

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГЕОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА ПОРУШЕННЯ НОРМАЛЬНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТРУБОПРОВІДНИХ СИСТЕМ

Л.Я. Побережний, В.С. Цих, А.В. Яворський

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

Abstract: Investigation of geodynamic processes influence for normal operation of buried pipeline systems is realized. Possibility for obtaining the information about the geodynamic zone that is crossed by an extended engineering structure is analyzed. Possibilities for studying the geodynamic block boundaries effect on the operating of buried engineering structures are sized.

Сьогодні в світі в рік виникає декілька тисяч надзвичайних ситуацій, на ліквідацію наслідків яких витрачається значна частка валового доходу держав. При збереженні динаміки їхнього росту світова економіка найближчим часом не буде справлятися з ліквідацією їх наслідків.

Дві третини надзвичайних ситуацій мають техногенний характер, тобто виникають в результаті антропогенної діяльності. У зв'язку з цим, розкриття природи техногенних катастроф, створення теорії їх формування та розробка заходів щодо зниження тяжкості їх наслідків є актуальною проблемою сучасності.

З другої половини ХХ століття в науках про Землю відбувається радикальний перегляд поглядів на роль і місце геодинамічного фактору як у фундаментальних проблемах, так і у вирішенні прикладних задач. Об'єкт досліджень – вся велика сфера людської діяльності, в якій масив гірських порід і його земна поверхня виступають як невід'ємна частина найважливішого інженерно-геологічного компоненту.

Початок цього процесу трансформації уявлень про ступінь сучасної рухливості земної кори слід віднести до моменту появи на початку ХХ століття гіпотези А. Вегенера про дрейф континентів, яка вже у другій половині століття здобула статус теорії тектоніки літосферних плит. Ця теорія по своїй суті вперше зрушила літосферні плити і материки в горизонтальній площині і наділила їх сучасними рухами. Поява супутникових технологій геодезії дозволила експериментально визначити чисельні значення цих переміщень.

Важливою науковою проблемою, яка має як теоретичне, так і велике практичне значення, є виявлення руйнівної дії геодеформації при експлуатації трубопроводів систем.

За останні роки були встановлені різні форми дії аномальних деформацій земної поверхні на безпеку експлуатації магістрального трубопроводного транспорту. Наприклад, це пряма дія – коли переміщення стають домінуючим фактором ризику пошкодження електричних мереж і міських комунікацій. Встановлені переконливі факти масштабу і рівня впливу фактора суперінтенсивних деформацій на об'єкти нафтогазового комплексу. Виявилось, що в зонах прояву сучасних суперінтенсивних деформацій періодично проходять розгерметизації і прориви трубопроводів систем. За даними режимних інженерно-геологічних спостережень встановлений зв'язок карстово-суфозійних процесів з суперінтенсивними деформаціями, що неодноразово ставало причиною руйнування трубопроводів [1].

Показовим є зв'язок проблеми експлуатації магістральних трубопроводів з геодинамічними впливами. За існуючою статистикою, біля 80% всіх аварій на цих протяжних інженерних спорудах пов'язані з певними місцями – місцями перетину ними геодинамічних зон. Крім того можна зауважити досить високий відсоток повторюваності аварійних подій на одних і тих самих ділянках – повторюваність двократних аварій на одній і тій же локальній ділянці досягає 75-80%, а повторюваність трьох і більше кратних доходять до 95% [1, 2].

Наведені геодеформації можуть бути оцінені як фактор ризику не тільки для мереж трубопроводів. Вони можуть руйнувати цілісність чи деформувати лінійно витягнуті інженерні споруди, такі як полотно залізниці, греблі. Такі геодеформації небезпечні і для

будівель з наявними великими прольотами між опорами – виставкові центри, криті павільйони і т. ін.

Таким чином, постає актуальність проблеми оцінки ризику руйнування протяжних інженерних споруд в результаті дії на них суперінтенсивних геодформацій.

Виходячи з літературних джерел актуальність даної проблеми підтверджується порівняльним аналізом сейсмічного і геодинамічного ризику асейсмічних територій. Встановлено, що щорічний збиток від геодинамічних проявів, які пов'язані з швидкими переміщеннями поверхні Землі, суттєво вищий за збиток від сейсмічних проявів [1, 3].

На даний час немає дієвих методів і технічних засобів для оперативного трасування геодинамічних зон і оцінки величини геодинамічного впливу [4-7]. Проведений попередній аналіз і дослідження показують, що дана проблема може знайти ефективне вирішення у поєднанні підходів електромагнітних геофізичних методів та рішень в галузі технічної діагностики трубопровідних систем [8-10].

З постановкою великих експериментальних досліджень сучасних рухів земної кори на геодинамічних полігонах різного призначення були виявлені інтенсивні локальні аномалії вертикальних і горизонтальних рухів, приурочені до зон розломів різного типу і порядку. Ці аномальні рухи бувають високоамплітудними (до 50-70 мм/рік), короткоперіодичними (0.1-1 рік), просторово локалізованими (0.1-1 км), а також володіють пульсаційним характером і знакозмінною спрямованістю.

Впровадження диференціальних GPS-технологій в періодичному (дискретному) і безперервному варіантах моніторингу за зміщеннями та деформаціями дозволило виявити новий клас геодинамічних рухів в зонах розломів з періодами 30 – 60 сек., 40 – 60 хв. і підтвердити рух з періодами до року і більше. Усім цим рухам поряд з трендовою складовою властиві пульсаційний характер і знакозмінна спрямованість.

Аналізуючи циклічні знакозмінні і трендові рухи, можна зробити висновок, що основною властивістю геологічного середовища, особливо в зонах розломів, є знаходження його в безперервному русі. Місця прояву геодинамічних рухів в більшій мірі тяжіють до активних тектонічних структур (розломів) і безпосередньо прилеглих до них обсягів порід і ділянок земної поверхні. Експериментально в цих зонах встановлені великі амплітуди зміщень.

Якщо амплітуда знакозмінних деформацій перевищить допустимі деформації конструктивних елементів споруди, то в ньому виявляться порушення з відповідними аварійними наслідками. Якщо рівень деформацій нижче допустимих значень, то аварійні наслідки від дії залежать від прояву втомних ефектів. За виявленими в даний час частотам короткоперіодичних геодинамічних коливань найбільшу небезпеку в цьому плані становлять коливання з періодами близько однієї хвилини і близько однієї години, що створюють, відповідно 500000 і 9000 циклів навантаження на рік. Час руйнування під дією циклічних навантажень залежить від рівня амплітуди змінних деформацій щодо їх допустимих значень. Для трубопроводів різного призначення циклічне навантаження інтенсифікує процес корозії в десятки і сотні разів. На рис. 1 наведено приклад тектонічної схеми насувів з нанесеними зонами деформацій по трубопроводах.

Відзначається досить високий відсоток повторюваності аварійних подій на одних і тих же ділянках трубопроводів – повторюваність дворазових аварій на одному і тому ж локальній ділянці сягає 75-80%, а повторюваність трьох і більше кратних доходять до 95%. Основними причинами багатократних аварій і руйнувань трубопроводів є фактори, що призводять до зниження технологічних втомних властивостей сталі труб і залізобетонних конструкцій. За результатами внутрішньотрубних досліджень магістральних трубопроводів було визначено, що близько 70% всіх дефектів відносяться до категорії «втрати металу», яка включає в себе тріщини, каверни, корозію тощо. Також цікавий той факт, що на трубопроводах, виготовлених з більш пластичних матеріалів, тріщини з'являються тільки через 25 років експлуатації, тоді як на трубопроводах, виготовлених з високоміцних матеріалів, тріщини з'являються через 3-4 роки експлуатації [11-13]. Таким чином, можна припустити, що причиною більшості аварій на магістральних трубопроводах являються зрушення земної поверхні, які реалізуються по межах тектонічних блоків різного ієрархічного рівня.

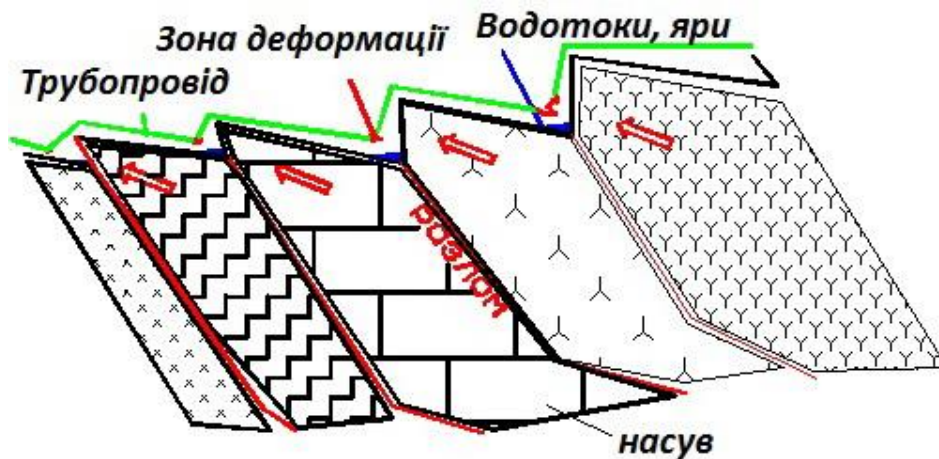


Рис. 1 – Тектонічна схема насувів з нанесеними зонами деформацій по трубопроводах

На рис. 2 наведено схему деформацій трубопроводів на зонах, у яких присутній розлом. При русі блоків по площині розлому, трубопровід з циліндра під дією здавлювання перетворюється в еліпсоїд. Приклади деформації металу трубопроводу під дією вказаних геодинамічних чинників наведено на рис. 3.



Рис. 2 – Схема деформацій трубопроводів на зонах розлому



Рис. 3 – Приклади деформацій стінок трубопроводів

Згідно проведених польових досліджень встановлено, що більшість корозійних ділянок трубопроводів сконцентровано в зонах розломів. Також встановлено за допомогою приладового обстеження, що в більшості випадків зовнішня корозія настає при пошкодженні поліетиленової ізоляції. В свою чергу, у більшості випадків стійка поліетиленова плівкова ізоляція пошкоджується при русі гірських блоків (щербинки, валунів гранітів або інших порід) на розломах [13].

Усе це вказує на необхідність постійного моніторингу геодинамічних процесів, які відбуваються в земній корі. Для цього слід розробити спеціальну систему управління ризиками безпечної експлуатації підземних трубопровідних мереж за наявності геодинамічних впливів.

1. Геодинамика. Основы кинематической геодезии: монография / С.П. Войтенко, И.Л. Учитель, В.Н. Ярошенко, Б.Б. Капочкин. – Одесса: Астропринт, 2007. – 264 с.
2. Кузьмин Ю.О. Современная аномальная геодинамика асейсмичных разломных зон [Электронный ресурс] / Ю.О. Кузьмин // Электронный научно-информационный журнал «Вестник отделения наук о Земле РАН», - 2002.- № 1(20),- 27с., режим доступа: [URL:http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2002/scpub-13.pdf](http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2002/scpub-13.pdf)
3. Касьянова Н.А. Современная аномальная геодинамика недр и ее влияние на объекты нефтегазового комплекса / Н.А.Касьянова, Ю.О. Кузьмин.- М.: Геоинформмарк. – 1996. – 56 с.
4. Яворський А.В. Підходи до виявлення витоків газу з лінійної частини магістральних газопроводів в зонах геодинамічного ризику / Андрій Яворський, Олег Карпаш, Ігор Рибіцький // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2011. – №1. – С.113-119.
5. Ващишак С.П. Аналіз ризиків безпечної експлуатації інженерних споруд значної довжини та підходи до її оцінки / С.П. Ващишак, П.М. Райтер, А.В. Яворський // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2011. – №2. – С.54-58.
6. Диагностическое обеспечение безаварийной работы магистральных трубопроводов при наличии геодинамической активности / Яворский А.В., Ващишак С.П., Райтер П.Н., Рыбицкий И.В. // «Надежность и безопасность магистрального трубопроводного транспорта»: материалы VII Международной научно-технической конференции (Новополоцк, 22-25 ноября 2011 г.). – Новополоцк: ПГУ. – 2011. – С. 157-158.
7. Організація підготовки персоналу газотранспортних компаній для пошуку витоків та визначення втрат природного газу / Яворський А.В., Карпаш О.М., Карпаш М.О., Рибіцький І.В. // Шоста Міжнародна науково-технічна конференція і виставка «Сучасні прилади, матеріали і технології для неруйнівного контролю і технічної діагностики машинобудівного і нафтогазопромислового обладнання»: Збірник тез доповідей (29 листопада – 2 грудня 2011 р.). – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ. – 2011. – С. 171-176.
8. Мобильная система мониторинга геодинамической активности в зоне пролегания магистральных нефтегазопроводов / A.V. Yavorskyi, S.P. Vaschyshak, I.V. Rybitskyi, P.M. Raiter // Научни известия (Scientific Proceedings). – 2011. - №1 (121). – С. 89-92.
9. Remote monitoring system of main gas pipeline linear part sections position and condition / Andrii Yavorskyi, Oleg Karpash, Sergii Vaschyschak, Ihor Rybitskyi // Wiertnictwo, Nafta, Gaz (Drilling, Oil, Gas). – 2011. - №1-2 – Т.28. – С. 469-473.
10. Мобільний моніторинг геодинамічної активності для забезпечення безпечної експлуатації трубопровідних систем / Яворський А.В., Тахар Аїфа, Райтер П.М. та ін. // Шоста Міжнародна науково-технічна конференція і виставка «Сучасні прилади, матеріали і технології для неруйнівного контролю і технічної діагностики машинобудівного і нафтогазопромислового обладнання»: Збірник тез доповідей (29 листопада – 2 грудня 2011 р.). – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ. – 2011. – С. 185-191.
11. Гликман А.Г. Геоэкологические факторы аварийности нефтегазопроводов и насосных станций [Электронный ресурс] / А.Г. Гликман, режим доступа: [URL:http://www.newgeophys.spb.ru](http://www.newgeophys.spb.ru).
12. Оценка распределения дефектов магистральных газопроводов на основе структурного геодинамического картирования и морфометрического анализа / Асадуллин М.З., Касьянова Н.А., Селюков Е.И. и др. // Материалы Международной научно-технической конференции «Трубопроводный транспорт сегодня и завтра» (Уфа, 27-29 ноября 2002 г.). – Уфа. – 2002 г. – С. 128-130.
13. Кузьмин Ю.О. Современная геодинамика и оценка геодинамического риска при недропользовании / Ю.О. Кузьмин. – М.: Агентство экологических новостей. – 1999. – 220 с.