

УДК 528.48

докт.техн.наук, професор Мазницький А.С.,
Maznitskyi@ gmail.com, ORCID: 0000-0001-6723-0274,

канд. техн.наук., професор Староверов В.С.,

Staroverov@ gmail.com, ORCID: 0000-0001-6319-0153,

Нікітенко К.О., Kira_N85@ gmail.com, ORCID: 0000-0002-9936-5231,

Київський національний університет будівництва та архітектури

ІНТЕГРАЛЬНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ГЕОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ ЩОДО НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ МАГІСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДУ

Проведено аналіз впливу геологічних чинників на функціонування магістрального газопроводу (МГ). Оцінювання ділянок підвищеної небезпеки на магістральному газопроводі - є основним підготовчим кроком до розрахунку показників екологічного ризику та визначені параметрів напружено-деформованого стану магістрального газопроводу. Виконано обґрунтування безпечної експлуатації трубопровідних систем, що здійснюється за допомогою оцінювання геологічних чинників ризику на ділянках газопроводу. Це дає можливість виділити потенційно небезпечні ділянки МГ для проведення техніко-організаційних заходів щодо убезпечення аварій при експлуатації МГ. Доведено доцільність подальших досліджень та оцінки ризиків трубопровідних систем, з метою отримання достовірної інформації про потенційно небезпечні ділянки МГ.

Ключові слова: ризик, еколого-техногенна безпека, газопровід, напружено-деформований стан, короткоживучі підкоркові локальні збурення (КПЛЗ)

Вступ. Тенденція підвищення безпеки життєдіяльності населення на основі оцінок ризику від техногенної діяльності та природних явищ і зниження ризику до прийнятних значень, потребує сучасна економіка. Оскільки конкретна оцінка ризику дає змогу зменшити кількість помилок, обмежує ірраціональну діяльність за рахунок оптимального вибору грамотних управлінських рішень, то врахування оцінки геологічної складової ризику при експлуатації газопровідної системи та її діагностики є важливим, першочерговим завданням в галузі підвищення еколого-техногенної безпеки газотранспортного комплексу України. [1,2]

Процес аналізу, оцінювання й управління ризиком загалом є ітераційною процедурою, в якій на кожному етапі аналізу враховуються результати, отримані на кожному з попередніх етапів.

Отже, актуальним завданням є визначення алгоритму кількісної оцінки геологічної складової ризику, яку необхідно враховувати при експлуатації магістрального газопроводу.

Аналіз досліджень та публікацій. В останні роки з'явилася велика кількість публікацій на тему використання кількісного ризик-аналізу в економіці та промисловості, у тому числі щодо геологічної і будівельної чинників ризику при проектуванні та під час експлуатації магістрального газопроводу, а саме: *Марчук Я. С., Мазницький А. С., Сакун М. Ю, Шапкин А.С., Шапкин В.А.* та багатьох інших провідних українських та російських вчених.

Постановка завдання. Метою даної роботи є аналіз основних підходів, методик для виявлення потенційно небезпечних ділянок ЛЧМГ, прокладених в зонах геологічного ризику.

Основна частина. Однією з основних умов безпечної експлуатації газопроводу є його герметичність. Наявність відкритих ділянок та критичних небезпечних екологічних зон поряд з газопроводом, у разі відсутності своєчасного проведення ремонту, можуть призвести до розгерметизації газопроводу та виникнення аварійної ситуації. Найбільша екологічна небезпека притаманна трубопроводам великого діаметру 1020 – 1420 мм. При розгерметизації газопроводу відбувається викид газу в 90 % випадків через утворення свища у стінці труби діаметром 8 – 25 мм до моменту усунення витoku, а в 10 % випадків спостерігається повний розрив труби. У переважній більшості випадків джерелом займання є іскри, що утворюються при зіткненні фрагментів труби або ударів по трубі твердих частинок [3].

Внаслідок експлуатації більше 25 років значної частини газопроводів України зростає ризик виникнення аварійно-небезпечних дефектів та можливість їх руйнування. Це спричиняє надходження до атмосферного повітря, ґрунту та водою складових природного газу.

Із аналізу першоджерел і на основі виконаних нами досліджень, впливає, що з геологічної точки зору потенційно небезпечними ділянками магістрального газопроводу є: тектонічні розломи - це зони посиленних деформацій та руйнування земної кори; напружено-деформований стан геологічного середовища; зсуви, карстові та сельові явища; гравітаційні неоднорідності; глибинні порушення, техногенні осідання земної поверхні тощо.

Обґрунтування безпечної експлуатації трубопровідних систем здійснюється за допомогою виявлення потенційних небезпечних ділянок з позиції геологічної будови земної кори. Для виявлення таких ділянок використовують тектонічну основу В.Г.Бондарчука та ізодимічну основу сучасних рухів земної кори за В.М.Матцьковою. Такі карти-основи дають

можливість визначити субширотну орієнтацію магістрального газопроводу та різні за складом мобільності геоструктурні елементи, а також регіони різної спрямованості та інтенсивності сучасних рухів земної кори.

Рельєф України досить різноманітний. Український Кристалічний Щит (УКЩ) є піднятою ділянкою платформи. Щит складений найдавнішими гірськими породами. Їх вік становить 3,5-4 млрд. років. Це граніти, гнейси, кварцити, пісковики та ін. Український щит розбитий густою мережею глибинних розломів на окремі, зміщені один відносно одного, блоки. З розломами пов'язана більшість річкових долин. Такими ж розломами щит відокремлюється від Дніпровсько-донецької западини, Причорноморської западини та Волино-Подільської плити. На захід від Українського щита розташована Волино-Подільська плита. На північ від неї знаходиться Галицька-Волинська западина.

До тектонічного піднятого рельєфу можна відноситися не тільки гірські хребти Карпат та Криму, але й усі височини (Волинську, Подільську, Придніпровську, Приазовську, Середньоросійську, Донецьку), в основі яких залягають відповідно Волино-Подільська плита, Український кристалічний щит, Воронезький масив та Донецька складчаста споруда. В свою чергу до тектонічного опущеного ендегенного рельєфу належать гірські долини, низовини (Придніпровська, Причорноморська), що розміщені в межах тектонічних западин (Дніпровсько-донецької та Причорноморської). Схилний тип формується під впливом таких гравітаційних процесів як зсуви, осипи, обвали, селеві явища, лавини. Три останні спостерігаються на території України тільки у гірських районах Криму та Карпат. Зсуви характерні для вододільних поверхонь не тільки гірських областей, але й Волинської, Подільської, Придніпровської, Приазовської та Донецької височин. Текучі води своєю діяльністю формують водний (флювіальний) тип рельєфу. Яри і балки найхарактерніші в Україні для Волинської, Подільської та північної і центральної частин Придніпровської височин, відрогів Середньоросійської височини [4].

Зауважимо, що згідно теорії Ю.В. Баркіна всі оболонки землі мають ексцентричність і відносну рухливість, що призводить до землетрусів [5]. Крім цього, дослідження які виконав Е.В.Бородзичев, дають можливість припустити, що землетруси породжуються на рівні рідкого ядра. Таке раніше невідоме явище отримало назву короткоживучі підкоркові локальні збурення (КПЛЗ) – вертикальні пульсації окремих ділянок поверхні Землі з короткими (по геологічним міркам) періодами.

Таким чином, земна кора являє собою складну і чутливу систему нелінійних зв'язків. Це дуже важливо усвідомлювати при врахуванні рівня

впливу оцінки геологічної складової ризику. Амплітуда вертикальних зсувів, що відбуваються за короткий проміжок часу, може досягати декількох метрів. Зароджуючись біля основ мантіїних каналів, КПЛЗ активізують транс коркові розломи і призводять до руйнації ґрунтів, перетікання підземних вод, розвитку карстових і зсувних явищ. Наприклад, на фазі підйому ділянки розломи розкриваються, і падіння рівня води може досягати кілометрової величини, при цьому на поверхні Землі утворюються концентричні вали і западини. Звичайно, небезпека різко підсилюється, коли ґрунтова подушка або підстеляючи її основа мають підвищену тріщинуватість і розломи, різко концентруючи згадані вище механічні впливи, що передаються трубопроводу і утворюють зони концентрації напружень.

Із урахуванням згаданого вище з позиції геологічних чинників на МГ можна виділити такі зони ризику: за глибинними розломами; за тектонічними розломами; за інтенсивністю сучасних рухів земної кори; за зсувними зонами; потенційно сейсмоактивні зони; зона утворення селів; техногенний чинник (розробка нафтових і газові родовища, залежи газоконденсата тощо).

Таким чином, актуальність питань взаємодії експлуатованих магістральних трубопроводів, а також споруджуваних і проєктованих комплексів, з навколишнім середовищем, не викликає сумнівів.

Резюмуючи викладене вище, можна констатувати, що за геологічними чинниками близько 50% ГТС України знаходиться у зонах підвищеного ризику. А це свідчить про необхідність визначення напружено-деформованого стану небезпечних ділянок газопроводу та виконання геодезичного моніторингу газотранспортної системи. Необхідно також відзначити принципову можливість отримання точних кількісних оцінок стану магістрального газопроводу за методикою попикетного визначення зон ризику з урахуванням техногенних, інженерно-геологічних та інших чинників. А також для кожної ділянки газопроводу можна буде підібрати точність приладів індивідуально таким чином, щоб забезпечити необхідну точність визначення координат реперів, яка встановлюється проєктною організацією. Особливого значення набуває потреба підвищеного контролю з боку геологічних і геодезичних служб, та в їх частіших моніторингах.

Висновки. Важливим завданням є встановлення співвідношення між вхідними факторами (фактори геологічного чинника ризику) та вихідною реакцією конструкції (зміщення трубопроводу). Встановлення таких закономірностей може бути корисним не лише для проведення геодезичного контролю, але й для їх врахування при проєктуванні нових споруд.

Розроблений метод комплексної оцінки геологічних чинників ризику на МГ, є основою для визначення напружено-деформованого стану газопроводу,

що вимагає диференційованого підходу до встановлення точності геодезичних робіт для кожної ділянки газопроводу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Марчук Я. С. Геологічна детермінанта ризику в процесі діагностичних обстежень та експлуатації магістральних газопроводів / Марчук Я. С., Мазницький А. С., Сакун М. Ю. // "Нафтова і газова промисловість" Вип. №4- 2007. С. 34-38
2. Шапкин А.С. Теория риска и моделирование рискованных ситуаций / Шапкин А.С., Шапкин В.А. // – М: Дашков, 2005. С.880
3. Ориняк І. В. Ресурс, довговічність і надійність трубопроводів. Огляд сучасних підходів і проблем нормативного забезпечення в Україні / І. В. Ориняк, В. В. Розгонюк, В. М. Тороп [та ін.] // Нафтова і газова промисловість. – 2003. – № 4. – С. 54-57
4. Рельєф, тектонічна, геологічна будова, мінеральні ресурси [Електронний ресурс].- Режим доступу <http://zno.academia.in.ua/mod/book/tool/print/index.php?id=2437&chapterid=532>– Назва з екрана. – Дата звернення 25.05.2019.
5. Баркин Ю.В. Воздействие короткоживущих подкорových локальных возмущений на лито-, гидро- и атмосферу. / Гагаринское научные чтения по космонавтике и авиации / М.:Наука.1989

докт.техн.наук, професор Мазницький А.С.,
канд. техн.наук., професор Староверов В.С., Никитенко К.А.,
Киевский национальный университет строительства и архитектуры

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ РИСКОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ МОНИТОРИНГА МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА

Проведен анализ влияния геологических факторов на функционирование магистрального газопровода (МГ) и определены проблемные участки рисков. Оценка участков повышенной опасности на магистральном газопроводе - является основным подготовительным шагом к расчету показателей экологического риска и определения параметров напряженно-деформированного состояния магистрального газопровода. Выполнено обоснование безопасной эксплуатации трубопроводных систем, которое осуществляется с помощью оценки геологических факторов риска на участках газопровода. Это дает возможность

выделить потенциально опасные участки МГ для проведения технико-организационных мероприятий по обеспечению безопасности аварий при эксплуатации МГ. Доказана целесообразность дальнейших исследований и оценки рисков трубопроводных систем, с целью получения достоверной информации о потенциально опасные участки МГ.

Ключевые слова: риск, эколого-техногенная безопасность, газопровод, напряженно-деформированное состояние, короткоживущие подкорковые локальные возмущения (КПЛЗ)

Maznitskyi A.S., Staroverov V.S., Nikitenko, K.A.,
Kiev National University of Construction and Architecture

DETERMINATION OF THE INTEGRATED ASSESSMENT OF THE GEOLOGICAL RISK COMPONENT IN THE RESULTS OF MONITORING OF THE GAS PIPELINE

The influence of geological factors on the operation of the main gas pipeline is analyzed. Since specific risk assessment makes it possible to reduce the number of errors, limits irrational activity due to the optimal choice of competent management decisions, taking into account the assessment of the geological component of risk in the operation of the gas pipeline system and its diagnostics is an important, priority task in the field of improving the ecological and technological safety of Ukraine.

The purpose of the article is to identify the dangerous sections of the main gas pipeline and to pay attention to the importance of geological risk factors that are necessary to ensure the safe operation of the main gas pipeline.

Assessment of high-risk sections of the main gas pipeline is the main preparatory step for the calculation of environmental risk indicators and the parameters of the stress-strain state of the main gas pipeline are determined. The substantiation of safe operation of pipeline systems is carried out by identifying potential hazardous areas from the position of the geological structure of the crust.

It is also necessary to note the fundamental possibility of obtaining accurate quantitative estimates of the state of the main gas pipeline by the method of picket determination of risk zones, taking into account man-made, engineering-geological and other factors. And also for each section of the pipeline it will be possible to select the accuracy of the instruments individually in such a way as to provide the necessary accuracy of determining the coordinates of the benchmarks set by the project organization.

The substantiation of safe operation of pipeline systems is carried out, which is carried out by means of estimation of geological risk factors on the pipeline

sections. This makes it possible to identify potentially dangerous sections of the main gas pipeline for technical and organizational measures to ensure accidents during operation of the main gas pipeline.

The feasibility of further research and risk assessment of pipeline systems has been proved in order to obtain reliable information on potentially dangerous sections of the main gas pipeline.

Keywords: risk, environmental and technological safety, gas pipeline, stress-strain state, short-lived subcortical local perturbations (KPLZ)

REFERENCES

1. Marchuk Ya.S., Maznitskyi A.S., Sakun M.Yu.(2007) Geologichna determinanta ruzuky v procesi diagnostichnuh obstedgen ta ekspluatatsii magistralnuh gazoprovodiv [Geologicheskoy determinant riziku in the process of diagnostic conditions and operating gas pipelines] Naft and gas industry. №4- 34-38 [in Ukraine].
2. Shapkin A.S., Shapkin V.A.(2005) Teoriya riska i modelirovanie riskovuh riskovuh situacij [The theory of risk and modeling of risk situations] M: Dashkov, P.880 [in Russian].
3. Orinyak I. B., Rozgoniuk V.V., Torop V.M. (2003) Resurs, dovgovichnist i nadijnist truboprovodov. Oglyad suchasnuh pidhodiv i problem normativnogo zabezpechennya v Ukraini [Resource, efficiency and reliability of pipelines. An overview of the current issues and regulatory issues in Ukraine] Naft and gas industry - № 4. - p. 54-57 [in Ukraine].
4. Relief, tektonichna, geologicna Budova, mineral resources [Unmanned Systems]. (n.d.) unmanned.ru. Retrieved from <http://zno.academia.in.ua/mod/book/tool/print/index.php?id=2437&chapterid=532> [in Russian].
5. Barkin Yu.V. (1989) [The impact of short-lived subcrustal local disturbances on the litho, hydro, and atmosphere]. Gagarinskite scientific readings of ro cosmonautics and aviation M.: Nauka. [in Russian].