

УДК 622.692.4

А.О. Кичма

Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра деталей машин

ОЦІНКА ДЕФЕКТІВ МЕТАЛУ ТРУБ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВНУТРІШНЬОТРУБНОЇ ДЕФЕКТОСКОПІЇ ТРУБОПРОВОДІВ

© Кичма А.О., 2001

Практика проведення внутрішньотрубної діагностики показала, що у трубопроводів, які експлуатуються понад 20 років, можливі серйозні пошкодження стінки труби. У статті розглянуті деякі питання оцінки дефектів металу труб за результатами внутрішньотрубної діагностики. Визначено напружено-деформований стан труби з використанням методу скінченних елементів. На основі досліджень запропоновані рекомендації для інженерної практики експлуатації трубопроводів.

The practice of carrying out inside pipe diagnostics shows that for pipelines, which have been exploited for more that 20 years serious pipe's body, damages are possible. The paper presents some aspects of estimation of pipe's metal defects basing on the results of inside-pipelines diagnostics. Stressed-deformation state of pipelines is determined with finite element method. Basing on the investigations the recommendations for engineering practice are defined.

На сьогодні в Україні експлуатується велика кількість трубопроводів з тривалим терміном роботи. Термін експлуатації більше 50 % трубопроводів лежить в межах від 15 до 50 років. Для магістральних трубопроводів, термін експлуатації яких більше 20 років, доцільно застосовувати внутрішньотрубну дефектоскопію, використовуючи інтелектуальні поршні фірм "H.Rosen Engineering GmbH", "Pipetronix" і "British Gas" [1].

Результати обстежень, проведені інтелектуальним поршнем, представлені фірмою "H.Rosen Engineering GmbH" подаються у вигляді зменшення початкової товщини стінки труби одночасно у 78 точках по периметру перерізу труби з кроком 1...3 мм вздовж твірної труби [2]. Положення точки А (рис. 1) визначається розміром L_1 (відстань від камери пуску поршнів до найближчого до точки А поперечного зварного шва згідно з отриманим роздруком); розміром L_2 (відстань від найближчого поперечного зварного шва до точки А згідно з отриманим роздруком), розміром L^* (відстань від камери пуску поршнів до точки А згідно з отриманим роздруком), а також положенням точки А відносно циферблата годинника.

Розміри втрат металу труби визначаються довжиною a і шириною b дефекту, що відповідно є проекціями на повздовжню вісь труби і її циліндричну поверхню, а також h_2 – залишковою товщиною стінки і h_1 – найбільшою глибиною корозійного пошкодження точки S (рис. 2). Розміри дефектів втрат металу труби класифікуються так:

обширна корозія $a \geq 3J$ і $b \geq 3J$;

виразкова корозія $J \leq a < 3J$ і $J \leq b < 3J$;

точкова корозія $a < J$ і $b < J$.

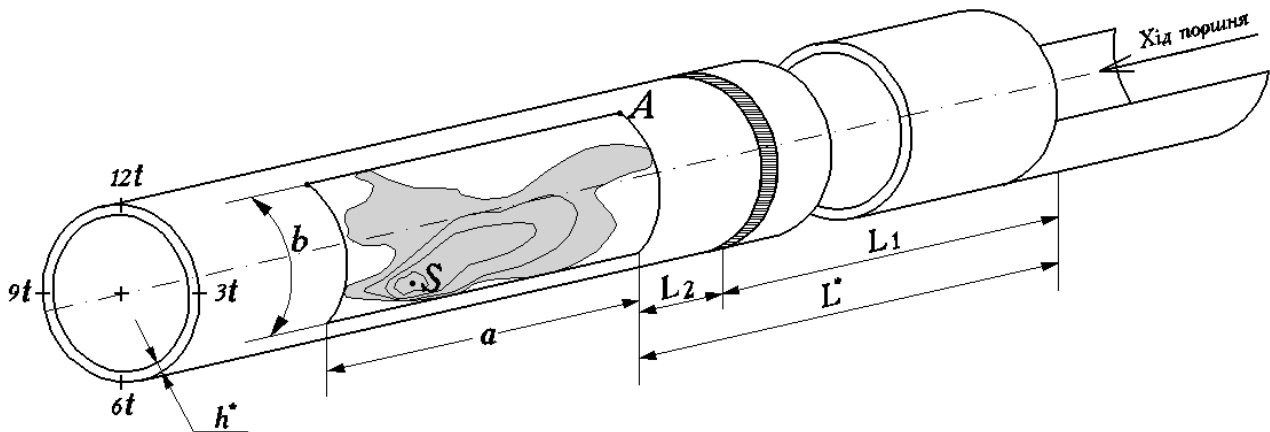


Рис. 1. Визначення дефектів металу труби при внутрішньотрубній дефектоскопії

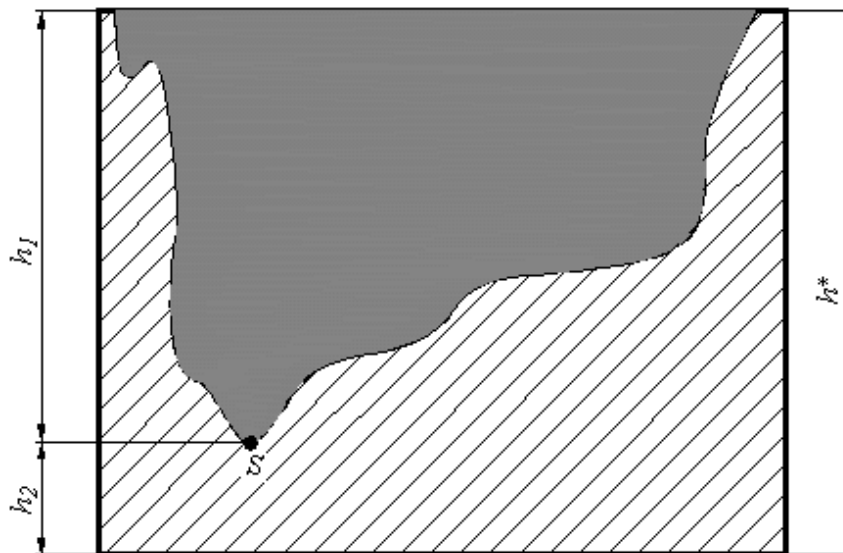


Рис. 2. Одна з можливих форм корозійного дефекту по глибині стінки труби

Геометричний параметр J при неруйнівному контролі приймається так:
якщо $h^* < 10$ мм, то $J = 10$ мм (де h^* – початкова товщина стінки труби),
якщо $h^* \geq 10$ мм, то $J = h^*$.

Враховуючи великі габаритні розміри труб, діаметр від 500 до 1400 мм, просторова побудова і аналіз вищевказаних пошкоджень є трудомісткою процедурою. З метою зменшення трудозатрат, на основі об'єктно-орієнтованого принципу, розроблено програму, яка дозволяє автоматизувати побудову корозійного пошкодження в просторі і провести її схематизацію. Ця програма адаптується з програмою GEOSTAR, яка є складовою математичного забезпечення з використанням методу скінченних елементів (МСЕ).

Деякі результати статистичного аналізу діагностичного обстеження магістрального газопроводу “Івацевичі-Долина III нитка” на ділянці від компресорної станції “Ковель” до компресорної станції “Сокаль” показані на рис. 3 і 4.

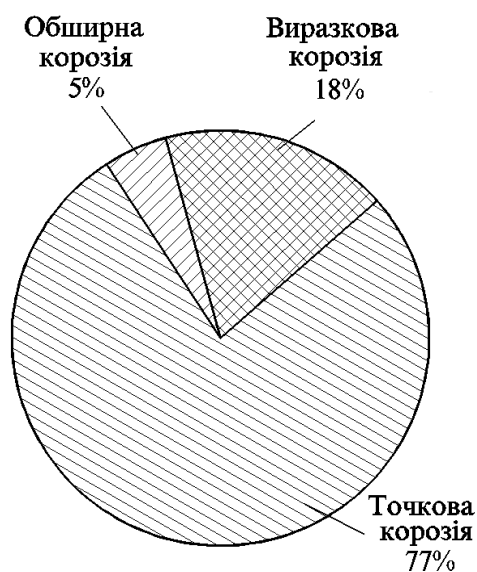


Рис. 3. Розподіл корозійних дефектів труб

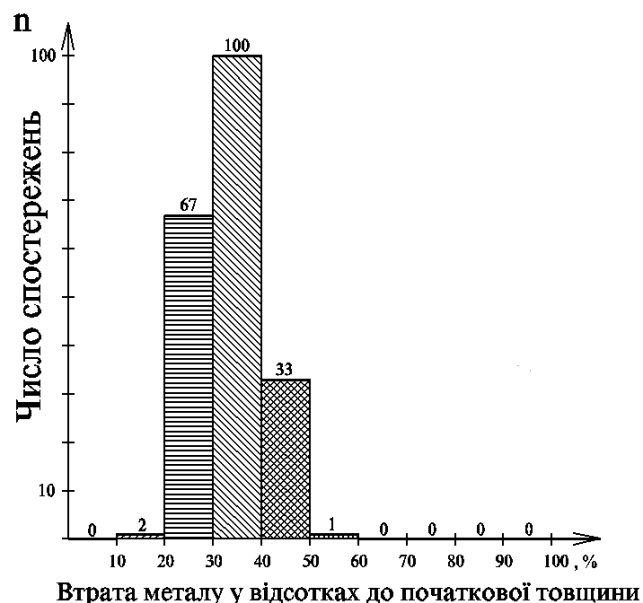


Рис. 4. Розподіл кількості корозійних пошкоджень у функції відносної втрати металу труби

Результати діагностичних обстежень розглянутої ділянки магістрального газопроводу показали, що втрати металу відбуваються тільки на зовнішній поверхні труб. Поряд з корозійними пошкодженнями виявлено велику кількість дефектів зварювання як повздовжнього шва, так і кругового поперечного шва.

Попередній аналіз і оцінювання дефектів металу труб з метою виявлення ділянок газопроводу, що підлягають першочерговому ремонту, можна проводити на основі БНіП 2.05.06-85 “Магістральні газопроводи” [3] і “Методики оцінки технічного стану металу діючого газопроводу з тривалим строком експлуатації...” [4]. Використовують методику оцінювання критичної довжини корозійних пошкоджень, яке здійснюється згідно з стандартом ASME B31G, що враховує глибину і довжину пошкодження.

Подальше експертне оцінювання та аналіз дефектів металу труб проводиться після детального огляду місця пошкодження у шурфі з проведенням дефектоскопії і товщинометрії.

Уточнене оцінювання дефектів металу труб проводиться згідно з вищезгаданими нормативними документами, а також на основі визначення напружено-деформованого стану тіла труби за допомогою методу скінченних елементів [5]. Використання МСЕ вдало поєднує матричне представлення основних рівнянь рівноваги і руху із застосуванням комп’ютерної техніки для їх розв’язання. При розробці математичної моделі застосовували плоскі або об’ємні елементи типу PIPE, BEAM, TRIANG, SHELL тощо.

Приклад визначення напружено-деформованого стану тіла труби з корозійним пошкодженням довільної конфігурації показано на рис. 5. Численні розрахунки напружено-деформованого стану трубопроводів показали добрий збіг результатів, отриманих теоретично (з використанням МСЕ), та отриманих експериментально.

:CB>5 A>AB>O=85 Nodal Stress

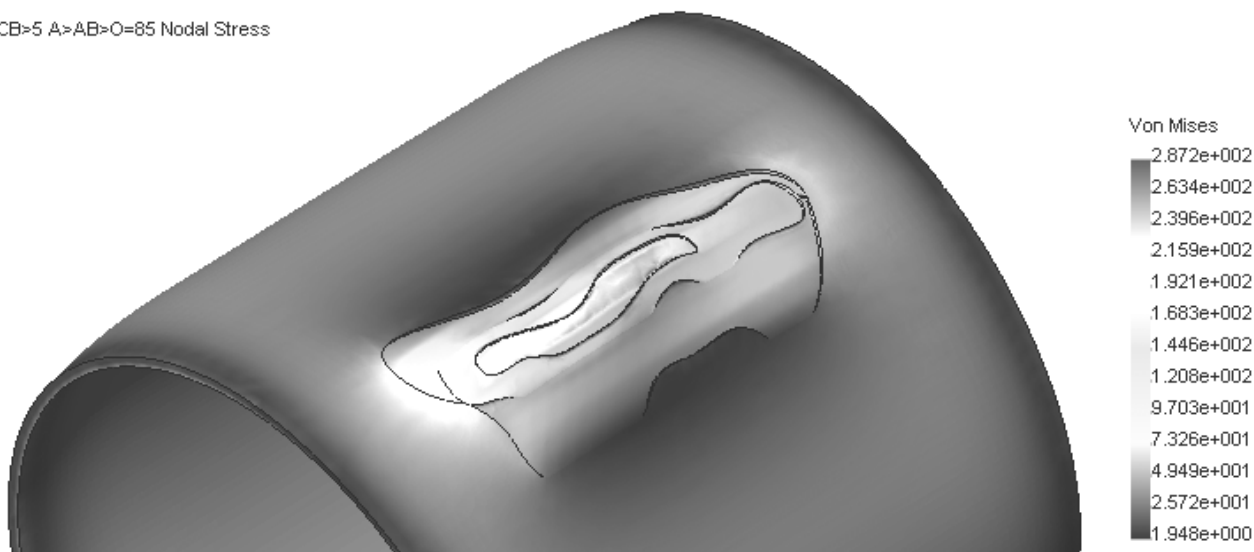


Рис. 5. Визначення напружено-деформованого стану тіла труби методом скінченних елементів

На основі існуючих нормативних документів і методик запропоновано комплексне програмне забезпечення для оцінки дефектів металу труб за результатами внутрішньотрубної дефектоскопії трубопроводів. Тому, враховуючи великі матеріальні затрати при проведенні шурфів на трасі, особливо в болотистих місцях і поймах рік, гірських важкодоступних районах, оцінювати дефекти металу труб доцільно за результатами внутрішньотрубної дефектоскопії трубопроводів на основі теоретичних розрахунків, виконаних згідно з вищезгаданими методиками і нормативними документами, які можна звести в єдине комплексне програмне забезпечення.

1. Кичма А.О., Коваль Р.І., Зубик Й.Л. Діагностика газопроводів з довготривалим терміном експлуатації // Діагностика, довговічність та реконструкція мостів і будівельних конструкцій. – 2000. – Вип. 2. – С. 50–58. 2. Banahevysh Ju., Kichma A. Inside gas pipelines diagnostics in enterprise “Lvivtransgaz” by intelligence pistons // Materialy II Krajowej Konferencji Technicznej “Zarządzanie ryzykiem w eksploatacji rurociągów”. 27–28 maja 1999 r. – Plock, – S. 63–65. 3. Строительные нормы и правила “Магистральные трубопроводы” СНиП 2.05.06-85. Госкомитет СССР по делам строительства. – М., 1985. – 53 с. 4. Методика оцінки технічного стану металу діючого газопроводу з тривалим строком експлуатації (більше 10 років) та залишкового ресурсу його безпечної роботи. – Київ–Харків, 1997. – 55 с. 5. Немчинов Ю.И. Расчет пространственных конструкций (метод конечных элементов). – К., 1980. – 232 с.