

Т. М. Яцишин, Івано-Франківськ

## **АНАЛІЗ ВПЛИВУ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ПРИ БУРІННІ НАФТОГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН**

**Abstract.** The consequences of emergency situations that may arise during drilling and exploitation of oil and gas fields, have been analyzed. The stage of liquidation of open of oil and gas flow and its impact on the environment, have been investigated. The equipment and recommendations to reduce the environmental impact in the event of open oil flow, have been suggested.

### **Актуальність**

Серед техногенних факторів, що виникають в процесі розбурювання та експлуатації нафтогазових родовищ, найбільш небезпечними, агресивними і руйнівними для довкілля є хімічні забруднення, пов'язані з розливами нафти, а також поява некерованих газонафтоводопроявів (ГНВП) і відкритих фонтанів (ВФ). При відкритому нафтогазовому фонтані реальна небезпека спостерігалася на значних території (понад 600 км), при цьому загроза небезпечно забруднення атмосфери може спричинити евакуацію людей із зони радіусом понад 10 км [1].

### **Постановка задачі**

Запобігання значним екологічним втратам при ГНВП та ВФ базується на оперативності ліквідації аварії, тобто фактор часу має визначальне значення. Чим тривалість аварії більша, тим значнішої шкоди наноситься навколишньому середовищу.

Тому необхідно провести аналіз чинників, що впливають на зменшення тривалості фонтанування і сприяють швидкій локалізації аварії, та розробити план заходів і підбір устаткування для оперативного надійного приборкування екологічної катастрофи.

### **Вирішення задачі**

Незважаючи на постійне вдосконалення обладнання, засобів і систем аварійної діагностики і захисту, існує можливість виникнення некерованих або погано керованих явищ і процесів, що класифікуються як аварія і становлять особливу небезпеку для біосфери і, перш за все, для населення [2]. Аварійні втрати вуглеводнів за різними оцінками складають від 3 до 5% від об'єму нафти, що видобувається [3]. А якщо розглядати окреме родовище, де виник фонтан, то втрати вуглеводнів тут можуть значно перевищувати зазначені цифри.

Аварійні фонтани можуть виникати і мають місце на всіх етапах будівництва та експлуатації свердловин. Ліквідація їх може тривати і триває на практиці від декількох годин до декількох років [3].

Відкриті фонтани – складні аварії і часто набувають характер стихійного

лиха, потребують для ліквідації великих матеріальних витрат, надлюдських зусиль, ускладнюють діяльність бурових, газовидобувних підприємств, а також промислових, сільськогосподарських установ, населених пунктів, що розташовані поблизу аварії (рис. 1).



Рис. 1. Палаючий газоконденсатний фонтан на свердловині 111 Куличихінського НГКР [4]

В процесі ліквідації ГНВП існує проблема визначення кількості обсягів втрат нафти і газу. Цією цифрою визначається не тільки матеріальний, а й екологічний збитки

При виникненні ГНВП або ВФ виникає необхідність оперативно визначити зону впливу і здійснити заходи по локалізації аварії. Поширення субстанції (маси, енергії), що звільнилася при аварії, тобто поширення аварійного впливу, описується відповідними математичними моделями. Сучасні вимоги щодо оцінки впливу на навколишнє середовище передбачають необхідність прогнозування забруднення атмосфери в аварійних ситуаціях, але не містять по цій процедурі ніяких конкретних рекомендацій. Існуючі на даний час методики розрахунку рівня шкідливих речовин, як показують результати їх практичного використання, дають великі похибки, оскільки базуються на використанні моделей, що не відображають реальних даних про поширення шкідливих викидів у атмосфері і орієнтованих на найгірші метеорологічні умови [2].

Проблемним є складання з достатньою точністю прогнозу актуального і потенційного рівня забруднюючих речовин, оскільки забруднення характеризується просторово-часовою неоднорідністю, нестационарністю інтенсивності викидів, а також зміною погодних умов і режиму викидів в атмосферу.

При аваріях на свердловинах викиди умовно слід поділяти на короткочасні і стаціонарні. Серед речовин, які надходять в приземний шар атмосфери, може бути такий шкідливий газ як сірководень, що ускладнює процес ліквідації аварії і створює небезпеку для населення прилеглих територій і аварійно-рятувальної бригади зокрема. Під час моделювання

розсіювання, зазначає автор [2], необхідно використовувати моделі миттєвого і квазістаціонарного розсіювання, оскільки в таких умовах методика ОНД-86 не може бути використана.

Найбільш небезпечна ситуація виникає при холодному фонтані чи його горінні в разі бокового викиду через відводи або у випадку низького викиду, коли гирло свердловини захарашене зруйнованим обладнанням. Тому важливим етапом ліквідації аварії є демонтаж (розчленування) пошкодженого гирлового обладнання для створення компактного струменю фонтанування.

Необхідно відзначити специфіку аварійних ситуацій на морських бурових установках. Розвиток аварії може відбуватися за двома основними сценаріями:

- загоряння і струменеве горіння факела газорідинної фази, що надходить із свердловини;
- потрапляння вуглеводнів в морське середовище з подальшим поширенням розливу на поверхні моря.

При ВФ з викидом пластової рідини без спалаху в атмосферу надходять вуглеводні, що диспергуються в процесі фонтанування, і в подальшому випаровуються з поверхні нафтової плями.

Пари нафти включають в себе більше 99% граничних вуглеводнів, об'єднаних в групи C1-C5, C6-C10, ароматичні вуглеводні (бензол, толуол, ксилол та ін.). Випаровування нафти з поверхні нафтової плями відбувається у відкритому морі в перші години після розливу. Однак при тривалому фонтануванні відбувається потрапляння нових порцій нафти на морську поверхню, тому надходження випарів буде безперервним, що може створювати небезпечні локальні концентрації парів вуглеводнів в повітрі при штильової погоді [5].

В.І.Гревський і К.І.Мангушев наводять основні методи ліквідації аварійних фонтанів: герметизація гирла фонтануючих свердловин; вплив на пласт або фонтан через стовбури похилоскерованих свердловин; підземний ядерний вибух для зміщення пластів. Однак перераховані методи в своїй основі призводять, також до значних забруднень і якісних змін компонентів природного середовища. В практиці ліквідації аварійного фонтанування оцінка впливу ліквідаційних робіт на природне середовище не здійснюється, хоча нанесені збитки від ліквідаційних робіт повинні підсумовуватися зі збитками, завданими безпосередньо аварією [3].

В таблиці 1 наведено проблемні питання при аварійних ситуаціях на нафтогазових свердловинах, що стосуються навколишнього природного середовища.

Під час проведення робіт з ліквідації відкритого фонтану можливо виділити ряд факторів, які впливають на процес проведення аварійних робіт: географічне розміщення свердловини; необхідність великої кількості різноманітних технічних засобів та великої кількості води для зрошення (охолодження та запобігання розповсюдженню пожежі); високий рівень шуму та теплового випромінювання.

Таблиця 1

**Проблемні питання при аварійних ситуаціях на нафтогазових свердловинах, що стосуються навколишнього природного середовища**

№ п/п	Проблемне питання	Примітка
1	Визначення кількості обсягів втрат нафти і газу	Не досконали методи розрахунку
2	Методи ліквідації аварії (ВФ, ГНВП)	Здійснюють значний негативний вплив на довкілля
3	Прогноз рівня забруднення навколишнього природного середовища при ГНВП або ВФ, що виник	Існує складність створення методики у зв'язку з нестійкими умовами аварії
4	Відсутність нормативних документів, в яких зазначено ймовірні прогнозні наслідки природно-техногенних геодинамічних подій	Розробка документації, що містить інформацію про можливі наслідки для прилеглих територій природно-техногенних геодинамічних подій.
5	Скорочення часових меж ліквідації аварії	Розроблення методів та обладнання, що дає можливість прискорити виконати етапів ліквідації ГНВП та ВФ

В багатьох випадках об'єкти буріння або видобування розміщуються поблизу житлових населених пунктів, установок комплексної підготовки газу, доріг, річок, лісів тощо. Це значно ускладнює процес проведення робіт з ліквідації відкритого фонтану.

Географічні умови можуть суттєво вплинути на ускладнення ліквідації ВФ, а подекуди навіть унеможливити проведення деяких робіт. Наприклад, дуже складно використовувати танкову техніку або гармати для відстрілювання (демонтажу) пошкодженого гирлового обладнання поблизу промислових споруд та населених пунктів.

Процес ліквідації відкритого фонтану можна умовно поділити на етапи:

- локалізація відкритого полум'я;
- розтягування зруйнованого обладнання з гирла фонтануючої свердловини;
- демонтаж (розчленування) пошкодженого гирлового обладнання для створення компактного струменю фонтанування;
- наведення нового гирлового обладнання;
- глушіння свердловини.

При локалізації відкритого полум'я здійснюються роботи по скороченню фонтану, як пожежі, для зберігання флори та фауни (лісів, лісопосадок, полів з різними культурними рослинами). Для проведення

даного етапу ліквідації фонтану проводять оборювання місця аварії, постійне зрошування водою обладнання, яке знаходиться в полум'ї та зораній землі [6].

Розтягування зруйнованого обладнання з гирла фонтануючої свердловини – це роботи, які проводять для очищення гирла свердловини від залишків обладнання, яке було зруйновано в наслідок дії відкритого полум'я та дії тиску свердловини. Даний вид робіт займає значну частину часу при проведенні всіх робіт по ліквідації аварії і являється одним з найбільш небезпечних інтервалів проведення аварійних робіт.

Демонтаж (розчленування) пошкодженого гирлового обладнання для створення компактного струменя фонтанування – це роботи, які можна віднести до робіт підвищеної складності, так як вони проводяться в умовах відкритого полум'я. Для створення компактного струменя необхідно зруйнувати гирлове обладнання у визначеному місці, що частково або повністю виключить розпилювання полум'я на гирлі свердловини, і провести подальший демонтаж елементів гирлового обладнання за умов компактного струменя.

Наведення нового гирлового обладнання проводиться на базі існуючого обладнання за умов його цілісності, або проводиться монтаж штучної бази.

Глушіння свердловини здійснюється за рахунок комплексу операцій по заповненню свердловини технологічною рідиною, питома вага (густина) якої створює гідростатичний тиск на вибій у свердловині і перевищує тиск газу або нафти в продуктивному пласту, тим самим перешкоджає виділенню газу (нафти) з пласта в свердловину.

Виділимо етап демонтажу пошкодженого гирлового обладнання. Існує ряд методів для здійснення цього етапу, які наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Характеристика методів для проведення робіт по демонтажу пошкодженого гирлового обладнання

№ п/п	Метод демон- тажу	Основні характеристики
1	Танкова та артилерійська техніка	Облаштування території для проведення відстрілу; одержання дозволів. Недоліки: Необхідність одержання дозволів; тривалість доставки техніки; наявність населених пунктів обмежує використання даного методу; ймовірність ушкодження іншого обладнання, що може погіршити ситуацію.

№ п/п	Метод демонстрації	Основні характеристики
2	Плазмова різка	<p>Використовує стиснуту електричну дугу, яку обдуває газ. Заряджені частинки, що утворилися при розпаді газу перетворюються у щільний потік плазми з температурою до 15000 °С</p> <p>Недоліки: при різці металу великої товщини або титану, плазмова різка поступається газокисневій</p>
3	Газокиснева різка	<p>Метал при різці нагрівають полум'ям, яке виникає при згоранні якого небудь горючого газу в кисні.</p> <p>Недоліки: Необхідні відповідні характеристики металу</p>
4	Лазерна різка	<p>Процес лазерної різки базується на локальному випаровуванні металу при нагріванні його променем лазеру.</p> <p>Розроблено мобільний лазерний технологічний комплекс для дистанційного ведення аварійно - рятувальних робіт на фонтануючих газових свердловинах</p>
5	Механічна різка	<p>Труборізки різних конструкцій (ручні, гідропривідні, пневмопривідні); застосування механічних дискових пилок; застосування канату з алмазним напилюванням для перетирання гірлового обладнання</p>
6	Вибуховий (кумулятивний) заряд	<p>За допомогою кумулятивного (направленого) заряду можливо проводити розрізання металоконструкцій складних форм і перерізів, за рахунок гнучкості кумулятивного шнура</p> <p>Недоліки: Можливість пошкодження експлуатаційної колони, загорання фонтануючої суміші</p>
7	Термічний різак	<p>Вуглецеві стержні знаходяться у трубі з якої сталі. Стержні підпалюються дугою електрозварки, а для інтенсифікації процесу горіння в трубку подається кисень.</p> <p>Недоліки: небезпека загорання вуглеводнів, персонал знаходиться біля гирла свердловини</p>
8	Гідроабразивна різка	<p>Ефект гідравлічного різання досягається за рахунок концентрації високого рівня енергії в струмені рідини, яка витікає з насадки з високою швидкістю під дією великого тиску.</p> <p>Матеріал, який ріжуть, не підлягає перегріву вище 90°С; Застосування даного способу дозволяє проводити різку в широкому спектрі товщин матеріалу, від 1 до 300 мм</p>

Проведено ряд експериментальних досліджень та промислових випробувань використання гідроабразивного методу для відрізання трубних

головок при ГНВП [7, 8]. На основі промислових випробувань на газовому полігоні «ЛІКВО» НАК «Нафтогаз України» виявлено найкращі характеристики щодо різача з гнучими трубами та насадки з направляючим конусом [8]. Проведені роботи показали ефективність даного методу: можливість використання поблизу населених пунктів та інших споруд; відрізання даним методом не пошкоджує обладнання – проводиться в чітко визначеній ділянці; здійснюється без присутності людей в небезпечній зоні; забезпечує вибухову безпеку при непалаючому фонтані.

На основі проаналізованої інформації для швидкої, ефективної локалізації ГНВП і ВФ та зменшення негативних наслідків для довкілля пропонуються наступні рекомендації:

- застосовувати запропонований гідроабразивний метод для відрізання трубних головок [7,8];

- використовувати розроблені нові суміші рідин для глушіння і блокуючих (водоізоляційних) композицій, що забезпечують збереження продуктивності газових свердловин і зниження тривалості аварійно-відновлювальних і ремонтно-ізоляційних робіт на 15-20% [9].

- виготовляти нестандартне технічне устаткування, яке дає можливість працювати у складних умовах при ВФ і враховує особливості аварійної ситуації;

- створювати оперативні прогнози, використовуючи відповідне програмне забезпечення, для попередження нещасних випадків і катастрофічних наслідків для прилеглих населених пунктів та промислових споруд;

- проводити систематичне підвищення кваліфікації персоналу, яке б формувало вміння у працівників бурової установки приймати правильні рішення у складних непередбачуваних ситуаціях.

## **Висновки**

Наслідки ГНВП та ВФ мають катастрофічний ефект для навколишнього середовища. Тому необхідно здійснювати превентивні заходи для недопущення їх виникнення. Оскільки понад 70% фонтанів відбувається через порушення технологічного режиму буріння і неправильної установки і експлуатації превенторів [3] тобто некомпетентність обслуговуючого персоналу, варто проводити систематичне підвищення кваліфікації персоналу.

Також потрібно вчасно здійснювати заміну застарілого обладнання бурової установки, вдосконалювати існуюче та використовувати новітні технології видобутку нафти і газу, що дають можливість зменшити ризики виникнення аварійних ситуацій.

1. Яковенко Н.А. Разработка методов обеспечения промышленной безопасности при профилактике и ликвидации открытых газовых фонтанов. автореф. дис. на соиск. науч. степени канд. геогр. наук: спец. 05.26.04 «Промышленная безопасность» Н.А. Яковенко. – М., 2000. – 10 с.

2. Чувилов В.Н. Прогнозирование загрязнения атмосферы возможными аварийными выбросами сероводородсодержащего газа при строительстве скважин на Астраханском ГКМ: автореф. дис. на соиск. науч. степени канд. геогр. наук: спец. 25.00.23 «Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов/ В.Н. Чувилов. – А., 2002. – 10 с.
3. Чрезвычайные ситуации и экологическая безопасность в нефтегазовом комплексе Хаустов А.П., Редина М.М. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/499075302>
4. ДП «ЛІКВО» НАК «Нафтогаз України». Фотоальбом. - Харків. – 2006.
5. Строительство поглощающей скважины ПБ-407 на пильгунском участке Пильгун-Астохского НГКМ с платформы ПА-Б. Перечень мероприятий по охране окружающей среды. – ООО «ФРЭКОМ». – 2014
6. Рекомендации по тушению пожаров газовых и нефтяных фонтанов- М.: РИО ВИПТШ МВД СССР, 1976. 83с.
7. Добровольський І.В. Дослідження технічних показників устаткування для гідроабразивного відрізання обладнання з фонтануючої свердловини / І.В. Добровольський, М.М. Лях, Н.В. Федоряк, Т.М. Яцишин// Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2017 - № 1(62). – с.35-42.
8. Добровольський І.В. Результати промислових випробувань устаткування для демонтажу пошкодженого обладнання при ліквідації відкритого нафтогазового фонтану / І.В. Добровольський // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2016 - № 4(61). – с.15-24.
9. Чабаяев Л.У. Предупреждение и ликвидация открытых фонтанов и пожаров на газовых скважинах: автореф. дис. на соиск. науч. степени канд. техн. наук: спец. 05.26.03 «Пожарная безопасность/ Л.У. Чабаяев. – Т., 2002. – 10 с.

*Поступила 26.04.2017р.*

УДК 621.37.037

Д.П.Кучеров, А.Л.Березкин, Киев

## **ИДЕНТИФИКАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЧАСТОТЫ РАДИОСИГНАЛА**

**Abstract**— The article deals with method of spectral analysis of radio, which can be useful in used for receiving signals by undirected antenna. The main problem of this analysis is find the maximum of frequency of a sinusoidal oscillation when observed subject with stationary noise. In this paper, proposed iterative technique that can be used for number of frequency the greater then three.

**Ключевые слова** - радиосигнал; цифровая обработка; частота; максимум периодограммы; идентификация

### **I. ВВЕДЕНИЕ**

Современное общество невозможно представить без средств передачи и приема радиосигналов. Если двадцать лет назад прием и передача