

Використання такої системи на підприємстві для контролю енергоспоживання, і зокрема контролю інтенсивності наднормованих втрат енергії, дозволяє своєчасно виявляти появу відхилень в роботі технологічного обладнання і провести необхідні заходи, або спрогнозувати можливі збитки у випадку їх не проведення.

1. *Евдокимов В.Ф., Борукаев З.Х., Остапченко К.Б.* Компьютерная модель мониторинга энергоэффективности: информационно-технологические аспекты построения // Энергетика та електрифікація. – 2006. – № 11. – С.52-57.
2. *Стогній Б.С., Кириленко О.В., Денисюк С.П.* Енергетичний менеджмент-системний підхід до моніторингу та керуванню енергетичними процесами // Збірник доповідей I Міжнародної науково-практичної та навчально методичної конференції «Енергетичний менеджмент – стан та перспективи розвитку – 2014» 27-29 травня 2014р, Київ.
3. *Лісовик А.В.* Автоматизована система енергомоніторингу. Презентація 2015 р. // [Електронний ресурс]. Київ, – Режим доступу: http://www.solor.gov.ua/ocs/all/prezent_acem2015.pdf – Заголовок з екрану (Дата звернення: 17.10.2017).
4. Автоматизована система моніторингу та керування паливно-енергетичними ресурсами, що споживаються: АІС «Енергосервіс: облік, контроль, економія», <http://www.promo.energoserbic.com/> – Заголовок з екрану (Дата звернення: 17.10.2017).
5. Визначення технологічних витрат електричної енергії в трансформаторах і лініях електропередавання. Методика СОУ-Н ЕЕ 40.1-37471933-54:2011, Київ, Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, 2011.
6. Перелік нормативних втрат і виробничо-технологічних втрат нафти, природного газу та газового конденсату під час їх видобування, підготовки до транспортування та транспортування. Міністерство палива та енергетики України Наказ № 604 від 30.09.2004.
7. *Ковалко О.М., Новосельцев О.В., Євтухова Т.О.* Вступ до теорії енергоефективності багаторівневих систем і методи та моделі енергетичного менеджменту в системі житлово-комунального господарства. Київ, 2014, – 252 с.

Поступила 16.10.2017р.

УДК 504.054:622.23.05

Т.М. Яцишин, Івано-Франківськ

АНАЛІЗ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ НАФТОГАЗОВОЇ СВЕРДЛОВИНИ

Abstract. The life cycle of oil and gas wells have been explored. The main aspects that need to be addressed to increase the ecological safety of the oil and gas industry by the example of the life cycle of the well have been highlighted. In particular, it have been emphasized on the need to control wells in the after-operation period. The proposed approach is based on the principle of continuous improvement that meets the requirements of the quality system.

Актуальність

Нафтогазовидобувна галузь за рівнем шкідливого впливу на навколишнє природне середовище є об'єктом значного екологічного ризику. На даний час у всіх регіонах земної кулі є надзвичайно багато нафтогазових свердловин. Велика кількість об'єктів з незначним локальним забрудненням, при нормальних технологічних процесах, може створювати катастрофічні екологічно небезпечні наслідки.

Згідно Директиви 2008/50/ЄС Європейського парламенту та ради [1] необхідно зменшити забруднення до рівнів, які мінімізують шкідливий вплив на здоров'я людини та довкілля в цілому. Одним із стратегічних напрямків є боротьба з викидами небезпечних речовин із конкретних джерел та визначення і впровадження найбільш ефективних заходів зі зменшення забруднення атмосферного повітря на місцевому рівні.

Етапи будівництва, освоєння та експлуатації нафтогазових свердловин (НГС) вивчались і досліджувались щодо впливу на довкілля при нормальних та аварійних ситуаціях в працях багатьох дослідників: Г.І. Рудько, С.Л. Давидова, В.І. Тагасов, В.М. Курганський, А.І. Булатов, В. Aase, S. Bakhtyar, M. Bratveit, K.S. Galea, та ін. Однак, на даний час виникає глобальна проблема зі свердловинами, що виведені із експлуатації, і несуть в собі потенційну небезпеку довкіллю.

Тому, актуальним є дослідити життєвий цикл нафтогазових свердловин і основну увагу звернути на завершальний етап безпечного виведення з експлуатації свердловини.

Постановка задачі

Зменшення забруднення довкілля, а зокрема атмосферного повітря при нафтогазовидобувних роботах потребує досконалого вивчення кожного етапу з точки зору екологічної безпеки і виявлення недоліків в роботі обладнання, технологічних процесах та управлінських рішеннях, які необхідно усунути. Для вирішення вищезазначених проблемних питань необхідно виконати низку завдань, серед яких є:

- розробка схеми життєвого циклу нафтогазової свердловини;
- аналіз всіх етапів життєвого циклу свердловини з точки зору екологічної безпеки;
- визначення етапів, які потребують заходів для підвищення екологічної безпеки на досліджуваному об'єкті.

Вирішення задачі

Досконале вивчення впливу нафтогазового комплексу на довкілля ґрунтується на поетапному розгляді кожної стадії його життєвого циклу. В даній роботі для прикладу проведено дослідження життєвого циклу свердловини. Вирішення поставлених завдань базується на комплексному впровадженні системи управління навколишнім середовищем, основа якої закладена в міжнародних стандартах якості ISO серії 14000 [2]. Тут

необхідно, також, згадати міжнародні стандарти ISO серії 9000, в яких наводяться ідеї системного підходу до управління, прийняття рішень на основі фактичного матеріалу та постійного поліпшення діяльності організації в цілому [3]. Основою системного підходу повинна бути екологічна безпека, а фактичні дані щодо забруднення навколишнього середовища об'єктами нафтогазової галузі підтверджують необхідність спрямовувати стратегію діяльності нафтогазовидобувних компаній на екологічно-безпечні технології протягом всього їх життєвого циклу.

Сучасне суспільство під якістю бачить, також, і екологічний аспект при виробництві продукції. Нафтогазова галузь надзвичайно інтенсивно втручається в навколишнє середовище, тому виникає необхідність підвищувати рівень якості нафтогазової продукції із залученням екологічно безпечних обладнання та технологій. Екологізація технологічних процесів в даній галузі сприяє підвищенню рівня екологічної безпеки.

Весь життєвий цикл нафтогазових свердловин доцільно розглядати за принципами системи якості. Основою даної системи є «петля якості», де одним з головних критеріїв є «екологічна безпека». Розроблено схему життєвого циклу нафтогазової свердловини, де свердловина, представлена як окремий елемент загального життєвого циклу нафтогазової галузі (рис. 1). Для дослідження цього циклу використовуються положення стандартів ISO 14000, які дають розуміння поняття екологічного менеджменту виробничого процесу і організації в цілому [2]. Зазначені стандарти демонструють методи оцінки та їх можливі інтерпретації в системі управління життєвим циклом для досягнення кращих показників сталого виробництва. Через систему управління життєвим циклом є можливість мінімізувати екологічні проблеми конкретного виробництва і здійснювати безперервний процес вдосконалення кожного етапу.

Показники якості життєвого циклу свердловини з точки зору екологічної безпеки залежать від якості всіх послідовних стадій та засобів їх виконання. Негативні характеристики якості екологічної безпеки можуть бути змінені шляхом впливу на кожен етап.

У життєвому циклі свердловини, як показано на рис. 1, можна виділити такі основні етапи: розроблення технічних і технологічних проектів, монтаж бурової установки, буріння свердловин, випробування свердловини, демонтаж бурової установки, монтаж експлуатаційного обладнання, освоєння свердловини, експлуатація, завершення експлуатації, виведення свердловини із експлуатації.

На етапі **«Розроблення технічних і технологічних проектів»** необхідно враховувати основи екологічно безпечного надкористування [4]: досягнення господарської мети за умови мінімального впливу на навколишнє середовище; попередження і прогнозування виникнення джерел екологічної шкоди; відповідальність за порушення технологічних регламентів і норм; мінімізація забруднення довкілля під час виконання робіт, пов'язаних з розбурюванням, освоєнням і експлуатацією свердловини тощо. На даному

етапі закладається настанова всього життєвого циклу свердловини, де важлива роль повинна бути відведена на екологічну безпеку. На цьому етапі продовжується розрахунок ризиків, які закладались ще на перед проектних стадіях, згідно вимог ISO 14040-14043, ISO/TS 14048-14049. При розрахунку ризиків їх розділяють на технологічні, охорони праці та навколишнього середовища. Такий поділ часто упускає реальні їх значення, тому необхідно розглядати питання ризиків комплексно [5]. Необхідно особливу увагу звернути на характеристики району щодо вірогідності природних лих (паводки, землетруси тощо), екологічну стійкість району спорудження свердловини, яка визначається рівнями відтворюваності та господарської освоєності земель, розташування населених пунктів, які знаходяться в радіусі впливу нафтогазової свердловини та цінність території з природної точки зору. Радіус впливу свердловини слід розраховувати як для регламентованого процесу, так і для аварійної ситуації, це дасть змогу оцінити ймовірні екологічні ризики.



Рис. 1. Життєвий цикл нафтогазової свердловини

Етап «**Монтаж бурової установки**» супроводжується інтенсивним втручанням в навколишнє середовище. На цьому етапі створюються під'їзні шляхи до майбутньої свердловини, на значній території знімається родючий шар ґрунту і облаштування ділянки під бурову, встановлюються виробничі та житлові об'єкти робочої зони. Розташування виробничих та житлових об'єктів під час монтажу бурової установки необхідно проводити з врахуванням переважаючої рози вітрів. Від якості монтажних робіт залежать якісні показники всього процесу спорудження нафтогазової свердловини.

На етапі **«Буріння свердловини»** присутні такі фактори екологічного ризику, як місце розташування свердловини, рівень організації та технологічні процеси і речовини, що використовуються під час процесу спорудження нафтогазових свердловин. Технологічні процеси цього етапу супроводжуються енергетичними затратами, високими тисками та присутністю великої кількості небезпечних хімічних речовин, як техногенного походження (бурові розчини, бурові стічні води), так і природного (нафта, сірководень). При використанні силових приводів з двигунами внутрішнього згорання утворюється значна кількість відпрацьованих газів.

Етап **«Випробування свердловини»** характеризується значними викидами нафти в амбари та газу, який спалюється на факелі. Цей процес здійснює значний негативний вплив, як на приземний шар атмосфери, так і на інші компоненти довкілля.

Етап **«Демонтажу бурової установки»** супроводжується розбиранням та вивезенням бурового обладнання і рекультивацією території. В процесі рекультивації території відбувається видалення та утилізація відходів буріння (буровий розчин, буровий шлам, бурові стічні води, хімічні реагенти тощо). В ряді випадків через неякісно проведену рекультивацію в місцях знаходження шламових амбарів та стічних вод трапляються випадки гибелі тварин, а також такі території тривалий час можуть бути непридатними для використання.

«Монтаж експлуатаційного обладнання» може проводитись ще з недемонтованою буровою установкою або за допомогою вишкових підйомників (спеціальних агрегатів). Свердловини можуть бути оснащені наступним експлуатаційним обладнанням: фонтанна арматура, газліфтне обладнання, відцентрові глибинні насоси, верстати-качалки з штанговими насосами тощо. Для запобігання потрапляння в довкілля небезпечних речовин вимагається герметичність устьового обладнання.

Етап **«Освоєння свердловини»** є екологічно небезпечними за рахунок потрапляння в довкілля значної кількості продуктів із свердловини.

Етап **«Експлуатації»** є найбільш тривалим в порівнянні з іншими виробничими етапами. При експлуатації нафтогазових свердловин ступінь техногенного навантаження визначається експлуатацією родовищ і великим фондом свердловин, значною протяжністю внутрішньо-промислових трубопроводів, десятками різних технологічних установок тощо.

На етапі **«Завершення експлуатації»** екологічний ризик зростає при використанні невідповідного, застарілого технологічного обладнання, коли фізико-хімічні властивості використовуваних флюїдів призводить до перевантаження та зниження ефективності роботи обладнання.

Етап **«Виведення свердловини із експлуатації»**. На даний час існує складна проблема щодо свердловин, які виведені із експлуатації. Від початку своєї діяльності нафтогазова галузь пробурила величезні кількості свердловин і до теперішнього часу значна частина з них є не ідентифікована і знаходиться без відповідного нагляду, що створює велику небезпеку для

довкілля. Пошкоджене свердловинне обладнання, наслідком чого є порушена герметичність призводить до неконтрольованого забруднення пластових вод, ґрунтів та атмосферного. За дослідженнями, проведеними науковцями з Принстонського університету закинуті нафтові і газові свердловини можуть бути джерелом значних викидів парникових газів, перш за все метану, в атмосферу Землі [6]. Сейсмічні рухи можуть активізувати дані свердловини і спровокувати виникнення аварійних викидів нафти і газу. Результатом цього є перетворення значних територій на зони екологічного лиха. Герметичність свердловин при їх консервації розрахована на 20-30 років. З часом у свердловини можуть руйнуватися цементні містки, відбувається корозія гирлового устаткування і самої колони, що спричиняє розгерметизацію свердловини. Існують дані досліджень та присутні реальні факти надходження вуглеводнів з глибинних шарів, що спричиняє неконтрольовані витоки флюїду чи газу в довкілля при розгерметизації конструкції свердловини. В джерелах інформації систематично появляється інформація про витоки нафти і руйнування консерваційних конструкцій на закинутих свердловинах різних країн світу. Тому проблема поводження з свердловинами в після експлуатаційний період на даний час стоїть надзвичайно гостро.

Присутній досвід повторної розробки відпрацьованих свердловин з використанням нових технологій видобутку, а зокрема нових рецептур реагентів для інтенсифікації [7]. З точки зору екологічної безпеки цей метод не викликає зацікавлення, оскільки нові реагенти можуть нести небезпеку для довкілля. Часто рецептури цих реагентів не опубліковуються для збереження виробничої таємниці і неможливо оцінити екологічний ризик для довкілля при їх використанні. Одним з методів вторинного використання нафтогазових свердловин є петротермальна енергетика, яка базується на зростанні температурного градієнту з глибиною [8]. Даний метод одержання альтернативної енергії пропонується використовувати на закинутих свердловинах, що підвищить їх екологічну безпеку і створить умови для контролю їх стану. На даний час існує кілька петротермальних станцій, які побудовані в сейсмічно неактивних регіонах, де відсутні температурні аномалії в геологічних середовищах. Прикладом можуть служити петротермальні станції в Німеччині і Франції, які вже протягом 20 років успішно функціонують [9].

«Технічне обслуговування та ремонт» проводяться на всіх етапах життєвого циклу свердловини від монтажу бурової установки до завершення експлуатації. Технічне обслуговування та ремонтні роботи супроводжуються надходженням забруднювачів в довкілля через технологічні процеси цих етапів та використання різноманітних агресивних речовин для їх проведення. Наприклад, під час ремонтних робіт на нафтогазових свердловинах для підвищення продуктивності пластів використовують різноманітні кислоти та інші небезпечні хімічні речовини. Згідно графіка наведеного на рис. 2 кожен наступний ремонт обладнання знижує показники його якості стосовно екологічної безпеки.

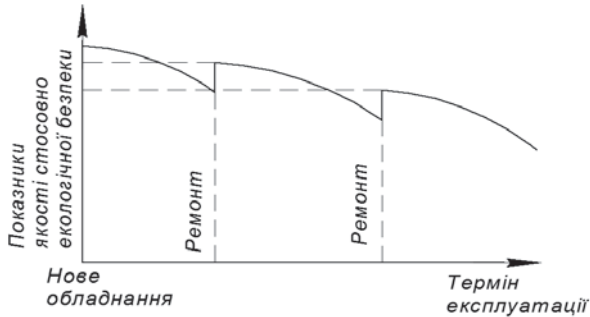


Рис. 2. Зміна показників якості стосовно екологічної безпеки при нафтогазовидобувній експлуатації обладнання

«Ускладнення та аварійні ситуації» можуть виникати на різних етапах життєвого циклу свердловини. Основними причинами їх виникнення є порушення технологічних процесів, недосконалість конструкції обладнання, а також непередбачувані ситуації під час розбурювання пластів. Ці процеси є джерелами забруднення всіх сфер навколишнього середовища шкідливими речовинами різних класів небезпеки, зокрема через атмосферне повітря політанти поширюються на значні території.

Робота нафтогазового комплексу часто порушує рівновагу природних геологічних систем – спричиняє активізацію сейсмічності, що може призвести до катастроф. Відбирання вуглеводневої сировини з надр може спровокувати локальні землетруси значної руйнівної сили. Загальновідомі історичні прецеденти – потужні землетруси поблизу нафтогазових свердловин у Скелястих горах (США) і газових родовищах в Узбекистані, а також локальний 4-бальний землетрус, який трапився у березні 1986 р. на Хрещищенському газоконденсатному родовищі в Україні [10]. При таких явищах можуть мати місце неконтрольовані перетоки вуглеводнів і виникнення грифонів та нафтогазових фонтанів.

Висновки

Важливу роль для зниження екологічного ризику відіграє підвищення рівня організації виробничих процесів, зростання кваліфікації та відповідальності працівників, використання сучасного обладнання, дотримання оптимального режиму технологічних процесів.

В статті на основі розробленої схеми життєвого циклу нафтогазової свердловини проведено аналіз впливу всіх її етапів на навколишнє природне середовище.

Виділено основні аспекти, на які необхідно звернути увагу для підвищення рівня екологічної безпеки галузі на прикладі життєвого циклу

свердловини. Зокрема, наголошено на необхідності контролю свердловин в після експлуатаційний період.

Запропонований підхід оснований на принципі постійного вдосконалення, що відповідає вимогам системи якості. Необхідно розробляти заходи для підвищення якості управління охороною навколишнього середовища на нафтогазовидобувних об'єктах, які базуються на інноваційних підходах як управлінських механізмів, так і модернізації обладнання та процесів.

1. Директива 2008/50/ЄС Європейського парламенту та ради від 21 травня 2008 року про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи.
2. *Берзіна С.В.* Системи екологічного управління. Довідниковий посібник з впровадження міжнародних стандартів серії ISO 14000 / С.В. Берзіна // К.: Aiva Plus Ltd, 2009. – 62 с.
3. ДСТУ ISO 9000-2001 Система управління якістю. Основні положення та словник.
4. *Бакулін С.М.* Концепція системи управління охороною навколишнього середовища на об'єктах ДК «Укргазвидобування» відповідно до вимог стандартів ISO 14000 / С.М. Бакулін, М.М. Яворський, В.М. Світлицький та ін. // Нафтогазова енергетика. Всеукраїнський науково-технічний журнал. – № 1(2). – 2007. – С.5-11.
5. *Хаустов А.П.* Чрезвычайные ситуации и экологическая безопасность в нефтегазовом комплексе / А.П. Хаустов, М.М. Редина // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://docs.cntd.ru/document/499075302>
6. *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.
7. *Казначеев П.* Разработка заброшенных и отработанных нефтегазовых скважин. Аналитическая справка Центра сырьевой экономики РАНХиГС/ П. Казначеев, Р. Базалева // 2015. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://cre.ranepa.ru/wp-content/uploads/2015/12/Policy_paper_Redevelopment_of_abandoned_wells.pdf
8. *Гнатусь Н.А.* Петротермальная энергетика России. Основные тенденции в использовании невозобновляемых природных энергетических ресурсов. / Н.А. Гнатусь // Технологии мира. – № 07(45). – 2012. – С.17-23.
9. *Габдрахманова К.Ф.* Значение петротермальной энергетики в современном мире / К.Ф.Габдрахманова, Шамсутдинова Г.Ф.// Международный научно – исследовательский журнал. – № 02 (56) Часть 2. – 2017. – С.14-17.
10. Обеспечение экологической безопасности процессов добычи нефти. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://neftandgaz.ru/?p=565>

Поступила 12.10.2017р.