

Грабар О.В., к.т.н., Лихачова В.В., к.т.н., Рисенко Г.О.

АДІ ДВНЗ «ДонНТУ», м. Горлівка

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТА НАДІЙНІСТЬ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАГІСТРАЛЬНОГО АМІАКОПРОВОДУ

Виконано аналіз екологічної безпеки та надійності експлуатації лінійної частини магістрального аміакопроводу підприємства «Укрхімтрансаміак». Розроблено рекомендації по впровадженню автоматизованих метеорологічних станцій на постах секціонування лінійної частини магістрального аміакопроводу. Це дасть можливість покращити систему раннього вияву витоків аміаку для безаварійної експлуатації магістрального аміакопроводу та покращить екологічну безпеку прилеглих територій. Встановлено, що для безперебійної та безпечної роботи аміакопроводу важливе значення мають кульові крани та оборотні клапани.

Постановка проблеми

Розвиток продуктивних сил України супроводжується збільшенням потужностей технологічних комплексів, транспортних засобів, енергетичних систем, вузлів управління. Однак не всі елементи техносфери мають належну стійкість і надійність експлуатації в нормальних умовах роботи, тому існує небезпека виникнення надзвичайних техногенних ситуацій та катастроф.

Особливою потенційною небезпекою є будівництво і розвиток об'єктів, що транспортують, зберігають або використовують радіоактивні, сильнодіючі отруйні, вибухово- та пожежонебезпечні речовини. Навіть невеликі аварії здатні викликати порушення герметичності ємностей і комунікацій, що у свою чергу може призвести до людських жертв і тяжких екологічних наслідків.

Одним з найнебезпечніших промислових об'єктів на території м. Горлівки є аміакопровід Придніпровського управління магістрального аміакопроводу «Укрхімтрансаміак». Він є безперервною трубою, уздовж якої розміщуються інженерні споруди, що забезпечують перекачування аміаку за наперед заданими параметрами. Аміакопровід призначено для транспортування рідкого аміаку (NH_3) від ПО «Тольятіазот» і Горлівського ВАТ «Концерн Стирол» на Одеський припортовий завод для подальшої поставки його на експорт, а також для видачі його по трасі сільськогосподарським споживачам.

Аналіз умов експлуатації аміакопроводу

Загальна довжина аміакопроводу складає 2417 км, з них по Україні — 1018 км. Територія аміакопроводу, що проходить по Україні, поділяється на три управління: Придніпровське (ПУМА), Миколаївське (МУМА), Південне управління (ПМА). Довжина ділянки, що обслуговується ПУМА УДП «Укрхімтрансаміак» складає — 577,416 км.

Магістральний аміакопровід складається з наступних основних інженерних споруд: лінійна частина — магістральний трубопровід із секціонуючою арматурою; насосні станції (НС) (головні, проміжні та кінцева); роздавальні станції (РС); пости секціонування; установки електрохімічного захисту (ЕХЗ); електроустановки і лінії електропередачі; засоби автоматизації; лінії і споруди технологічного зв'язку; центральні ремонтні бази та інші споруди, що призначені для поточного обслуговування траси, проведення профілактичного ремонту і ліквідації аварійних ситуацій та аварій.

До ПУМА належать: головна насосна станція НС-14 (м. Горлівка); вузлова НС-10 (с. Ново-Іванівка, Харківської області); проміжна НС-9 (Куп'янський район Харківської області); роздавальні станції. Задачею насосних станцій є приймання рідкого аміаку зі складу рідкого аміаку або з магістралі та видача його в магістральний аміакопровід до іншої насосної станції з відповідним тиском, у необхідній кількості.

Максимальна кількість аміаку, що транспортується від ВАТ «Концерн Стирол» до НС-10, дорівнює 120 *т/год*. Максимальна кількість аміаку, що транспортується від ВАТ «ТольятіАзот» до ВАТ «ОПЗ», дорівнює 316 *т/год*.

Магістральний аміакопровід прокладено далеко від міст, транспортних і промислових вузлів, в обхід територій заповідників і заказників, родовищ корисних копалин і районів з несприятливими інженерно-геологічними умовами. Охоронну зону магістрального аміакопроводу встановлено на 1000 *м* по обидва боки від його осі (окрім території Горлівського міськвиконкому Донецької області, де охоронну зону встановлено на 500 *м*).

З метою запобігання випадкових пошкоджень трубопроводу його прокладено під землею на глибині не менше 1,4 *м* до верху труби на суші й 0,5-1,4 *м* на переходах через водні перешкоди, за винятком переходу через Дніпро, питні канали «Сіверський Донець – Донбас», «Дніпро – Донбас», «Дніпро – Кривий Ріг», де він проходить по мостовому переходу над водою.

Траса аміакопроводу маркерується на місцевості легко помітними кілометровими знаками, які встановлюються на відстані 5 *м* від осі трубопроводу. Аміакопровід при перехрещенні з іншими трубопроводами та кабелями прокладено нижче цих трубопроводів та кабелів.

Зовнішні поверхні трубопроводу і кожуха покрито ізоляційним матеріалом, а для запобігання корозії внутрішньої поверхні кожуха міжтрубний простір заповнено азотом. Для підвищення надійності на підводних, надводних, автомобільних і залізничних переходах товщину стінки внутрішнього трубопроводу збільшено в 1,5 рази.

Для зменшення кількості аміаку, що витікає у разі розриву труби, лінійна частина аміакопроводу була розділена на секції постами секціонування. На Придніпровській ділянці аміакопровід розділено постами секціонування в середньому через 9 *км*, на ділянці Горлівського ВАТ «Концерн Стирол», яка проходить по підробленій гірничими роботами території, відстань між постами скорочено до 3 *км*.

В якості запірної арматури для відключення секції використовуються кульові крани з електропневмогідравлічним приводом, що мають рівнопрохідний з трубопроводом діаметр.

Під час експлуатації трубопроводу є вірогідність виникнення аварійних зупинок насосів, зниження тиску на одній з ділянок трубопроводу в ситуаціях розриву трубопроводу або тоді, коли напрям потоку середовища змінюється на зворотний. Щоб запобігти такій ситуації, застосовуються зворотні клапани. Вони пропускають потік робочого середовища лише в тому напрямку, яке потрібне.

Для забезпечення безпечних режимів роботи магістрального аміакопроводу передбачено автоматизовану систему управління технологічним процесом транспортування рідкого аміаку на базі електронних засобів контролю та мікропроцесорної техніки. Аміакопровід обладнано самостійною системою телефонного і радіозв'язку.

Для оперативного виявлення можливого витоку аміаку і вживання захисних заходів передбачають автоматичний постійний вимір значень тиску рідкого аміаку і витрати рідкого аміаку на насосних станціях. Відключення аварійних ділянок здійснюють автоматичним закриттям кульових кранів на постах секціонування при тиску рідкого аміаку нижче за значення, передбаченого проектною документацією.

Формування мети

Метою проведених нами досліджень є розробка пропозицій, спрямованих на підвищення надійності експлуатації магістрального аміакопроводу, а також поліпшення екологічної безпеки територій навколо аміакопроводу.

Виклад основного матеріалу

За весь період експлуатації аміакопроводу було зареєстровано 43 випадки витоків аміаку. Всі витіки були незначні та виявлені лише при розкопках. Розподіл витоків аміаку за елементами аміакопроводу наступний:

- 30 % витоків виявлено на зворотних клапанах (у тому числі 10 випадків витоків виявлено через тіло металу, унаслідок дефекту заводського лиття корпусів зворотних клапанів);
- 6,6 % загального числа витоків зумовлено порушенням герметичності кульових кранів;
- виявлено 2 випадки мікровитоків аміаку через тіло металу лінійної частини аміакопроводу унаслідок заводського браку.

Витіки було виявлено:

- при профілактичних оглядах стану підземної частини зворотних клапанів і кульових кранів при їх розкопці;
- за специфічним запахом аміаку в місцях витіку під час профілактичних оглядів обхідниками й іншим експлуатаційним персоналом.

При розгерметизації аміакопроводу, розташованого в землі на глибині 1,4 м, аміак унаслідок малої швидкості фільтрації у вологій землі (окрім грубозернистого піску) практично увесь витікатиме на поверхню ґрунту. Оскільки температура аміаку в трубопроводі складає приблизно 0-13°C і він знаходиться під надлишковим тиском, приблизно п'ята частина його в результаті скипіння відразу ж випаровуватиметься в атмосферу. Аміак, що залишився, буде розтікатися по поверхні землі.

При цьому в результаті контакту аміаку з ґрунтом, що має температуру приблизно 13°C, буде випаровуватися до 5 кг аміаку на 1 м² ґрунту. У разі витіку аміаку на зораний ґрунт ця величина може досягти 10 кг/м².

Проте основну небезпеку становить газоподібний аміак при його поширенні в атмосфері. Відомі дані про поширення аміаку в приземному шарі атмосфери у разі його витоків суперечливі.

В результаті однієї з аварій аміакопроводу, який проходив по дуже пересіченій лісистій місцевості, витікло і випарувалося в атмосферу 700 т аміаку. Аерозольна хмара, утворена при цьому, покрила територію в 40 км². Довкола місця аварії на площі в 4,3 га зелень повністю почорніла. На площі 11,66 км² лісова рослинність отримала середню ступінь ушкодження, а на площі 21,17 км² — легку ступінь ушкодження.

Відомим є випадок витіку на ґрунт і випару в атмосферу 230 т аміаку в результаті розгерметизації аміакопроводу. Аварія сталася взимку вранці при температурі навколишнього повітря -1°C і швидкості вітру 10-12 км/ч. Аерозольна хмара, що утворилася під дією вітру, простяглася в південному напрямі на відстань 1,2 км і покрила площу близько 2 км². На відстані 1,2 км від витіку з підвітряного боку можна було ходити без протигазів, відчувався лише сильний запах аміаку. Внаслідок того, що щільність аміаку майже в 2 рази менша щільності повітря, на відстані 300 м від місця аварії аерозольна хмара поступово піднялася над землею.

Така суперечність наведених даних про відстань і площу поширення аерозольної хмари у разі аварійних витоків аміаку пояснюється відсутністю достовірних даних про концентрацію аміаку на кордонах поширення аерозольної хмари. В інформації про аварійні витіки аміаку відсутні дані щодо використання приладів для визначення концентрацій аміаку в атмосфері.

У разі виникнення аварійного надходження в атмосферу аміаку, як правило, в першу чергу приймаються заходи з якнайшвидшого визначення його місця розташування, напряму вітру і поширення аерозольної хмари, а також проводиться евакуація людей із передбачуваної зони поширення небезпечних концентрацій аміаку. При цьому кордони поширення хмари аміаку визначають візуально і в основному за запахом. Поріг сприйняття людиною парів аміаку — 35 мг/м³, а мінімальна концентрація, небезпечна для життя, складає 350 мг/м³. Тому з

урахуванням великих різниць в суб'єктивному сприйнятті різними людьми «сильного» запаху аміаку, оцінювані розміри площ поширення пари аміаку часто виявляються непорівнянними. Крім того, площа і відстань поширення хмари аміаку в значній мірі залежать від атмосферних умов (температури та вологості повітря, швидкості вітру, наявності або відсутності опадів, сонячної або похмурої погоди та ін.), які у багатьох випадках при витоках були різними.

Тому для підвищення надійності безпечної експлуатації аміакопроводу необхідно удосконалити систему раннього вияву витoku аміаку на аміакопроводі. Існуюча система раннього вияву витoku аміаку на аміакопроводі передбачає автоматичний постійний вимір значень тиску рідкого аміаку і витрат рідкого аміаку на насосних станціях. Для безаварійної та безпечної експлуатації магістрального аміакопроводу рекомендується впровадження в існуючу систему раннього вияву витoku аміаку метеостанцій на головних постах секціонування, насосних та роздавальних станціях.

Загалом метеостанція є закінченим пристроєм системи моніторингу довкілля, а вимірювані параметри в місці установки метеостанцій можуть використовуватися в системі сповіщення населення при аваріях на магістральному аміакопроводі, для прогнозування поширення токсичної хмари та виявлення інших надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру.

Автоматизована метеорологічна станція призначена для:

- прийому по каналах зв'язку кодових сигналів команд управління від пульта управління і для збору інформації;
- виміру параметрів довкілля, шифрації і передачі отриманих даних в канал зв'язку у вигляді кодових сигналів;
- формування аварійних кодових сигналів з автоматичною їх передачею в канал зв'язку.

В якості пульта управління і збору інформації може бути диспетчерський пульт управління засобами сповіщення, який має спеціальне програмне забезпечення моніторингу довкілля. В якості транспортної мережі можна використовувати існуючий радіозв'язок або провідні канали зв'язку.

Автоматизована метеорологічна станція призначається для цілодобової роботи. Відстань управління метеорологічною станцією по радіоканалу визначається рельєфом місцевості, висотою підвісу і типом антен, які визначаються під час проектування. Живлення станції здійснюється по мережі електропостачання 220 В.

Метеорологічна станція забезпечує вимір і передачу в канал зв'язку наступних параметрів довкілля: температуру НС, відносну вологість, атмосферний тиск, швидкість вітру, напрям вітру, ступінь вертикальної стійкості атмосферного повітря, концентрацію аміаку в повітрі від 20 до 200 мг/м³ в нормальних умовах.

Автоматизована метеорологічна станція конструктивно повинна включати: пристрій обробки і передачі метеоданих (ПОПМ) і блоку датчиків, сполучених між собою кабелем управління. Пристрій обробки і передачі метеоданих являє собою контейнер.

В пристрій обробки і передачі метеоданих входять: радіостанція, інтерфейс метеостанції, блок силовий, блок живлення, акумулятор.

Блок датчиків конструктивно складається з датчиків верхньої та нижньої установки.

До складу датчиків верхньої установки входять: анемометр-рубометр з датчиками швидкості та напрямку вітру та плата модуля виміру і обробки метеоданих з встановленими датчиками температури, вологості, тиску, які з'єднані в один блок.

В анемометр-рубометр входять приймачі швидкості та напрямку повітряного потоку, які обертаються навколо осі. Приймачем швидкості служить ротор Савоніуса з перекриваючими лопатками, які перетворюють енергію потоку повітря в кінетичну енергію обертання ротора пристрою.

Модуль виміру і обробки метеоданих з датчиками знаходиться в захисному металевому корпусі з фланцем і з'єднується з корпусом анемометра-рубометра та утворює закінчену конструкцію верхніх датчиків.

До складу датчиків нижньої установки входять: датчик виміру концентрації аміаку в атмосфері повітря та датчики температури.

Датчики виміру концентрації аміаку в атмосферному повітрі та датчики температури встановлюються на одній платі в захисному корпусі. Блок нижніх датчиків може розміщуватися на відстані до 8 м від модуля виміру і обробки метеоданих. Інформація про стан повітря в аналоговому вигляді поступає на процесор модуля виміру і обробки метеоданих.

За наявності ГДК аміаку в атмосферному повітрі більше 150 мг/м^3 автоматично формується кодовий сигнал і передається на диспетчерський пульт управління засобами сповіщення (ДПУЗС).

Управління метеорологічною станцією по запиту параметрів навколишнього середовища здійснюється з диспетчерського пульта управління засобами сповіщення шляхом подачі кодового сигналу. У разі надходження кодового сигналу модуль виміру і обробки метеоданих вимірює параметри навколишнього середовища, виміряні параметри передаються на інтерфейс метеостанції. Інтерфейс метеостанції формує кодові сигнали параметрів навколишнього середовища і через радіостанцію передає в радіоканал на диспетчерський пульт управління засобами сповіщення.

Автоматизована метеорологічна станція монтується на опорах, працює на відкритому повітрі в умовах вимірюваних параметрів.

Впровадження автоматизованих метеорологічних станцій покращить безаварійну експлуатацію магістрального аміакопроводу завдяки більш точному виміру витoku та розповсюдження хмари аміаку при малих концентраціях.

Висновки

1. У роботі зроблено аналіз лінійної частини магістрального аміакопроводу з точки зору екологічної безпеки експлуатації. Було встановлено, що для безперебійної та безпечної роботи аміакопроводу важливе значення мають кульові крани та оборотні клапани.

2. Для підвищення надійності експлуатації аміакопроводу запропоновано впровадження системи автоматизованих метеорологічних станцій на постах секціонування лінійної частини магістрального аміакопроводу. Це дасть можливість покращити систему раннього вияву витoku аміаку, безаварійно експлуатувати магістральний аміакопровід та покращити екологічну безпеку прилеглих територій.

Список літератури

1. Технологічний регламент транспортування рідкого аміаку магістральним трубопроводом по території України: місцевий контроль, сигналізація, захисні блокування, автоматичне регулювання насосних станцій / Українське державне підприємство «Укрхімтрансаміак». — [Чинний до 2010 р.]. — Київ.
2. Розрахунково-пояснювальна частина до Декларації безпеки об'єктів підвищеної небезпеки УДП «Укрхімтрансаміак» Магістральний аміакопровід «Гольяті-Одеса» та його відгалуження «Горлівка-Лозова»: Кн. 1 Обґрунтування фізико-математичних моделей і методів розрахунку. — Дніпродзержинськ. — 2010 р.
3. Магистральные трубопроводы для транспортирования жидкого аммиака (амиакопроводы). Правила технической эксплуатации: ГСТУ 3-041-2003. — [Действующий от 2003-30-10]. — К.: Минпромполитики Украины, 2003.

Рецензент: д.т.н., проф., С.П. Висоцький, АДІ ДВНЗ «ДонНТУ»

Стаття надійшла до редакції 17.10.10
© Грабар О.В., Лихачова В.В., Рисенко Г.О., 2010