та завершальних етапах обладнання нафтових та газових свердловин є недостатньо надійним, може бути пошкоджене у результаті агресивності середовища. З часом у свердловини можуть руйнуватися цементні містки, відбувається корозія гирлового устаткування і самої колони, що спричиняє розгерметизацію свердловини. Наслідком даної ситуації є неконтрольоване забруднення пластових вод, ґрунтів та атмосферного повітря.

Екологічні загрози природному середовищу від витоків нафти і газу при експлуатації покладів теоретично менш масштабні порівняно з можливими витокami після закінчення розробки свердловини. Крім того, при експлуатації свердловини забруднення можуть бути попереджені і ліквідовані різними відомими природоохоронними заходами, а у свердловин, що виведені з експлуатації, у більшості випадків контроль відсутній.

Сейсмічні рухи можуть активізувати надходження вуглеводнів у свердловину і спрово-

кувати виникнення аварійних викидів нафти і газу. Існують дані досліджень та присутні реальні факти надходження вуглеводнів з глибинних шарів, що спричиняє неконтрольовані витoki флюїду чи газу в довкілля при розгерметизації конструкції свердловини. Розташування свердловин в заплавах річок підвищує ймовірність міграції вуглеводнів та забруднення гідросфери.

Свердловини, у яких пластові води є корозійно-активними, піддаються утворенню каналів, через які відбувається витікання вуглеводнів. Іноді такі ситуації фіксують у експлуатованих свердловин. Для герметизації зазору між обсадною колоною і пробуреною породою, в більшості випадків свідчить про його незадовільний стан. Зазначені «сприятливі» умови для прояву витоків супроводжуються частими грифонами, тобто відкритими виходами нафти і газу на земну поверхню в присвердловинній зоні [6].

Згідно з інформацією на завершених свердловинах витoki вуглеводнів фіксуються візуально. Приблизний термін служби обсадних труб становить від 25 до 30 років. Після закінчення даного терміну труби через зношеність і корозію повинні підлягати відновленню або ліквідації (тампонування). Ремонтні роботи передбачають повторне цементування гирла свердловини, однак обсадна колона піддається подальшому руйнуванню. Через це забруднення надр може відбуватися приховано і прямивати до водоносних горизонтів, а за наявності сприятливих умов (проникних пластів порід) надходити в атмосферу у вигляді газопроявів в околиці свердловини – грифонів. Тому такі заходи можна вважати шкідливими, з екологічної точки зору.

На рис. 1 представлено схему свердловини, що виведена з експлуатації, і можливі шляхи надходження вуглеводнів у різні середовища з різних розгерметизованих ділянок обсадних колон.

1) Бетонна тумба, яку встановлюють при виведенні свердловини з експлуатації замість гирлового обладнання.

2) Кондуктор – обсадна колона для ізолювання верхніх водоносних пластів.

3) Водоносний пласт.

4) Зацементований кондуктор після його опускання.

5) Зацементована ділянка першої технічної обсадної колони в кондукторі.

6) Зацементована ділянка першої технічної обсадної колони у відкритому стовбурі свердловини.

7) Перша технічна обсадна колона.

8) Розгерметизація другої технічної обсадної колони на ділянці, обсадженої першою технічною колоною.

9) Зацементована ділянка другої технічної обсадної колони в обсадженої першою технічною колоною свердловині.

10) Розгерметизація експлуатаційної колони на ділянці, обсадженої другою технічною колоною.

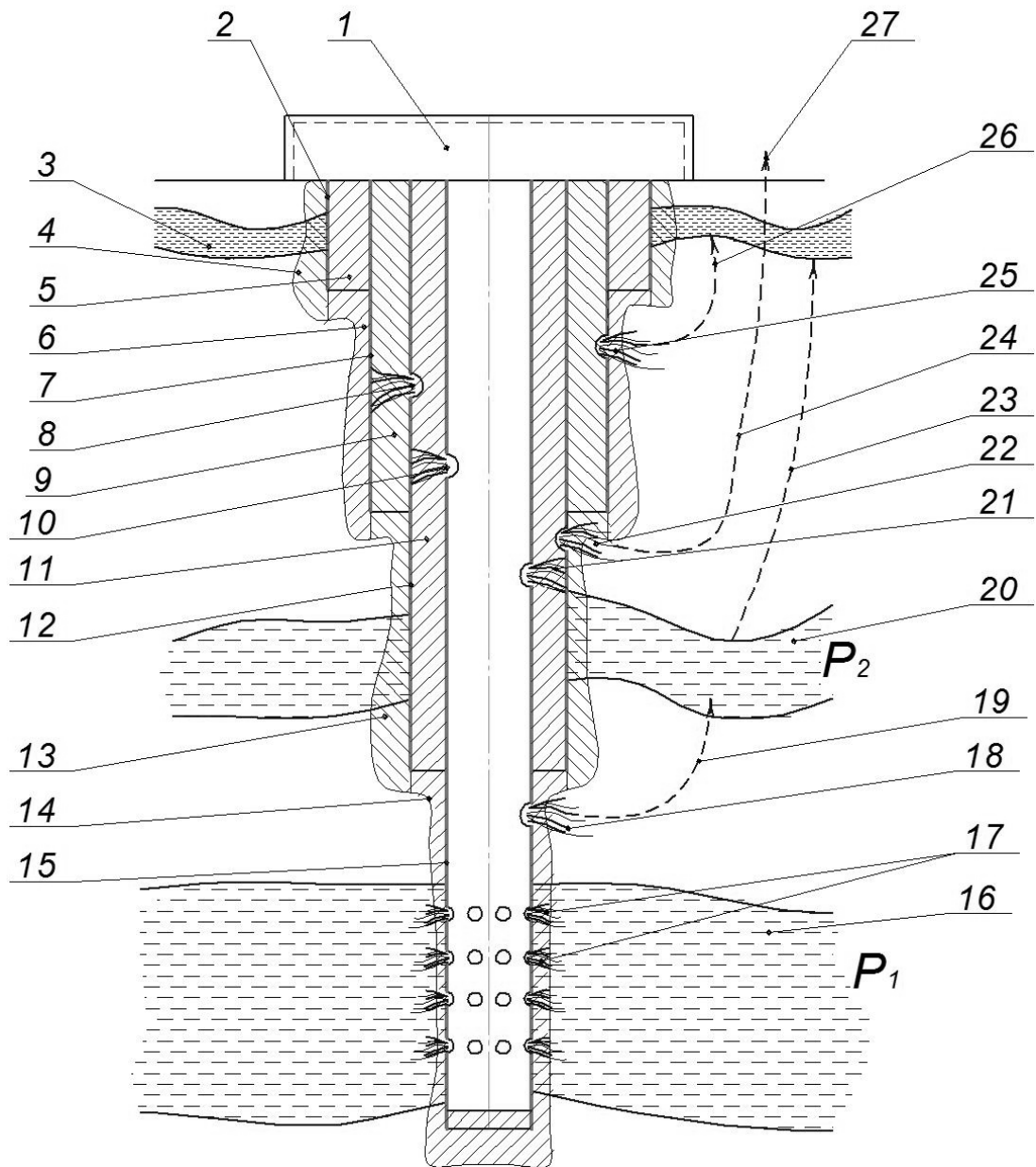


Рисунок 1 – Схема експлуатаційної нафтогазової свердловини із можливими несправностями герметизації обсадної колони

11) Зацементована ділянка експлуатаційної колони в обсадженій другою технічною колоною свердловині.

12) Друга технічна обсадна колона.

13) Зацементована ділянка другої технічної обсадної колони у відкритому стовбурі свердловини.

14) Зацементована ділянка експлуатаційної колони у відкритому стовбурі свердловини.

15) Експлуатаційна колона.

16) Продуктивний нафтогазовий горизонт з високим пластовим тиском P_1 .

17) Перфорація експлуатаційної колони в зоні продуктивного горизонту 16.

18) Розгерметизація експлуатаційної колони в необсаджений колоні.

19) Можливе проникнення флюїду з високим тиском в пласт 20 з низьким тиском P_2 .

20) Продуктивний пласт з низьким тиском P_2 .

21) Розгерметизація в нижній частині експлуатаційної колони, яка обсаджена другою технічною колоною.

22) Розгерметизація другої технічної колони у відкритому стовбурі свердловини.

23) Переміщення флюїду із пласта 20 з низьким тиском P_2 після потрапляння в нього потоку 19 із високим тиском у поверхневій водній пласті 3.

24) Переміщення флюїду до водяного пласта 3 і на поверхню, в тому числі в атмосферу.

25) Розгерметизація першої технічної колони.

26) Переміщення флюїду до водяного горизонту 3 та в поверхневій воді.

27) Неконтрольований вихід флюїду на поверхню (водні об'єкти, атмосфера).

При консервації для ідентифікації свердловини використовують мітки. У деяких випадках при наступному сільськогосподарському використанні земелю свердловини заглибували на глибині не менше 2 м. Недавні свердловини, що виведені з експлуатації, можна визначити за інформаційними мітками, але давні свердловини складно знайти. Одним з методів їх ідентифікації є георадарне дослідження території, яке призначене для виявлення підповерхневих структурно-речових неоднорідностей різного походження, зумовлених нерівномірним зволоженням відкладів, різним складом досліджуваних порід, особливостями структури і текстури порід (пористістю, шаруватістю), неоднорідністю відкладів або матеріалів, тріщинуватістю і деформованістю середовища, включенням сторонніх об'єктів [9]. Вигляд занедбаних свердловин на екрані георадара наведено на рис. 2.

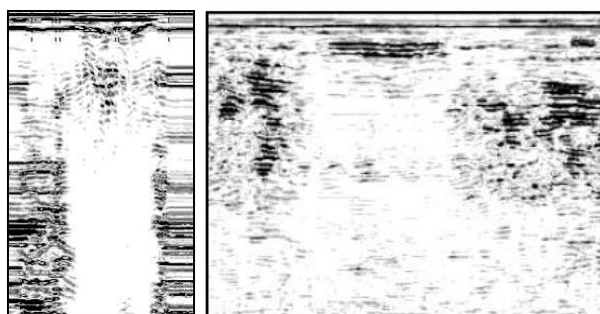


Рисунок 2 – Вигляд занедбаних свердловин на екрані георадара [9]

Польові дослідження свердловин. Польові дослідження проводилися на території родовищ поблизу с. Солотвино, Богородчанського району, Івано-Франківської області. Було досліджено 9 нафтогазових свердловин, які виведені з експлуатації. Основними критеріями для оцінки ймовірного екологічного впливу на довкілля були: розташування свердловин відносно населених пунктів, річок та інших особливостей рельєфу, зовнішній стан обладнання, газова чи нафтова, наявність зовнішніх проявів витоків вуглеводнів, наявність інформаційних носіїв.

При дослідженні свердловин використовувались методи візуальної оцінки та за допомогою приладів (таблиця 1). Для визначення газоподібних викидів вуглеводнів використовувався газоаналізатор «ДОЗОР-С-М».

Газоаналізатор «ДОЗОР-С-М» призначений для вимірювання концентрації компонентів газоповітряного середовища (горючі гази C_nH_m і пари O_2 , SO_2 , Cl_2 , CO , CO_2): ціна одиниці найменшого розряду (0,1% НКПР (0,01% об.) – горючі гази і пари; 0,1 mg/m^3 – діоксид сірки; 0,01 mg/m^3 – хлор; 0,1% об. – діоксид карбону, кисень); габаритні розміри 200x200x81мм; маса – 2,0 кг.

В ході польових досліджень виявлено нафтогазові свердловини, на яких була проведена консервація і встановлена цементна тумба (рис. 3 а) та незаконсервовані (рис. 3 б).

Таблиця 1 – Методи оцінки та фіксування даних при дослідженні свердловин

№ з/п	Показник	Метод оцінки та фіксації даних
1	Розташування свердловини	Візуальний, (GPS)-навігатор, фотокамера
2	Особливості рельєфу	Візуальний, картографічний, фотокамера
3	Зовнішній стан обладнання	Візуальний, фотокамера
4	Зовнішні прояви вуглеводнів	Візуальний, газоаналізатор, фотокамера
5	Призначення свердловин (газоконденсатна чи нафтова)	Візуальний, зі слів жителів, фотокамера
6	Наявність інформаційних носіїв	Візуальний, фотокамера

Під час досліджень було відмічено нераціональне, екологічно-небезпечне розташування окремих об'єктів. Увагу привернула свердловина поблизу річки, яка, зі слів місцевих жителів, неодноразово затоплювалась. На даній свердловині встановлено протифонтанну арматуру 1965 року, що свідчить про значний вік свердловини. Серед досліджуваних об'єктів були виявлені герметизовані свердловини, де встановлено цементну тумбу (рис. 3а), та негерметизовані (рис. 3б). Зовнішній стан обладнання свердловин визначався як незадовільний, умовно задовільний та задовільний. Результати досліджень зведені в таблиці 2.

В результаті обслідувань свердловин встановлено:

- забруднення поверхні витокami нафти (Раковець № 1 та свердловина з невідомою назвою);
- викиди метану в атмосферу (Монастирчани №8);
- наявність на близькій відстані селітебних територій та річки (рис.3б);
- неякісні або відсутні (рис. 3б) інформаційні носії;
- у більшості досліджених об'єктів зовнішній стан обладнання задовільний або умовно задовільний, окреме обладнання датується 1965 роком;
- серед досліджуваних об'єктів виділено 30% з незадовільним станом обладнання.

В ході досліджень стану свердловин проводились вимірювання викидів газоподібних речовин. На рисунку 4а наведено екран газоаналізатора «ДОЗОР-С-М» під час замірів викидів вуглеводнів на свердловині Монастирчани №8, де було зафіксовано концентрації метану, які наведено на рисунку 4б.

Існуючі та перспективні напрямки використання і контролю свердловин, що виведені з експлуатації. Через зниження коефіцієнту нафтовидобутку нафтові компанії зацікави-

Таблиця 2 – Зведені результати досліджень виведених з експлуатації свердловин

№ з/п	Назва свердловини	Газова/нафтова (Г/Н)	Інформаційні носії (+/-)	Наявність населених пунктів, відстань (м)	Особливості рельєфу	Зовнішній стан обладнання	Зовнішні прояви витоків вуглеводнів
1	Раковець №1	Н	+	50м	Рівнинна місцевість, пасовище	Незадовільний	Присутні розливи нафти
2	Раковець № 7	Н	-	30 м	Горбиста місцевість, пасовище	Незадовільний (негерметизована)	Відсутні
3	Монастирчани №1	Н	+	500м	Горбиста місцевість	Умовно задовільний	Відсутні
4	Монастирчани №6	Н	+	500м	Горбиста місцевість	Умовно задовільний	Відсутні
5	Бабче №3	Г	+	450м	Горбиста місцевість	Задовільний	Відсутні
6	Невідома	Н	-	30м	Рівнина річка на відстані 30 м	Незадовільний (фонтанна арматура 1965 року)	Присутні розливи нафти
7	Монастирчани №3	Г	+	1000м	Горбиста місцевість	Задовільний	Відсутні
8	Бабче №5	Г	+	1000м	Горбиста місцевість	Задовільний	Відсутні
9	Монастирчани №8	Г	-	1500м	Горбиста місцевість	Незадовільний	Присутні витoki газу



а



б

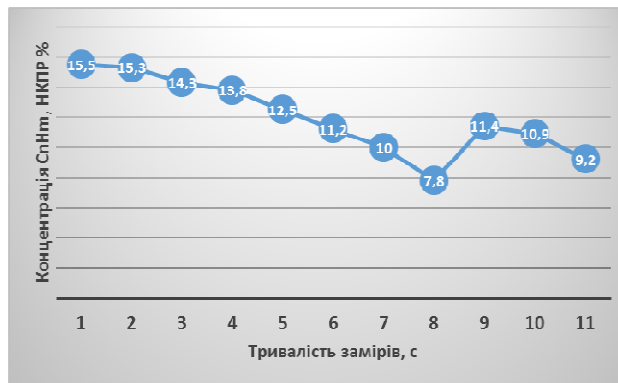
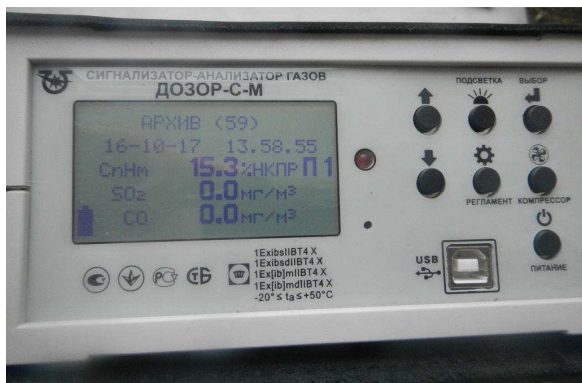
а – законсервована свердловина зі встановленою цементною тумбою;
б – незаконсервована свердловина, виведена з експлуатації

Рисунок 3 – Облаштування виведених з експлуатації свердловин

лися технологіями редевелопменту свердловин, які в своїй основі використовують різноманітні реагенти, однак невідомо, чи ці технології є екологічно безпечними [10]. Одним з методів вторинного використання нафтогазових свердловин є петротермальна енергетика, яка базується на зростанні температурного градієнту з глибиною. Температура в надрах може сягати високих позначок рис. 5 [11]. Розроблені методи переобладнання свердловин для використання температури порід, що залягають для вироблення електроенергії. Ця енергія є екологічно чистою. Вона практично є всюди на планеті, але приблизно половина вартості будівництва

геотермальної електростанції припадає на буріння свердловин.

Для таких цілей свердловини повинні бути досить глибокими – температура землі зростає приблизно на 25-50 градусів за кожний кілометр. Водночас, глибина відпрацьованих нафтових свердловин може складати кілька кілометрів, і в багатьох з них зберігається трубопровідна інфраструктура. Учені пропонують закачувати в землю воду за системою «труба в трубі». Через широку трубу вода надходить вниз, де нагрівається приблизно до 130 °С. Потім через вузьку центральну трубу рідина витікає на поверхню і приводить до руху парової турбіни [12].



а – екран газоаналізатора «ДОЗОР-С-М» під час замірів викидів вуглеводнів;
 б – динаміка зміни концентрації CO_2 на свердловині Монастирчани №8

Рисунок 4 – Обстеження виведених з експлуатації свердловин газоаналізатором ДОЗОР-С-М

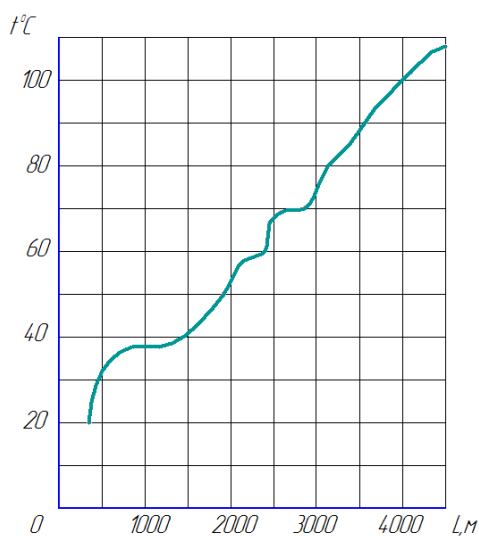


Рисунок 5 – Залежність температури від глибини свердловини [11]

Висновки та рекомендації

Проведено аналіз існуючих джерел інформації стосовно екологічної безпеки свердловин, що виведені з експлуатації, та встановлено актуальність даного питання.

Здійснено теоретичні дослідження впливу на довкілля виведених з експлуатації свердловин та розроблено схему експлуатаційної нафтогазової свердловини із можливими несправностями герметизації обсадної колони.

Виконано польові дослідження свердловин, що виведені з експлуатації, і визначено, що близько 30% досліджених об'єктів мають незадовільний стан обладнання.

На основі проведених теоретичних та польових досліджень сформульовано ряд рекомендацій щодо підвищення екологічної безпеки нафтогазових свердловин, що виведені з експлуатації:

- організувати постійний контроль всіх свердловин, що виведені з експлуатації;
- розробити напрямки раціонального використання даних свердловин для створення постійного контролю;

- використовувати газові свердловини з невисоким тиском, які виведені з експлуатації для місцевих потреб;
- розвивати петротермальну енергетику як екологічно чистий та перспективний напрямок альтернативної енергетики;
- створити базу даних свердловин, що виведені з експлуатації;
- забезпечення постійного технічного та екологічного контролю за станом свердловин, що виведені з експлуатації необхідно покласти на організацію, які будуть їх експлуатувати згідно п.п. 3, 4.

Література

- 1 Kang M. Direct measurements of methane emissions from abandoned oil and gas wells in Pennsylvania / M. Kang, Cynthia M. Kanna, Matthew C. Reida, ets. // PNAS – 2014. - vol.111. - no. 51. -18173–18177. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.pnas.org/content/111/51/18173.full.pdf>
- 2 Из 330 заброшенных скважин Сибири происходят выбросы нефти и газа. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://utro.ru/news/2003/05/15/147894.shtml>
- 3 Газовая бомба под Астраханью Свободная преса. Режим доступу: <https://svpressa.ru/society/article/50343/>
- 4 В нацпарке «Бузулукский бор» Оренбуржья сложилась взрывоопасная ситуация ИА REGNUM [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://regnum.ru/news/1894806.html>
- 5 Опасность старых скважин. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.m.kazpravda.kz/news/view/2342/>
- 6 Агадулин И.И. Экологические аспекты негерметичности заколонного пространства в скважинах различного назначения / И.И. Агадулин, В.Н. Игнатъев, Р.Ю. Сухоруков // Нефтегазовое дело. – 2011. – № 4. – С. 82-90. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://ogbus.ru/authors/Agadullin/Agadullin_1.pdf

7 Клімова Н. Історія освоєння Бориславського нафтового родовища та екологічні наслідки його експлуатації / Н. Клімова // 2008. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://seniv.io.ua/s23766/istoriya_osvonnya_borislavskogo_naftovogo_rodovishcha_ta_ekologichni_naslidki_yogo_ekspluatatsie

8 Тарнавський А.Б. Техногенно-екологічна обстановка у місті Бориславі / А.Б. Тарнавський, Ю.Г. Сукач // Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства». – Львів, 2012. – 385 с.

9 <http://www.geor.ru/LAWells/law.html>

10 Казначеев П. Разработка заброшенных и отработанных нефтегазовых скважин. Аналитическая справка Центра сырьевой экономики РАНХиГС / П. Казначеев, Р. Базалева. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://cre.ranepa.ru/wp-content/uploads/2015/12/Policy_paper_Redevelopment_of_abandoned_wells.pdf].

11 Яцишин Т.М. Дослідження впливу основних технологічних операцій процесу буріння нафтогазових свердловин на атмосферне повітря / [Т.М. Яцишин, В.М. Савик] // Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України. – 2012. – № 62. – С. 54-59.

12 Как можно использовать заброшенные нефтяные скважины [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.innocom.ru/news/kak-mozhno-ispolzovat-zabroshennye-neftjanye.html>

*Стаття надійшла до редакційної колегії
15.11.17*

*Рекомендована до друку
професором Шкіцою Л.Є.
(ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ)
д-ром техн. наук Поповим О.О.
(ДУ «Інститут геохімії навколишнього
середовища» НАН України, м. Київ)*