

ПРОБЛЕМИ ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

УДК 351.745.5:355.58(075)

В.Д. ШИЯН, Г.В. ЛИСИЧЕНКО

Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України та МНС України, м. Київ

МАГІСТРАЛЬНІ ТРУБОПРОВОДИ В ПРОБЛЕМАТИЦІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ІМПЕРАТИВУ

Розглянуто проблеми екологічної безпеки та захисту довкілля в аспекті забруднення навколишнього середовища під впливом наслідків аварій на нафто-, газо-продуктопроводах. Показано, що стає функціонування трубопровідного транспорту досягається застосуванням фізичного захисту (охорона внутрішніми військами) та технічного прикриття.

Вступ

Нині у світі збільшилась кількість аварій та катастроф на потенційно-небезпечних об'єктах паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) [1]. Більшість аварій є результатом насиченості виробництв ультрасучасною технікою, складними системами контролю і автоматики. При цьому різко збільшується вірогідність навмисних злочинів, терористичних актів в процесі експлуатації техніки [2]. Високу потенційну небезпеку для довкілля становлять магістральні трубопроводи (МТ), які у випадку аварії є джерелом викиду великої кількості вуглеводнів у навколишнє природне середовище.

Важливість проблематики забезпечення національної безпеки паливно-мастильними матеріалами (ПММ) в поєднанні з забезпеченням екологічного імперативу від небезпечного впливу аварій в паливно-енергетичному комплексі (ПЕК) знайшла відображення у численних публікаціях [1 - 3]. Проте ряд важливих питань щодо зменшення кількості аварій при транспортуванні, зберіганні, переробці вуглеводнів у галузі ПЕК досі залишається недостатньо вивченими, особливо питання аварійності трубопроводів, що супроводжуються викидами вуглеводнів у навколишнє середовище.

Мета роботи – виявити і дослідити негативні наслідки для навколишнього середовища від будівництва і експлуатації протяжних трубопроводів, інформація про які не отримала достатнього висвітлення у науковій літературі і засобах масової інформації; запропонувати превентивні та протиаварійні заходи забезпечення життєдіяльності територій, на яких експлуатуються трубопроводи, у тому числі при проведенні невідкладних аварійно-відновлювальних робіт (НАВР) в мирний час та особливий період [3].

Загальна інформація про трубопровідний транспорт України

Нині газо- та нафтотранспортний комплекс в Україні налічує 35 тис. км магістральних газопроводів (рис. 1), 4,469 тис. км нафтопродуктопроводів, 3,927 тис. км нафтопроводів та близько 20 тис. км розподільних мереж, а довжина аміакопроводу Тольятті-Одеса складає 810 км [1]. За даними ВАТ «Укрнафта», на вказаних транспортних мережах щорічно в середньому виникає від 1200 до 1500 аварій різного ступеня небезпеки, внаслідок чого сотні тонн транспортних продуктів потрапляють у навколишнє середовище [1]. Трубопроводи відносяться до категорії енергонапружених вибухо- і пожежонебезпечних багатокілометрових об'єктів, що знаходяться під землею і відмови яких пов'язані, як правило, зі значними матеріальними та екологічними збитками. Будь-який МТ, що транспортує вуглеводні, є, за суттю, ємністю високого тиску, до того ж таким, що утруднює спостереження за ним. Сучасні МТ мають діаметр до 1420 мм, а робочий тиск складає до 7,5 МПа. Вибух такого газопроводу, на ділянці завдовжки 100-250 м, еквівалентний вибуху 3,8 т тринітротолуолу.

Трубопровід поєднує в собі транспортний засіб і транспортний шлях, ізолює вуглеводні, що транспортуються трубопроводом, від кисню повітря й впливу вогню,



Рис. 1. Газотранспортна система України

температури, окисників, інших речовин і небезпечних сполук. Важливо також те, що трубопроводи є стратегічними об'єктами та призначені постачати в особливий період паливно-мастильні матеріали Збройним Силам України, тому на їх прокладку і місцезнаходження розповсюджується гриф обмеженості доступу.

З урахуванням означених особливостей автори визначили власний практичний досвід як основне джерело одержання вихідних даних для виконання цієї роботи.

Аналіз проблем, пов'язаних із станом магістральних трубопроводів

Почнемо зі стадії будівництва. На цій стадії в зоні прокладання трубопроводу часто спостерігається деструкція ґрунтового масиву та порушення рівноваги взаємозв'язків між компонентами ландшафту. Вже перші аерокосмічні дослідження районів прокладання трубопроводів у Західному Сибіру показали в перші роки будівництва значне обводнення трас трубопроводів і особливо коридорів, в яких прокладено декілька «ниток».

Нажаль, часто доводилось спостерігати, що будівельники, за результатами техніко-економічної експертизи проєктів, використовуючи будь-які можливості, порушують вимоги, закладені у проєкті. Виявити всі дефекти на трубопроводах при прийманні буває дуже складно, якщо взагалі можливо. Такі дефекти і порушення міцності труб лінійної частини МТ повинні виявлятися при випробуваннях до експлуатації. В той же час не існує абсолютно надійних методів і засобів контролю якості робіт та в процесі експлуатації поведінки трубопроводів. З іншого боку, не встановлена фізична природа надійності елементів трубопроводів, і в першу чергу, лінійної частини, не визначено у світлі нових умов та вимог економічно та екологічно доцільний рівень надійності трубопровідних систем.

Дослідження останніх років в галузі аналізу та прогнозування відмов МТ дозволили виділити найбільш типові механізми аварій, і з їх допомогою здійснити аналіз та прогнозування конструктивної надійності трубопроводів [2]. Серед практичних аспектів проблеми підвищення конструктивної надійності МТ слід відмітити, наприклад, значне підвищення енергетичного еквіваленту вуглеводнів, що транспортуються, при переході на трубопроводи великого діаметру (табл. 1).

Таблиця 1. Енергетичний еквівалент магістральних трубопроводів

Діаметр, мм	Тиск, МПа	Продуктивність, млрд м ³ /рік	Енергетичний еквівалент, млн кВт
1220	5,5	16	7,6
1220	7,5	2	10,5
1420	7,5	32	15,2
1420	10	46	21,9
1420	12	55	26,2

Але з позицій пріоритету захисту довкілля слід зауважити, що підвищення діаметру і тиску означає зменшення надійності трубопроводів, а зростання об'єму продукту, що транспортується, збільшує масштаби потенційної аварії. Аналіз кількості і масштабів аварій на МТ України показав, що, не зважаючи на позитивні тенденції в останні роки, домогтися гарантованої безпеки їх експлуатації не вдається. Достатньо часто аварійним службам доводиться реєструвати наслідки аварій, наприклад, на лінійній частині магістрального газопроводу (рис. 2). Нині, за сумарною оцінкою збитків, екологічна небезпека при аваріях магістральних трубопроводів наближається до небезпеки на АЕС [1,3].

**Рис. 2.** Аварія на магістральному трубопроводі

Іншим фактором підвищення небезпеки стало збільшення обсягів трубопровідного будівництва на промислах (особливо нафтових), що пов'язано з освоєнням великої кількості нових середніх та дрібних родовищ.

Є й позитивні зрушення, наприклад, перехід на випробування трубопроводів підвищеним тиском за трициклічною схемою, що забезпечує зниження рівня відмов у період експлуатації до величин ймовірності $p=0,41$ в розрахунку на 1000 км/рік.

З позиції пріоритету захисту довкілля при забезпеченні конструктивної надійності трубопровідної системи важливо виходити з принципу першочерговості розробки заходів, що забезпечують запобігання аварій, а не ліквідації їх наслідків.

Проблема надійності магістральних трубопроводів є багатоплановою і нині ще не має чіткого теоретичного та методологічного обґрунтування. Відсутні систематизовані дані з розрахунку надійності трубопроводів, що проектуються, не узгоджено методики оцінки рівня надійності та не визначено конкретні заходи щодо забезпечення необхідного її рівня. Дається взнаки відсутність зручних для практики методик обчислення похибок результатів при розрахунку надійності трубопровідних систем (зона економічної та екологічної невизначеності).

Нині збільшилось число випадків втрат під час аварій та викрадення вуглеводнів і паливно-мастильних матеріалів з діючих МГ при їх транспортуванні [1,3]. Щорічні збитки в сумі до \$8 млрд при розкраданні вуглеводнів за рік екологи мусять розглядати як втрати інвестиційних внесків, що мали б піти на проекти енергозбереження. Але врахуємо, що викрадення вуглеводнів відбувається за схемою несанкціонованого доступу з використанням «врізувань» [3] - не передбачених проектом латентних примусових відгалужень від трубопроводу. Такі «врізування» означають не тільки втрату палива для держави, але й великі втрати його для користувачів, тобто забруднення вуглеводнями довкілля. Додамо, що, як

наслідок «врізувань», значно зростає кількість аварій. Аналіз статистичних даних демонструє зменшення обсягів збитків та протиправних посягань в останні роки. Це співпадає із більш ефективною превентивною діяльністю правоохоронних органів, але статистика протиправних посягань має періодичний характер, тому маємо впевненість, що злочинність без постійної профілактики правоохоронних органів швидко відновить свою діяльність.

Звернемо увагу, що у випадку системи магістральних трубопроводів захист державних інтересів, у т. ч. захист довкілля України, здійснюється службово-бойовою діяльністю спеціальних частин внутрішніх військ [4] та ОВС України. Дослідження, проведені у Полтавській, Сумській та інших областях України у 2003 р. в період охорони МТ внутрішніми військами (ВВ) України показали, що тиск практично на всіх ділянках МТ на всмоктувальній частині насосних станцій підвищився на 18%, порівняно з ділянками, які не охоронялися підрозділами ВВ. На рис. 3 приведено результати дослідження активності діяльності «чорних нафтовиків» у Полтавській, Сумській, Чернігівській, Вінницькій, Луганській областях. Чи не варто розповсюдити цей досвід на екологічний захист інших потенційно небезпечних для довкілля об'єктів?

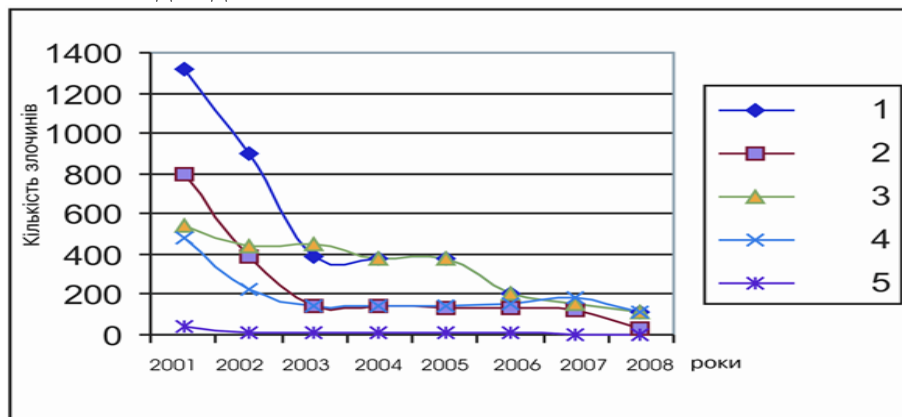


Рис. 3. Динаміка протиправних посягань на об'єкти видобувних та транспортних підприємств компанії «Нафтогаз України»[8] (1–Сумська, 2–Чернігівська, 3– Полтавська, 4– Вінницька, 5– Луганська області)

На сьогодні гостро стоїть проблема забруднення внаслідок втрат вуглеводнів через корозію або утворення несучільностей стінок трубопроводів. З огляду на специфіку міграції нафтопродуктів у зоні аерації слід зазначити, що забруднення протягом тривалого часу може відбуватися у латентній формі, аж до розвантаження забрудненого потоку ґрунтовими водами у зонах природного дренажу. При відсутності ефективного контролю за станом труб і ґрунтів у зоні МТ навіть незначні порушення герметичності трубопроводів через тривалий час можуть суттєво зашкодити навколишньому середовищу.

Вивчення досвіду зарубіжних компаній та пропозицій вітчизняних спеціалістів свідчить, що вже розроблені методи та випускається обладнання для шумоакустичної діагностики та раннього попередження аварій на основі дослідження частотних характеристик сигналів течії крізь тріщини-несучільності в оболонці трубопроводу. Це дає змогу прогнозувати розвиток аварій та попереджувати їх виникнення. Але справа ефективного практичного використання цієї техніки в Україні гальмується у т. ч. з причин відсутності спільної політики держави і конкретних виконавців.

Аналізуючи систему магістральних трубопроводів, ми не можемо обійти увагою нафто- і газоперекачувальні станції, які входять до МП як обов'язкові складові елементи. Наявність на таких станціях комплексу потужних насосів, резервуарів, трубопроводів, турбін тощо робить ці об'єкти потужним джерелом забруднення оточуючого середовища вуглеводнями; їх експлуатація супроводжується утворенням небезпечних відходів, які частково потрапляють у навколишнє середовище (ґрунти, воду, атмосферу) навіть при безаварійній роботі. Але за перевітками ці «нормативні» викиди у більшості випадків перевищуються.

Через територію України проходять п'ять ниток міжнародних МТ. Наприклад, на території Закарпатської області трубопроводи, що транспортують нафту, нафтопродукти та

газ, мають довжину 340 км, а 192 км припадає на гірські райони. Майже половина зайнятої ними площі - 430 га проходить через лісові масиви. Для прокладання трубопроводів проводиться суцільна вирубка лісів. Втручання у екосистеми лісових і мішаних масивів негативно впливає на їх стійкість, спричиняє ерозію ґрунтів, утворення яруг тощо. Відомі випадки, коли подібні зсуви починали загрожувати цілісності самого трубопроводу. Поки що справа не доходила до масштабної аварії, але не можна гарантувати її відсутності у майбутньому. Кожна просіка, зроблена для магістрального трубопроводу, може розглядатися як заглиблення, негативна форма мікрорельєфу. Характерною рисою мікроклімату в таких місцях є інтенсивне прогрівання ґрунту і повітря, спричинене посиленням руху повітря і турбулентного обміну внаслідок впливу навколишнього лісу. Вночі на вирубки з крон дерев «стікає» холодне повітря, яке далі включається у теплообмін, відбувається відбирання тепла (радіаційне охолодження). Відкритість галявин вздовж трас призводить до змін мікроклімату – температури повітря по краю лісу підвищуються на 2-7 °С, а на ґрунті до 15-20 °С, а вологість повітря знижується на 3-5%.

Аналізуючи стан безпеки системи ПЕК, зокрема, на нафто-, газо- та продуктопроводах, можна очікувати, що процес структурної перебудови галузі трубопровідного транспорту та всієї промисловості ПЕК на фоні роздержавлення і приватизації відбуватиметься без урахування необхідності гарантування безпеки і протиаварійної стійкості об'єктів.

Трубопроводи, перетинаючи водні магістралі, контактують із водою. Особливості підводного розміщення трубопроводів, у першу чергу – це відносна свобода для деформацій і сезонні зміни температурного режиму, значно зменшують надійність трубопроводів, а з іншого боку, вуглеводні, які потрапляють при аваріях у воду, стають причиною справжньої екологічної катастрофи.

Глобальною проблемою у світі стало забруднення морів і океанів нафтопродуктами. Причиною є аварії танкерного флоту, добування нафти у морській акваторії і нафтопроводи. Кількість нафти, яка щорічно надходить до світового океану, становить 5-10 млн т. Слід зауважити, що нафта і нафтопродукти забруднюють не лише поверхню води, а й товщу її до дна. Тому таке забруднення є загрозою для живих організмів, які мешкають на поверхні, в товщі води та на дні. Встановлено, що вміст у воді нафтопродуктів понад 16 мг/л [5] спричиняє загибель риб, молюсків тощо, а це є небажаним для України, як держави, що приєдналась до Конвенції про охорону біологічного різноманіття [6, 7]. Сьогодні Україна через відсутність танкерного флоту, добування нафти у морській акваторії і морських нафтопроводів (виняток - портові термінали) не є відповідальною за забруднення морів, але в майбутньому, коли почнеться добування нафти на шельфі у Чорному та Азовському морях, і ми приєднаємось до країн - забруднювачів.

Підсумовуючи результати наших комплексних досліджень, слід підкреслити, що специфіка об'єктів транспортування та зберігання нафти і нафтопродуктів як потенційно можливих джерел негативного впливу на природне середовище зумовлює необхідність якнайскорішого розв'язання проблеми запобігання аварійним ситуаціям. Заходи щодо ліквідації наслідків аварій дозволяють знизити їх масштаби і зменшити завдані збитки. Доцільно застосовувати комплекс заходів, спрямованих на забезпечення надійності об'єктів на всіх стадіях здійснення проекту: розробки техніко-економічного обґрунтування, самого проекту, будівництва, випробувань, експлуатації.

Екологічна свідомість полягає в усвідомленні об'єктивної закономірності - техногенні аварії та катастрофи і, як наслідок, забруднення навколишнього середовища траплятимуться доти, поки існуватиме техносфера. Головна небезпека для людства полягає не в окремих екологічних катастрофах, якими б трагічними вони не були, а в поступовій деградації природного середовища під впливом постійних, малопомітних впливів виробничої діяльності.

Загальмувати стрімкий процес забруднення НПС можливо через суворий правовий, прискіпливий екологічний контроль, незалежну і всебічну екологічну експертизу, впровадження сучасних безпечних природоохоронних технологій, діагностичного контролю стану об'єктів, ранній прогноз, попередження та запобігання виникненню аварій, оптимізацію та ефективне проведення аварійно-відновлювальних робіт.

Висновки

1. Порівняння наслідків будівництва та експлуатації об'єктів системи транспортування, зберігання і переробки вуглеводнів в галузі ПЕК України дозволило встановити, що найбільш небезпечне забруднення навколишнього середовища спричиняють аварії на магістральних трубопроводах великого діаметра.

2. Основною метою охорони довкілля та інженерної екології під час спорудження об'єктів нафто-, газотранспортного комплексу (НГТК) є розробка стратегії і тактики прокладки МТ, коли можливим стає поєднання інтенсивної будівельно-виробничої і господарської діяльності зі спорудження НГТК із регіональними особливостями довкілля.

3. Основною причиною екологічного забруднення навколишнього природного середовища від впливів аварій на МТ є тривала експлуатація, відсутність засобів дистанційної діагностики та контролю трубопроводів, транспорт вибухо-, пожежонебезпечних речовин.

4. Забезпечити безпеку на лінійній частині трубопроводів можливо лише за рахунок відновлення їх фізичної охорони силами ОВС.

Подяка

Автори роботи висловлюють щиру подяку завідувачу кафедри екології НаУКМА проф. С.Д. Ісаєву за цінні консультації під час її виконання

1. Правові аспекти боротьби з організованою злочинністю у сфері транспортування вуглевмісної сировини та пального / В.Д. Шиян // Вісник Національної академії державного управління при Президентові України. – 2005. – №3. – С. 361-368.

2. Проблеми забруднення геоecологічного середовища нафтопродуктами у зв'язку з охороною підземних вод в Україні / М.С. Огняник, Н.К. Парамонова, І.М. Запольський // Екологія довкілля і безпека життєдіяльності. – 2003. – №3. – С. 12-17.

3. Основні напрями державної політики України в галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки: Постанова Верховної Ради України від 5.03.1998 р. № 118.

4. Про трубопровідний транспорт: Закон України від 15.05.96 №192.

5. Остроумов С.А. Введение в биохимическую экологию / С.А. Остроумов. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 126 с.

6. Конвенція про охорону біологічного різноманіття: матер. наук. конф. (Ріо - де - Жанейро, 5.06.1992 р.). Дата приєднання України 1.06.1992. – с.7.

7. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25.06.1991р. №41.

8. Шиян В.Д. Вплив магістральних трубопроводів на екологічну безпеку/ В.Д. Шиян // Національна безпека: український вимір. – 2009. – №5. – С.58-66.

В.Д. Шиян, Г.В. Лисиченко

МАГИСТРАЛЬНЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ В ПРОБЛЕМАТИКЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИМПЕРАТИВА

Рассмотрены проблемы экологической безопасности и защиты окружающей среды в аспекте загрязнения окружающей среды под воздействием последствий аварий на нефте-, газо-, продуктопроводах. Показано, что устойчивое функционирование трубопроводного транспорта достигается применением физической защиты (охрана внутренними войсками) и технического прикрытия.

V.D. Shiyan, G.V. Lysychenko

THE MAIN-LINE PIPELINES IN GUARANTEE PROBLEMS OF ECOLOGICAL IMPERATIVE

The problems of ecological safety and defense of environment are considered in the aspect of contamination of environment under act of consequences of failures on oil-, gas-, product pipelines. The stable functioning of pipeline transport is achieved at application of physical defense (guard by internal troops) and technical protection.