

Табл. 4. Класифікація рівнів ризику

Рівень ризику	Ризик протягом життя	
	ICR	HI
Високий – не прийнятний для виробничих умов і населення. Потрібне здійснення заходів з усунення або зниження ризику	$>10^{-3}$	$>100,0$
Середній – припустимий для виробничих умов. За впливу на все населення, потрібний динамічний контроль і поглиблене вивчення джерел і можливих наслідків шкідливих впливів для вирішення питання про заходи з управління ризиком	$10^{-3}-10^{-4}$	10,0-100,0
Низький – припустимий ризик (рівень, на якому, як правило, встановлюють гігієнічні нормативи для населення)	$10^{-4}-10^{-6}$	1,0-10,0
Мінімальний – бажана (цільова) величина ризику під час проведення оздоровчих і природоохоронних заходів	$<10^{-6}$	$<1,0$

Висновки. Використовуючи методологію оцінювання екологічного ризику можна встановити, що забруднення, які присутні на території колишньої ракетної бази, не становлять небезпеки для здоров'я людей та довкілля.

Література

1. Мальований М.С. Аналіз та систематизація існуючих методів оцінювання ступеня екологічної небезпеки / М.С. Мальований, В.М. Шмандій, О.В. Харламова та інші // Екологічна безпека. – 2013. – Вип. 1(15). – С. 37-44.
2. Glenn W. Ecological risk assessment / Glenn W. Suter II. – Boca Raton, FL: Taylor & Francis Group, 2007. – 654 pp.
3. Understanding Risk: Informing Decisions in a Democratic Society / Ed. by Paul C. Stern and Harvey V. Fineberg. – Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. – 264 pp.
4. Шаравара В.В. Моніторингові дослідження та аналіз забруднення ґрунту в районі бойових стартових позицій балістичних ракет / В.В. Шаравара, Я.І. Мовчан // Екологічна безпека та природокористування : зб. наук. праць. – 2013. – Вип. 12. – С. 14-22.
5. Орел С.М. Парадигма оцінки екологічного ризику у військовій сфері / С.М. Орел, О.В. Іващенко, М.С. Мальований // Вісник Кременчуцького національного ун-ту : зб. наук. праць. – 2011. – Вип. 2 (67), ч. 1. – С. 131-136.
6. Орел С.М. До питання вибору об'єктів турботи при оцінці ризику впливу військової діяльності на довкілля / С.М. Орел, М.С. Мальований // Зб. наук. стат. III-го Всеукр. з'їзду екологів з Міжнар. участю "Екологія-2011". – Вінниця. – 2011. – Т. 1. – С. 5-8.
7. Guidance for Assessing Ecological Risks Posed by Chemicals: Screening-Level Ecological Risk Assessment. – Santa-Fe, N.M., 2008. [Electronic resource]. – Mode of access http://www.nmenv.state.nm.us/HWB/documents/NMED_chemical_ecorisk_guidance_v2_July_2008.pdf.
8. Guidance for Ecological Risk Assessment: Levels I, II, III, IV. Oregon DEQ: Portland, OR, 1998. [Electronic resource]. – Mode of access <http://www.epa.ohio.gov/portals/30/rules/RR-031.pdf>
9. EPA 530-D-99-001C. Screening Level Ecological Risk Assessment Protocol for Hazardous Waste Combustion Facilities. – Vol. 3. – Washington, DC, 1999. [Electronic resource]. – Mode of access <http://www.csu.edu/cerc/researchreports/documents/ScreeningLevelEcologicalRiskAssessmentProtocolHazardousWasteCombustionFacilitiesVolume3.pdf>

Надійшла до редакції 06.04.2016 р.

Орёл С.М., Иващенко А.В., Малёванный М.С. Оценка влияния загрязнения почвы в районе боевых стартовых позиций баллистических ракет на здоровье человека и окружающую среду

Используя концепцию экологического риска, исследовано влияние на здоровье человека и окружающую среду загрязнений, которые остались в почве на территории бывшей ракетной базы. Проведена оценка влияния как канцерогенных, так и неканце-

рогенных соединений тяжелых металлов. Анализ полученных результатов дает возможность утверждать, что уровень загрязнения незначителен и не несет угрозы для окружающей среды и человека, вопреки существующим утверждениям, которые основываются на применении предельно допустимой концентрации как пороговой величины, что определяет опасность.

Ключевые слова: загрязнение почвы, ракетная база, оценка экологического риска.

Orel S.M., Ivaschenko J.V., Malyovaniy M.S. Assessing the Impact of Soil Contamination in the Area of Ballistic Missiles Launching Sites on Human Health and the Environment

Using the conception of ecological risk, the impact of contaminants that remain in the soil at the former missile base on human health and environmental is evaluated. The influence of both carcinogenic and noncarcinogenic compounds of heavy metals is conducted. The analysis of the results allows asserting that the level of contamination is negligible and does not pose a threat to the environment and human, contrary to the existing claims, which are based on the application of maximum allowable concentration, as a threshold value that defines danger.

Keywords: soils, rocket base, ecological risk estimation.

УДК 658:504

ОЦІНЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТУВАННЯ ГАЗУ МАГІСТРАЛЬНИМИ ГАЗОПРОВОДАМИ

О.Р. Манюк¹, М.І. Манюк²

Розглянуто проблему забезпечення технологічної надійності та екологічності процесу транспортування природного газу, основні підходи до оцінювання та управління ризиками на промислових об'єктах.

Для підвищення безаварійності роботи об'єктів газотранспортної системи, запропоновано комплексну систему управління ризиками, а також алгоритм кількісної оцінки ризиків. Основна перевага запропонованого алгоритму аналізу кількісної оцінки ризиків перед традиційними полягає в тому, що в ході цього аналізу виявляються "уразливості" в технологічному процесі, які надалі використовуються як контрольований і керований параметр. Тоді як традиційні методики оцінювання величини ризику орієнтовані на визначення вірогідності настання ризикової події і дають змогу зробити висновки тільки про безпеку об'єкта.

Ключові слова: газотранспортні системи, магістральні трубопроводи, довкілля, екологічний ризик.

Постановка проблеми. На сьогодні газотранспортна система України (ГТС) є важливою складовою частиною нафтогазового комплексу нашої держави і другою за розмірами в Європі після Російської Федерації. Вона складається з мережі газопроводів різного призначення та продуктивності довжиною 35,6 тис. км, 73 компресорних станцій загальною потужністю 5492 МВт, включає 13 підземних сховищ газу загальною місткістю за активним газом понад 32,0 млрд м³ та об'єкти інфраструктури. Проектна пропускна спроможність газотранспортної системи на вході в Україну становить 292 млрд м³ на рік (800 млн м³ на добу), а на виході – 176 млрд м³ на рік. Газотранспортна система

¹ доц. О.Р. Манюк, канд. геол. наук – Івано-Франківський НТУ нафти і газу;

² доц. М.І. Манюк, канд. геол. наук – Івано-Франківський НТУ нафти і газу

України технологічно з'єднана зі системами магістральних газопроводів Росії, Білорусі, Румунії, Молдови, Угорщини, Словаччини, Польщі, а через них з газопроводами всього європейського континенту. У структурі газопроводів істотно переважають трубопроводи великого діаметра.

Водночас, газотранспортна система має у своєму складі 42,0 % газопроводів з терміном роботи від 16 до 42 років, 17,3 тис. км газопроводів експлуатуються понад 50 років. Довготривала експлуатація трубопроводів призводить до формування екологічної небезпеки, пов'язаної з ризиком виникнення масштабних аварій, значними економічними втратами та забрудненням навколишнього середовища. Також це вимагає щорічного виконання значних обсягів капітального ремонту та реконструкції газопроводів. Внаслідок тривалої експлуатації частини газопроводів України зростає ризик аварійно-небезпечних дефектів, таких як утворення корозійних тріщин, можливість вибуху на газопроводах, деформація трубопроводів, спричинена зсувами, повеннями та ін. Як наслідок, надходження до атмосферного повітря, ґрунту та водойм складників природного газу.

Відповідно, пріоритетними цілями розвитку газотранспортних підприємств України є підвищення ефективності та екологічності процесів транспортування природного газу, створення умов безаварійної роботи, а також забезпечення надійності і довговічності технологічного устаткування. Оскільки саме у процесі транспортування природного газу магістральними газопроводами і розподілу його споживачам відбуваються значні його втрати інколи до 10 %, що спричиняє низку як екологічних наслідків, пов'язаних з високим рівнем забруднення атмосферного повітря, так і економічних – зумовлених нераціональним використанням природних ресурсів.

Для мінімізації негативної дії виробничої діяльності на підприємствах газопровідного транспорту розробляють природоохоронні програми, пріоритетною метою яких, як правило, уникнення аварійних ситуацій на компресорних станціях і лінійних ділянках магістральних трубопроводів, які призводять до негативних дій на компоненти навколишнього середовища. Отже, на сьогодні не існує загальноприйнятого методу оцінювання ризиків промислових об'єктів, а ті, що застосовують на практиці, спрямовані на оцінювання відмов у роботі технологічного устаткування, який задіяно у виробничому процесі. Щодо екологічних ризиків, пов'язаних з відмовами роботи технологічного устаткування, дослідження спрямовані на оцінювання масштабів і характер поширення викидів у навколишнє середовище.

При цьому недостатню увагу приділяють питанню управління процесом зменшення вірогідності збитків у разі настання нештатних ситуацій, тобто відсутня система, що дає змогу реалізовувати ефективні заходи із запобігання аварійним ситуаціям. Очевидно, до вирішення проблеми забезпечення безаварійності роботи і зниження негативної дії на довкілля потрібно підходити комплексно, через розроблення і запровадження системи управління ризиками процесу перекачування газу на компресорних станціях, оскільки саме робота перекачувальних агрегатів характеризується найбільшим впливом на навколишнє середовище. Упровадження такої системи дасть змогу забезпечити не лише

зниження технологічних і екологічних ризиків, але і приведе до скорочення економічних втрат, що і зумовлює актуальність проведених досліджень.

Аналіз останніх досліджень та публікацій та формулювання цілей дослідження. На сьогодні відомо кілька напрямків, в яких ведуть спеціальні дослідження ГТС України, які стосуються: проблем теорії і практики конструктивної надійності та безпеки; організації принципів та контролю якості; функціонування у складних інженерно-геологічних умовах; взаємодія з ґрунтовим середовищем; можливості автоматизованого проектування; охорона навколишнього середовища під час будівництва та експлуатації [1-5].

На жаль, за такої великої кількості наукових праць єдиного підходу до вирішення поставленої проблеми не існує. Очевидно, що проблема мінімізації забруднення довкілля в разі аварійних ситуацій на об'єктах газотранспортної системи потребує розроблення заходів, спрямованих на забезпечення безаварійності роботи технологічних об'єктів.

Виклад основного матеріалу. Процес транспортування природного газу магістральними газопроводами охоплює такі види діяльності:

- розподіл газу на промислових газорозподільних станціях;
- перекачування газу на газокompресорних станціях (головна і лінійні);
- транспортування на лінійних ділянках газопроводу і розподіл газу на газорозподільних станціях споживачам.

Газокompресорні станції – це елементи системи транспортування газу, що забезпечують основні технологічні процеси підготовки і транспорту природного газу. Як зазначено вище, найбільший вплив на довкілля виявляється у процесі перекачування газу на газокompресорних станціях, обладнаних газоперекачувальними агрегатами, що мають привід від газотурбінних установок. Саме через це основну увагу під час розроблення алгоритму управління ризиками транспортування природного газу приділяли саме цьому процесу.

Для розроблення системи управління ризиками процесу перекачування природного газу на газокompресорних станціях використовували основні методологічні підходи управління процесами з метою вироблення різного роду рішень, переважно управлінського характеру. Ці підходи закладено у вимогах міжнародних стандартів із розроблення систем управління. Запропонований алгоритм ідентифікації, оцінювання та управління ризиками, процесу перекачування газу на газокompресорних станціях, в основі якого лежить модель системи управління ризиками відповідно до міжнародного стандарту ISO 31000 (рис. 1).

Основними елементами системи управління ризиками є:

- виявлення потенційних ризикових подій, що здійснюють вплив на ефективність діяльності у рамках системи управління якістю довкілля й у сфері професійної безпеки і охорони праці;
- оцінювання рівня їх впливу;
- зміна характеристик ризику відповідно до зазначеного рівня допусків відповідних типів (видів) ризиків;
- розроблення рішень із управління ризиками.

Першим етапом створення комплексної системи управління ризиками процесу перекачування газу на газокompресорних станціях є визначення сфери застосування системи, яка включає розробку цілей і завдань аналізу, оцінюван-

ня і управління ризиками цього процесу. Під час розроблення цілей і завдань потрібно враховувати стратегічні напрями у сфері забезпечення якості цього процесу, екологічної безпеки, а також зобов'язання підприємств зі зниження негативної їх дії на природне довкілля і здоров'я персоналу.

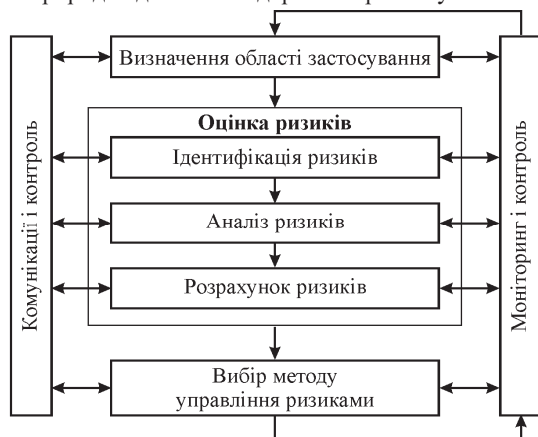


Рис. 1. Основні елементи системи управління ризиками відповідно до міжнародного стандарту ISO 31000



Рис. 2. Алгоритм оцінювання екологічних ризиків процесу перекачування природного газу на газокompресорних станціях

Наступний етап – оцінювання ризиків відповідно до цілей і завдань розроблення системи. Оцінювання ризику – це кількісний опис виявлених ризиків, в ході якого визначають такі їх характеристики, як вірогідність і розмір можливого збитку. Алгоритм оцінки ризиків під час перекачування газу на газокompресорних станціях представлено на рис. 2.

Як основу для розрахунку ризиків процесу перекачування природного газу на газокompресорних станціях пропонуємо використати методологію систематичного оцінювання ризиків. За цією методологією ризик – це величина, яка залежить від низки перемінних, таких як уразливість, загроза, вірогідність, дія і економічна цінність активів (матеріальних і нематеріальних), які використовуються в цьому процесі.

Оцінювання ризику – це вивчення вразливих місць, загроз, вірогідності, можливих втрат і теоретичної ефективності заходів, спрямованих на управління. Величину ризику відповідно до цієї методології визначають за такою формулою:

$$\text{Ризик} = \text{Загроза} \times \text{Уразливість} \times \text{Дія} .$$

Ця методологія відрізняється від традиційного оцінювання ризиків, де головною категорією, що визначає величину ризику, є вірогідність настання ризикової події. Відповідно до вживаної методології вірогідність визначається добутком величини "уразливості" технологічного устаткування і "загрози". "Уразливість" – це категорія, що характеризує технологічні параметри устаткування, який задіяно у процесі. "Загроза" – небезпеки, які можуть відбутись у технологічному процесі.

Аналіз отриманих результатів досліджень. Відповідно до запропонованого алгоритму починати аналіз і оцінювання ризиків потрібно з опису процесу, для чого можна використати різні методики опису бізнес-процесів. Найбільш зручним у цьому випадку є використання методології функціонального моделювання. Початковою інформацією можуть бути технологічні схеми, технологічні регламенти, а також документація з устаткування, яке використовують у цьому процесі. Відповідно розроблена нами функціональна модель є основою для ідентифікації "загроз" і "уразливості" технологічного процесу.

Цікавим у запропонованому алгоритмі є визначення величини економічного збитку, оскільки з погляду управління процесом ця категорія є найбільш значущою, тому що слугує пріоритетним критерієм для визначення величини допустимості ризику. Розрахунок економічного збитку в наслідок настання аварійної ситуації повинен представляти не лише оцінку вартості втрачених або пошкоджених матеріальних активів підприємства, але і оцінку нематеріальних активів, таких як документація, персонал, імідж і т. ін. Завершальним етапом аналізу ризиків є математичний розрахунок величини ризику, побудова таблиць і матриць ризиків для процесу перекачування газу. Після цього визначають рівень допустимого ризику для конкретного випадку. На цьому завершується етап аналізу і оцінки ризиків.

Основна перевага запропонованого алгоритму аналізу кількісної оцінки ризиків перед традиційними полягає в тому, що в ході цього аналізу виявляються "уразливості" у технологічному процесі, які надалі (на етапі розроблення заходів з управління ризиками) використовують як контрольований і керований параметр. Традиційні ж методики оцінки величини ризику орієнтовані на визначення вірогідності настання ризикової події і дають змогу зробити висновки тільки про безпеку об'єкта і, відповідно розробити рекомендації із контролю безпеки.

Висновок. Отже, управління ризиками небезпечних виробничих процесів, розроблене як цілісна система, дає змогу виявляти загрози в реалізації основних процесів і реалізації стратегічних цілей і завдань та інформувати про них вище керівництво через звітність у сфері аналізу та оцінювання ризиків. Запровадивши таку систему управління ризиками відповідно до сучасних принципів і підходів до управління, окрім виявлення ризиків і зниження їх до допустимого рівня, підприємство забезпечує оцінку втрат, які компанія може понести в плановому періоді, і, відповідно, своєчасне вживання необхідних заходів з метою їх недопущення.

Література

1. Айнбіндер А.Б. Расчет магистральных трубопроводов на прочность и устойчивость : справ. пособ. / А.Б. Айндиберг, А.Г. Камерштейн. – М. : Изд-во "Недра", 1982. – 341 с.
2. Иванцов О.М. Надежность строительных конструкций магистральных трубопроводов / О.М. Иванцов. – М. : Изд-во "Недра", 1985. – 233 с.
3. Мазур И.И. Конструктивная надежность и экологическая безопасность трубопроводов / И.И. Мазур, О.М. Иванцов, Т.Е. Коробков. – М. : Изд-во "Недра", 1990. – 264 с.
4. Анучкин М.П. Трубы для магистральных газопроводов / М.П. Анучкин, В.Н. Горичкий, Б.И. Мирошниченко. – М. : Изд-во "Недра", 1986. – 231 с.
5. Матвеев Ю.М. О влиянии технологических переделов на напряженное состояние электросварных труб большого диаметра / Ю.М. Матвеев, Н.А. Каширин, В.Я. Иванцов, И.И. Сергеев // Производство сварных и бесшовных труб : сб. науч. тр. УралНИТИ. – М. : Металлургия. – 1966. – Вып. 6. – С. 68-73.
6. Болотин В.В. Об упругих деформациях подземных трубопроводов, прокладываемых в статически неоднородном грунте / В.В. Болотин // Строительная механика и расчет сооружений : сб. науч. тр. – 1965. – № 1. – С. 17-18.

Надійшла до редакції 01.04.2016 р.

Маниук О.Р., Маниук М.И. Оценка экологических рисков процесса транспортировки газа по магистралям газопровода

Рассмотрена проблема обеспечения технологической надежности и экологичности процесса транспортировки природного газа, основные подходы к оценке и управлению рисками на промышленных объектах.

Для повышения безаварийности работы объектов газотранспортной системы, предложена комплексная система управления рисками, а также алгоритм количественной оценки рисков. Основное преимущество предложенного алгоритма анализа количественной оценки рисков перед традиционными заключается в том, что в ходе этого анализа определяются "уязвимости" в технологическом процессе, которые в дальнейшем используются в качестве контролируемого и управляемого параметра. В то время как традиционные методики оценки величины риска ориентированы на определение достоверности наступления рискованного события и позволяют сделать выводы лишь об опасности объекта.

Ключевые слова: газотранспортные системы, магистральные трубопроводы, окружающая среда, экологический риск.

Maniuk O.R., Maniuk M.I. Estimation of Ecological Risks of Gas Transporting via Main Gas Pipelines

The problem of technological reliability and ecofriendliness providing of natural gas transporting, basic ways to estimation and management of risks on industrial objects are considered. For the increase of accident-freeness of the gas-transport system objects work we have offered complex control system by risks, and also algorithm of risks quantitative estimation. The basic advantage of the offered algorithm of risks quantitative estimation analysis before traditional is that during this analysis we can see vulnerability in a technological process, which in future are used as the controlled and guided parameter. Whereas traditional methods of risk size estimation are oriented to determination of risk event possible authenticity and allow to draw conclusion only about the danger of object.

Keywords: gas-transport systems, main pipelines, environment, ecological risk.