

УДК 528.48

Нікітенко К.О.,  
kira\_n85@ukr.net, ORCID: 0000-0002-9936-5231,  
Київський національний університет будівництва та архітектури

## СУЧАСНІ МЕТОДИ МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ГАЗОПРОВІДНИХ СИСТЕМ.

*Розглянуті методи, способи і пристрої моніторингу зсувонебезпечних ділянок для підвищення безпеки газопроводів і зниження шкоди від можливих надзвичайних і аварійних ситуацій.*

*Проаналізовано основні вимогами до систем моніторингу газопроводу та розглянуто недоліки методів моніторингу магістральних газопроводів на зсувонебезпечних ділянках, що мають певну специфіку і вимагають пильної уваги і особливого підходу з огляду на високий ризик виникнення аварійних ситуацій і відмов.*

*Запропоновано вести комплексне і систематичне спостереження як за станом зсувонебезпечних схилів, так і за деформацією газопроводу. В даний час видобуток і транспортування газу вимагають не тільки значних інвестицій, а й впровадження нових технологічних рішень, комплексних методів, інноваційних підходів при проектуванні газопроводів, будівництві та експлуатації.*

*Визначені задачі, які описують взаємодію газопроводу з ґрунтом на зсувонебезпечних ділянках і дозволяють оцінити міцність газопроводу при зрушеннях ґрунту на основі даних геодезичного моніторингу магістральних газопроводів.*

*Ключові слова: магістральний газопровід (МГ), моніторинг газопроводу, геодезичний контроль, деформація газопроводу, напружено-деформований стан (НДС).*

**Вступ.** Визначення технічного стану газопроводів є складною роботою, оскільки на шляху виконання моніторингу стає ряд перешкоджаючих факторів, в числі яких: географічне розташування і труднодоступність об'єктів, неможливість візуального огляду більшості ділянок газопроводів (в тому числі із-за наявності ізолюючого шару на металі труб), різноманітність природно-кліматичних та інженерно-геологічних умов, відсутність універсальних засобів та методів технічної діагностики.

Основою моніторингу технічного стану трубопроводів є неруйнівний контроль з застосуванням різних приборів, датчиків, зондів і т.д., що дають інформацію у вигляді електричних сигналів про стан розглянутих об'єктів при

взаємодії їх з електричними, магнітними, електромагнітними, гравітаційними, акустичними полями або речовинами.

Сьогодні трубопровідний транспорт України є майданчиком для впровадження цілого ряду унікальних технічних і технологічних рішень, які спрямовані на забезпечення безпечної експлуатації трубопроводів, зниження витрат на транспортування газу і масштабів можливих інцидентів і аварій.

Тому, актуальним завданням є визначення основних методів моніторингу технічного стану газотранспортної системи, її вдосконалення та попередження і ліквідації надзвичайних ситуацій в цій галузі.

**Аналіз досліджень та публікацій.** Вирішенню проблеми забезпечення промислової безпеки та безаварійної експлуатації магістральних трубопроводів в складних геологічних умовах присвячені дослідження провідних російських та українських учених і фахівців: А.Б.Айбіндера, Р.Н.Бахтізіна, П.П.Бородавкіна, Л.І.Бикова, К.Е.Бурак, С.К.Годунов, К.М.Гумерова, Р.М.Заріпова, А.І.Єгоров, О.М. Іванцова, Г.Е.Коробкова, В.А.Котляревського, В.І.Ларіонова, Ю.В.Лисина, А.В.Рудаченко, А.М.Шаммазова та багатьох інших. Однак ці дослідження вимагають уточнення і подальшого розвитку, так як не в повній мірі враховують небезпеки, що виникають при взаємодії газопроводу з ґрунтом при поздовжньому, поперечному і косому зрушенні ґрунту на зсувонебезпечній ділянці.

**Постановка завдання.** Метою роботи є підвищення безпеки магістральних газопроводів на зсувонебезпечних ділянках на основі науково обґрунтованої технології геодезичного моніторингу.

**Основна частина.** Згідно з “Правилами технічної експлуатації магістральних газопроводів”, до комплексу обстежень входять геодезичні роботи, які передбачають визначення просторового положення трубопроводу. При цьому, основними приладами, які до цього часу використовують для виконання геодезичних робіт, є оптико-механічні прилади, нівелірні рейки, прилади для побудови створів, електронні тахеометри і цифрові нівеліри. Застосування цих приладів вимагає переміщення працівників вздовж трубопроводу, що часто є дуже небезпечним. Тому розроблення нових методів вимірювань, з використанням сучасних геодезичних приладів для технічного діагностування надземних та підземних трубопроводів, є технологічно виправданим, оскільки це надасть змогу скоротити обсяги робіт, автоматизувати процес збору даних та підвищити рівень безпеки працівників.

Моніторинг технічного стану газопровідних систем включає:

- Моніторинг газопроводу за допомогою засобів внутрішньотрубною діагностики.
- Методи геодезичного контролю.

- Метод контролю стану газопроводу за допомогою трасо- та металошукачів.

- Метод моніторингу з застосуванням інтелектуальних вставок.

Моніторинг газопроводу за допомогою засобів внутрішньо трубної діагностики. Внутрішньотрубна дефектоскопія застосовується для обстеження внутрішньої поверхні газопроводів великої протяжності без виведення їх з експлуатації та здійснюється шляхом сканування внутрішньотрубними інспекційними приборами – механічними пристроями (снарядами), оснащеними датчиками, пристроями збору, обробки та зберігання інформації, де джерело автономного харчування рухається по трубі разом з продуктом [1, 2].

Основними функціональними можливостями внутрішньо трубних діагностичних снарядів є:

- вимірювання згинів (згинаючих сил), обумовлених планово-висотними зміщеннями газопроводу;

- вимірювання та географічне прив'язка профілів перетинів газопроводів, а також внутрішніх дефектів труб (деформацій типу вм'ятин стінок, складок, гофр, овальностей та ін);

- визначення просторового положення (позиціонування) газопроводу на місцевості;

- вимірювання та ідентифікація корозійних дефектів, визначення їх точного положення.

Виконаний з нержавіючої або стандартної сталі корпус внутрішньотрубного діагностичного снаряду здатний витримати зовнішній тиск не менше 13,8 МПа.

В теперішній час в внутрішньотрубній діагностиці використовується кілька видів приборів. Вибір снаряда та його конструктивні особливості обумовлені характеристиками досліджуваного газопроводу і поставленими завданнями. Основними вузлами інспекційного снаряду є наступні системи:

- інерційна навігаційно-вимірювальна;

- управління та стабілізації;

- запису та зберігання даних.

Завдяки такому сполученню забезпечується можливість виявлення і вимірювання більшості дефектів газопроводу, уточнення конструктивних особливостей будівництва, а також розрахунку кривизни газопроводу, його орієнтації та просторового положення.

В складі навігаційно-вимірювальної системи використовуються різні датчики, в тому числі акселерометри, гіроскопи, гідролокатори, одометри, а також датчики визначення зварювальної напруги, тиску і температури. Їх

кількість та конфігурація вибираються залежно від протяжності ділянки газопроводу, що підлягає обстеженню, діаметра труби, товщини її стінки, діаметра кривизни газопроводу.

Рух снаряда здійснюється за допомогою уретанових ковпачків (манжет). Його швидкість досягає 5 м/сек. Літієві батареї забезпечують електроживлення приладу [3, 4].

Сучасне обладнання, що дозволяє діагностувати внутрішній стан труб, активно застосовується для контролю планово-висотного положення газопроводу, функціонуючих в складних геологічних умовах в сейсмоактивних зонах, на ділянках вічної мерзлоти і т.д. Це стало можливим завдяки великій зоні охоплення, високій розподільчій здатності, можливість працювати в трьох вимірах, вимірювати швидкість і відстежувати інерціальну навігацію, а також комбінації магнітних та ультразвукових способів діагностики.

Головними перевагами методу внутрішньотрубної діагностики є:

- визначення планово-висотного положення труби по всій довжині газопроводу;
- проведення обстеження без розкриття газопроводу.

Серед основних недоліків методу виділяються:

- неможливість отримання оперативної інформації по планово-висотному положенню газопроводу;
- можливість застрягання снаряда при деформації газопроводу;
- неможливість реалізації безперервного моніторингу газопроводу, що необхідно для контролю зсувних ділянок, активізація яких може виникнути в будь-якому часі.

Методи геодезичного контролю магістральних газопроводів, з урахуванням вимог СОУ 60.3-30019801-067:2009 «Магістральні газопроводи. Оцінка фактичного технічного стану потенційно небезпечних дільниць. Методи і методики» [5] включає в себе такі роботи:

- збір даних та матеріалів виконавчої документації;
- інженерне обстеження існуючих лінійних споруд;
- обмірні роботи для визначення габаритів будівель і споруд;
- геодезичні спостереження за деформаціями лінійної частини, а також будівель і споруд на технологічних майданчиках і в смузі відводу магістральних газопроводів на територіях з розвитком небезпечних природних і техноприродних процесів (карст, схиліві процеси тощо), коли ці процеси можуть впливати на безпеку будівництва та експлуатацію магістрального газопроводу;

- геодезичні спостереження за просіданням ґрунту над трубопроводом (на необроблюваних землях не рідше ніж один раз в 5 років, а на оброблюваних - один раз на рік);
- геодезичний контроль за проектною глибиною закладення трубопроводу;
- геодезичний контроль планово-висотного положення трубопроводу;
- обстеження перетинаючи водних перешкод, підземних і наземних інженерних комунікацій, залізничних і автомобільних доріг, захисних споруд;
- геодезичні спостереження за зростаючими ярами і вимоїнами;
- визначення відхилень розташування газопроводу та опор відносно положення за проектом і відносно останнього обстеження;
- визначення прогину труб (фактичного та розрахункового максимально допустимого, опираючись на механічні властивості труби), а також визначення горизонтальних та вертикальних переміщень труби;
- уточнення на матеріалах зйомки меж землекористувань для оформлення тимчасового землевідведення. Отримання точного місця розташування МГ при демонтажі.
- справність інформаційних і геодезичних знаків (стан пофарбування, надписів, збереження геодезичного центру, геодезичної піраміди).

Наявність, конструкція та місце встановлення реперів, їх відповідність вимогам (обов'язково фотографія) – місця розташування реперів вказує лінійне виробниче управління магістральних газопроводів (ЛВУМГ). Перевірка наявності необхідних загорож з металевої сітки на обох кінцях переходу, наявність попереджувальних та інформаційних знаків [6].

Спостереження за деформаціями газопроводу проводять для визначення величин зміни реального стану лінійної частини щодо початкового, на основі яких можна зробити оцінку про напругу металу і вжити заходів, що забезпечують нормальну роботу газопроводу.

Отже, по впливу зсувних мас ґрунту на трубопровід, можна визначити мінімальну довжину в зсувному масиві, при якій можлива поява критичних напружень. Таким чином, якщо будуть виявлені ділянки на яких можливі зрушення ґрунту, то на них доцільно організувати постійні наглядові станції для вивчення динаміки зсувних процесів і деформації трубопроводу. Наглядова станція представляє собою систему точок, закріплених на місцевості за допомогою забивних металевих реперів, застосування яких забезпечує можливість виконання безпосередніх вимірювань. Таким чином, спостерігається система точок, закріплених на місцевості реперами, що охоплює зону розлому, зсуву, яка за припущенням і даними попередніх експериментів, повинна володіти найбільшою активністю.

В залежності від умов навантаження, спирання та цілей розрахунку елементи трубопроводу приводяться до наступних розрахункових схем: симетрично навантажена оболонка в пружному середовищі, стрижень в пружному середовищі, балка, балка на пружній основі, балка в жорстко-пластичному середовищі, брус малої кривини в пружному середовищі, циліндрична оболонка з криволінійною віссю, жорстка нитка, жорстка нитка в пружному середовищі, пов'язані циліндричні оболонки.

Найбільш відповідальний вид зйомок - це виконавча зйомка газопроводу. Газопровід не тільки можна пошкодити при незнанні де він закопаний, але так само можна викликати витік при веденні робіт в безпосередній близькості.

За результатами геодезичних схем газівники наносять на стовпах, парканах, будинках, стовпчиках розмірні значення до труби в плані, глибину закладення труби, тиск (висока, низька, середня), матеріал труби, діаметр. Матеріали, використовувані для транзиту газу по ділянках дозволяють йому змінювати напрямок непередбачуваним чином, що ускладнює пошук при необхідності відкопати трубу і зробити врізку в певному місці. Металевий же матеріал труб дозволяє застосовувати металошукачі і трасошукачі для пошуку труб.

Геодезичний контроль проводиться при спостереженні за деформаціями газопроводу, при цьому широко застосовуються геометричне нівелювання і геодезичні спостереження за допомогою диференціального GPS-приймача [60,61].

Періодичність геодезичних спостережень становить 1-2 рази на рік.

Геодезичні методи за допомогою диференціальних GPS-приймачів мають такі недоліки:

- 1) періодичний зйомки інформації;
- 2) дані містять інформацію тільки з окремих точок газопроводу;
- 3) висока трудомісткість процесу, необхідність залучення висококваліфікованого персоналу.

Метод контролю стану газопроводу за допомогою трасо- і металошукачів. Трасопошукові системи на основі індуктивних датчиків-перетворювачів, що працюють безконтактно і реагують на струмопровідні предмети (магнітну індукцію електромагнітного поля, що виникає за рахунок протікання по металевому газопроводу змінного струму від генератора), які дозволяють без розтину газопроводу контролювати місце розташування, глибину і напрямок його залягання [7, 8].

Координати газопроводу визначаються переносним (портативним) приладовим комплексом, використовуючи метод магнітної локації, в складі якого локатор, система GPS, електронний блок (бортовий комп'ютер).

Інформація приймається і обробляється в центрі (лабораторії). Далі інформація зберігається у вигляді файлу і може використовуватися для порівняння з результатами попередніх і наступних обстежень цим же методом. Дані, отримані цим методом, використовуються для визначення планово-висотного положення газопроводу і подальшої оцінки напруг металу, а також для оцінки стану ізоляційного покриття газопроводу.

Моніторинг нафтопроводу за допомогою трасо- і металошукачів можна проводити без відкриття газопроводу. Визначення планово-висотного положення проводиться по всій довжині досліджуваної ділянки газопроводу. Крім цього, результати таких обстежень дозволяють оптимізувати роботи по ремонту газопроводу і знаходити ефективні способи забезпечення захисту споруди від корозії. Недоліками порівняно з внутрішньотрубним моніторингом є:

- більш низька швидкість проходження траси;
- складність проведення моніторингу взимку, а також на заболочених ділянках,
- періодичність отримання інформації.

Метод моніторингу з застосуванням інтелектуальних вставок використовується для контролю напружено-деформаційного стану газопроводу [9,10]. Інтелектуальна вставка являє собою відрізок труби, який встановлюється (вварюють) в газопровід, що призначається для безперервного вимірювання деформацій стінок газопроводу за допомогою встановлених по периметру вставок вимірювальних тензодатчиків.

Вставка виготовляється з труби тієї ж партії, що і контрольована ділянка газопроводу. Інтелектуальна вставка забезпечує вимір механічних напружень у перерізі газопроводу в місці її монтажу і, отже, повинна бути встановлена на таких відрізках траси, де можливі процеси, які призводять до деформації труби. Однак ці дані не дозволяють надійно попереджати про значні напруження в магістральному газопроводі, де небезпечні процеси можуть розвиватися в межах усєї ділянки.

Для контролю та обліку можливого впливу геологічних процесів на газопровід зазначеним методом, кілька інтелектуальних вставок встановлюють на газопроводі уздовж досліджуваної ділянки з розвитком геологічного процесу з інтервалом 20-30 метрів. При цьому кількість вставок визначається протяжністю ділянки траси газопроводу, що підлягає обстеженню. При локальному характері небезпечного геологічного процесу інтелектуальні

вставки слід розміщувати в найбільш небезпечних ділянках газопроводу, де можлива деформація труби.

Використання інтелектуальних вставок дозволяє вести моніторинг напружено-деформаційного стану без розтину газопроводу. Також до переваг цього методу слід віднести безперервний збір інформації. Основним недоліком методу є те, що вимір напружено-деформованого стану газопроводу проводиться тільки в одній точці (локально) [11].

Отже, сучасна система моніторингу газопроводів повинна являти собою не тільки сукупність заходів, способів, програмних і технічних засобів, призначених для контролю і реєстрації стану магістрального газопроводу, а й систему, що забезпечує користувача повною, достовірною та надійною інформацією про стан контрольованого газопроводу, а також про розвиток небезпечних геологічних процесів як в штатному режимі роботи об'єкта (у вигляді регулярних зведень і по запиті), так і в випадках виникнення аварійних ситуацій (у вигляді екстреного повідомлення).

Системний недолік проаналізованих методів моніторингу газопроводів полягає в тому, що вони, не можуть забезпечити оцінку напружено-деформованого стану газопроводу в автоматизованому режимі і вони не можуть забезпечити безперервною інформацією про стан ґрунтового середовища і геологічних процесів поблизу газопроводу.

Тому зростає необхідність відстежувати вплив геологічного середовища уздовж траси газопроводу, прогнозувати розвиток небезпечних природних і природно-техногенних геологічних процесів в зоні прилеглий до газопроводу. Виходячи з усього, можна сміло сказати, що моніторинг газопроводів на зсувній ділянці повинен проводитися спільно з моніторингом ґрунтового середовища.

**Висновки.** Проведений аналіз аварійності газопроводів на зсувонебезпечних схилах, а також існуючих методів моніторингу газопроводів на зсувних ділянках дозволяє зробити наступні висновки:

- Система моніторингу повинна бути побудована з урахуванням типізації постів спостережень за видом геологічної небезпеки.
- При побудові системи моніторингу повинно бути враховані методи моніторингу кожної ділянки, що підлягає контролю, з урахуванням ступеня небезпеки для усього газопроводу.
- Ділянка, якій присвоєно найвищий ступінь небезпеки, повинна контролюватися автоматизованим вимірювальним обладнанням, яке передає інформацію в диспетчерську в режимі реального часу.
- Оцінка даних моніторингу повинна здійснюватися за допомогою математичного моделювання взаємодії газопроводу з ґрунтом на всіх етапах:

від збору, накопичення, зберігання та обробки первинних даних до прийняття рішень з управління безпекою газопроводів в штатних і аварійних ситуаціях.

- Система моніторингу повинна контролювати поточний стан спостережуваних геологічних процесів і зміну деформації ділянок газопроводу, а також здійснювати оцінку динаміки їх розвитку, аналіз, прогноз зміни стану на основі математичного моделювання НДС газопроводу.

Використання традиційних методів моніторингу за ділянками газопроводу, схильними до обвальних процесів, що застосовуються в геології, неможливо, так як необхідно використовувати сучасні засоби виміру індикаторів геологічних процесів спільно з деформацією газопроводів і забезпечувати програмні засоби інформаційними потоками вхідних даних на дальні відстані (сотні кілометрів).

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Использование* внутритрубных приборов-дефектоскопов для контроля технического состояния трубопроводов [Текст] // Сб.: Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья, №1. – М.: Изд-во ОбрАкадемНаука, – 1992. - С. 13-17.

2. *Лоскутов В. Е.* Магнитный метод внутритрубной дефектоскопии газо- и нефтепроводов: прошлое и настоящее [Текст] / В. Е. Лоскутов, А.Ф. Матвиенко, Б.В. Патраманский, В.Е. Щербинин // Дефектоскопия, №8. – 2006. – С. 3-19.

3. *РД 51-2-97.* Инструкция по внутритрубной инспекции трубопроводных систем / Газпром. – Введ. 15.07.1997. – М., 1997. – 50 с.

4. *Павловский Б.Р.* Инспекция трубопроводов с помощью интеллектуальных дефектоскопов-приборов [Текст] / Б.Р. Павловский, Х.Гедике, Р. Кизингер, Н.В. Холзаков // Безопасность труда в промышленности, №3. – 1992. - С. 15-18.

5. *Чибіряков В.К.* Застосування методів дистанційного контролю для моніторингу магістральних нафтопроводів і газопроводів / Чибіряков В.К., Староверов В.С., Нікітенко К.О. // Інженерна геодезія, вип.63. – 2007. - С. 475-479.

6. *Зайцев А.К.* Геодезические методы исследования деформаций сооружений [Текст] / А.К. Зайцев, С.В. Марфенко, Д.Ш. Михелев [и др.]. – М.: Недра, 1991. – 272 с.

7. *ГОСТ 24846–2012.* Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений [Текст]. – Взамен ГОСТ 24846–81; введ.01.07.2013. – М.: Стандартиформ, 2014. – 22 с.

8. Коробов Д.Б. Метрологическое обеспечение трассоискателей [Текст] / Д. Б. Коробов // Газ России / Агентство корпоративных коммуникаций «Энергетик». – СПб, 2012. – С. 66-74.

9. Петров Н.Г. Интеллектуальная вставка [Текст] / Н.Г. Петров, А.В.Захаров, О.Т. Прохожаев, Р.Р. Хасанов // Нефтегазовая вертикаль. Специальный номер, 2005. - С. 28-30.

10. Рудаченко А.В. Исследования напряженно-деформированного состояния трубопроводов : учеб. пособие [Текст] / А.В. Рудаченко, А.Л. Саруев; науч. ред. д.т.н. А.Л. Саруев ; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 136 с.

11. Лисин Ю. В. Мониторинг магистральных нефтепроводов в сложных геологических условиях [Текст] / Ю.В. Лисин, А.А. Александров // НТЖ «Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов», № 2(10). / ООО «НИИ Транснефть», 2013. - С. 22-27.

## REFERENCES

1. Ispolzovanie vnutritrubnyh snariadov-defektoskopov dlia kontroliia tehničeskogo sostoiania truboprovodov (1992) [The use of in-tube tubes-defectoscopes to monitor the technical condition of the pipelines]. Sbornik: Transport i hranenie nefteproduktov i uglevodorodnogo surya, 1, 13-17, [in Russian].

2. Loskutov V.E., Matvienko A.F., Patramanskiy B.V., Sherbinin V.E. (2006) Magnitnyi metod vnutritrubnoiy defektoskopii gazo- i nefteprovodov: proshloe i nastoyashee [Magnetic method of in-tube fault detection of gas and oil pipelines: past and present]. *Defektoskopiya*, 3-19 [in Russian].

3. RD 51-2-97 (1997). Instrukcia po vnutritrubnoiy inspekcii truboprovodnyh system [Instruction on in-pipe inspection of piping systems]. 50 [in Russian].

4. Pavlov B.R. , Holzakov N.V. (1992) Ispekcia truboprovodov s pomoshu intelektualnyh defektoskopov-snariadov [Inspection of pipelines with the help of intelligent flaw detectors]. Moskva: Nedra 15-18 [in Russian].

5. Chibiryakov V.K., Staroverov V.S., Nikitenko K.A. (2007 ) Zastosuvannia metodiv dystancianogo kontroliu dlia monitoryngu magistralnyh naftoprovodiv i gazoprovodiv [Application of remote control methods for monitoring of main oil pipelines and gas pipelines]. *Inzhenerna heodeziia - Engineering geodesy*, 63, 475-479 [in Ukrainian].

6. Zaiycev A.K., Marfenko S.V., Mihelev D.SH. (1991) Geodezicheskie metody issledovania deformaciy soorudgeniy [Geodetic methods for investigating structural deformations]. Moskva: Nedra 272 [in Russian].

7. GOST 24846-2012 (2014) Grunty. Metody izmerenia deformatsiy osnovaniy zdaniy i soorydgeniy [Soils. Methods of measuring the deformations of the bases of buildings and structures]. Moskov: 22 [in Russian].
8. Korobkov D.B. (2012) Metrologicheskoe obespichenie trassoiskatelei [Metrological support of trackers]. 66-74 [in Russian].
9. Petrov N.G., Zaharov A.V., Prohodgaev O.T., Hasanov P.P. (2005) Intelektualnaia vstavka [Intelligent Insert]. 28-30 [in Russian].
10. Rudachenko A.V., Saruev A.L. (2011) Issledovaniya napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya tryboprovoda [Investigations of the stress-strain state of the pipelines]. Tomsk: 136 [in Russian].
11. Lisin U.V., Aleksandrov A.A. (2013) Monitoring magistralnykh nefteprovodov v slozhnykh geolocheskikh usloviyah [Monitoring of main oil pipelines in difficult geological conditions]. ООО "НИИ Транснефть": 22-27 [in Russian].

Никитенко К.А.

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГАЗОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ.**

В статье рассмотрены методы, способы и устройства мониторинга оползневых участков для повышения безопасности газопроводов и снижения вреда от возможных чрезвычайных и аварийных ситуаций.

Проанализированы основные требования к системам мониторинга газопровода и рассмотрены недостатки методов мониторинга магистральных газопроводов на оползнеопасных участках, имеющих определенную специфику и требующую пристального внимания и особого подхода, учитывая высокий риск возникновения аварийных ситуаций и отказов.

Предложено вести комплексное и систематическое наблюдение как по состоянию оползнеопасных склонов, так и за деформацией газопровода. В настоящее время добыча и транспортировка газа требуют не только значительных инвестиций, но и внедрение новых технологических решений, комплексных методов, инновационных подходов при проектировании газопроводов, строительстве и эксплуатации.

Определены задачи, которые описывают взаимодействие газопровода с почвой на оползнеопасных участках и позволяют оценить прочность газопровода при сдвигах грунта на основе данных геодезического мониторинга магистральных газопроводов.

Ключевые слова: магистральный газопровод (МГ), мониторинг газопровода, геодезический контроль, деформация газопровода, напряженно-деформированное состояние (НДС).

Nikitenko K.A.,  
Kyiv National University of construction and architecture

### **MODERN METHODS OF MONITORING OF THE TECHNICAL STATE OF GAS CONTROL SYSTEMS.**

The article deals with methods, methods and devices for monitoring of landslide areas for increasing the safety of gas pipelines and reducing harm from possible emergency and emergency situations.

The main requirements for gas pipeline monitoring systems are analyzed and the disadvantages of monitoring methods of main gas pipelines in landslide hazardous areas, which have a certain specificity and require close attention and a special approach in view of the high risk of emergencies and failures, are considered.

It is proposed to conduct a comprehensive and systematic observation both in the state of landslide slopes and in the deformation of the gas pipeline. At present, extraction and transportation of gas require not only significant investments, but also the introduction of new technological solutions, complex methods, innovative approaches in the design of gas pipelines, construction and operation.

The tasks, which describe the interaction of the gas pipeline with the soil in the landslide hazardous areas, are determined, and it is possible to estimate the strength of the gas pipeline under ground shifts on the basis of geodetic monitoring data of the main gas pipelines.

Keywords: main gas pipeline (MG), monitoring of the gas pipeline, geodetic control, deformation of the gas pipeline, stress-strain state (NDS).