

ПІДХІД КОНТРОЛЮ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПІДЗЕМНИХ ТРУБОПРОВОДІВ ПРИ ПОПЕРЕЧНОМУ ЗСУВІ ҐРУНТУ

Гойсан О. В., Лютак З. П.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019

Обґрунтовуючи вплив чинників на зміну експлуатаційних параметрів технологічних вузлів СПЗГ приходимо до висновку, що більшість з них спричинюють тріщини і зміни в ґрунтових масах, які в свою чергу приводять до просідання фундаментів і зміни положення трубопроводів.

Внаслідок поперечного переміщення ґрунту може пройти просідання фундаментів разом із технологічними вузлами чи зміщення трубопроводу, який пересувається разом з масивом землі, згинаючись за формою жорсткої нитки під дією навантаження і набуває додаткових експлуатаційних напружень. Оскільки задача знаходження нахилу технологічного вузла є набагато простішою по відношенню до визначення зміни параметрів трубопроводу внаслідок зміщення, то розглянемо її. Вхідними даними поставленої задачі є величина кута нахилу трубопроводу, вихідними координата максимального прогину та функція, що описує розподіл нормальних напружень перерізу трубопроводу σ_n по його осі Ox .

Для визначення силового тиску ґрунту на трубопровід у зоні зсуву використаємо модельні представлення, запропоновані в роботах [1]. Згідно з прийнятими припущеннями, диференційне рівняння згину трубопроводу матиме вигляд:

$$EI_z \frac{d^2 y}{dx^2} = M_0 + P(y - w_0) - x \int_0^L \frac{q(x, v_0) d(x)}{2} + \int_0^x q(\zeta, v_0)(x - \zeta) d(\zeta), \quad (1)$$

де: M_0 - згинний момент у перерізах А-А і В-В; P - повздовжнє зусилля в перерізах А-А і В-В; w_0 - прогин трубопроводу; $q(x, v_0), q(\zeta, v_0)$ - інтенсивність розподіленого навантаження в перерізах x, ζ ;

$EI_z = E \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64}$ - жорсткість трубопроводу на згин; E - модуль Юнга матеріалу труби; D, d - зовнішній та внутрішній діаметри трубопроводу; x, y - координати; v_0 - швидкість руху ґрунту відносно трубопроводу.

На краях ділянки L виконуються умови:

$$x = 0, \quad y = w_0; \quad x = L, \quad y = w_0 \quad (2)$$

Загальний розв'язок рівняння (2) є таким:

$$y(x) = C_1 ch(kx) + C_2 sh(kx) - \frac{q}{P} \left(\frac{M_0}{q} - \frac{Pw_0}{q} + \frac{x^2}{2} - \frac{Lx}{2} \right) - \frac{q}{k^2 P}. \quad (3)$$

Невідомі постійні інтегрування C_1 та C_2 знаходимо з крайових умов (2). У результаті отримаємо:

$$C_1 = \frac{M_0}{q} + \frac{q}{k^2 P},$$

$$C_2 = - \left(\frac{M_0}{P} + \frac{q}{k^2 P} \right) \frac{ch(kL) - 1}{sh(kL)} = - \left(\frac{M_0}{P} + \frac{q}{k^2 P} \right) th\left(k \frac{L}{2}\right).$$

Для оцінки форми прогину трубопроводу побудуємо графік на базі (1) – (3). Криві, які описують положення трубопроводу при різних величинах максимального прогину y_f для наступних вхідних даних: $L=200$ м, $L_0=100$ м, $D=0.102$ м, $d=0.09$ м, $k_u=104$, матеріал трубопроводу сталь Ст10 зображені на (рис. 1).

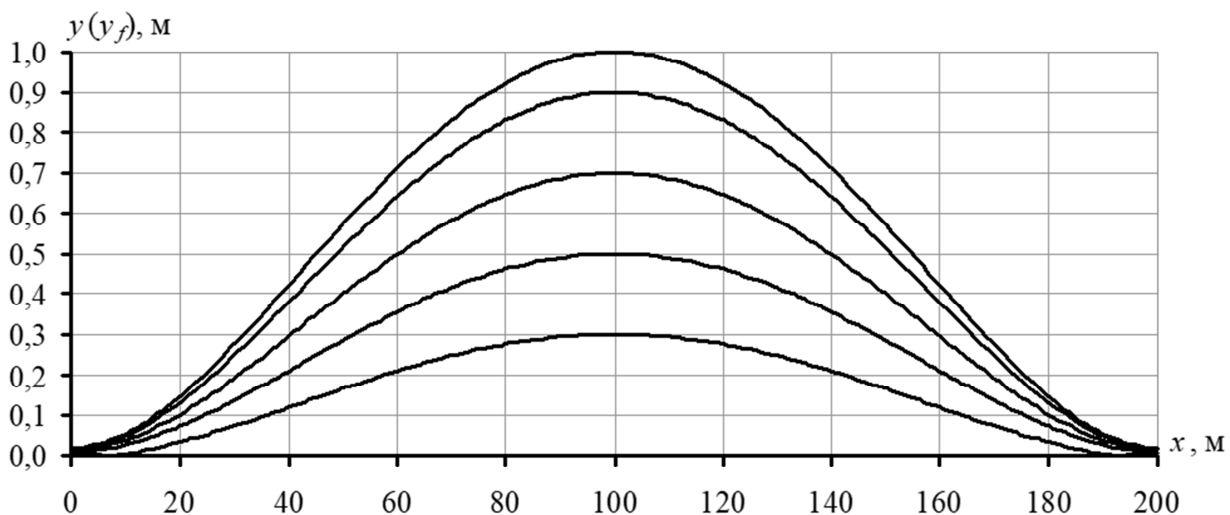


Рисунок 1 - Форма викривлення трубопроводу.

Показано, що сталеві трубопроводи під дією ґрунтових мас змінюють своє просторове положення. Розроблений метод визначення відносного кута нахилу технологічних об'єктів ПСГ в реальному масштабі часу дозволяє визначити величину, напрямок і динаміку їх переміщень. Показано, що максимальна координата прогину трубопроводу ПСГ довжиною 200м до початку його руйнування становить 1м.

1. Айнбіндер А. Б., Гильзин С. К. Напряженно-деформированное состояние подземного трубопровода, имеющего различные формы начального искривления при воздействии температуры и внутреннего давления. — М., Наука, 1997.- 58 с.