

параметр $(a/t)^*$, починаючи з якого різко зростає швидкість зміни (dK_I/da) коефіцієнта інтенсивності напружень K_I [0].

Аналіз отриманих результатів засвідчує: 1) що розвиток продовгуватих півеліптичних тріщин ($1/100 \leq (a/c)_i \leq 1/20$) відбувається насамперед за умови різкого зростання параметра (dK_I/da) , тоді як для “коротких” півеліптичних тріщин ($1/10 \leq (a/c)_i \leq 1/3$) параметр (dK_I/da) змінюється незначно. Як наслідок, за умови $(a/t)^* < (a_{th}/t)$, різко зростає швидкість поширення тріщини. Також із зменшенням співвідношення $(a/c)_i$ значення параметра $(a/t)^*$ знижується, що свідчить про знеміцнення матеріалу.

2) тривалість експлуатації трубопроводів (деградація металу труб) та середовище (NS4) суттєво впливають на швидкість поширення тріщин. Оскільки у металу нафтопроводу “Дружба” в середовищі вона в 1,93 раза більша, ніж на повітрі, а для металу газопроводу “Київ-Західна Україна” – у 1,35 рази відповідно.

Таким чином, продовгуваті півеліптичні корозійно-втомні тріщини ($1/100 \leq (a/c)_i \leq 1/20$) більш небезпечні, ніж “короткі” тріщини з формою у вигляді корозійної виразки ($1/10 \leq (a/c)_i \leq 1/3$). Також встановлено, що гранична форма півеліптичної тріщини в логарифмічній системі координат практично лінійно зв’язана з її початковою формою

$$(a/c)_i = B \cdot ((a/c)_0)^m. \quad (1)$$

Аналіз взаємозв’язку початкових та граничних форм півеліптичних тріщин для досліджуваних магістральних нафтогазопроводів дає підставу стверджувати, що між ними існує певна критеріальна залежність. Це дає змогу інтерпретувати результати їх технічного діагностування, а також оцінити небезпечність виявлених дефектів та ризик руйнування трубопроводів.

Висновки

Запропоновано методику оцінювання поведінки поверхневих тріщиноподібних дефектів та експлуатаційних середовищ, що ґрунтується на підходах механіки руйнування та враховує зміну форми дефекту під час його розвитку. Вона дає можливість виокремити потенційно небезпечні та потенційно безпечні корозійно-втомні тріщини; оцінити кінетику їх розвитку і залишкову довговічність (кількість циклів до руйнування) нафтогазопроводу.

1. Механіка руйнування і міцність матеріалів: довідн. посіб. / За заг. ред. В. В. Панасюка. – Том 13: Працездатність матеріалів і елементів конструкцій з гострокінцевими концентраторами напружень / І. М. Дмитрах, Л. Тот, О. Л. Білий, А. М. Сиротюк. – Львів: СПОЛОМ, 2012. – 316 с.
2. Грабовський Р. С. До оцінки кінетики росту втомних тріщин в стінках трубопроводів / Р. С. Грабовський, В. С. Лужецький, Т. М. Горб’як // *Машинознавство*. – 2005. – №4 (94). – С. 7-10.

УДК 622.24.058

ОЦІНКА ДИНАМІЧНОЇ ДІЇ МАХОВИХ МАС БУРИЛЬНОЇ КОЛОНИ

Гриджук Я.С.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 76019, Івано-Франківськ,
Карпатська, 15, тел. (0342) 717967, jaroslav.gridzhuk@gmail.com.*

Вибір оптимальних параметрів режиму буріння є одним із основних факторів, які впливають на покращення техніко-економічних показників при спорудженні свердловин. Така особливість обумовлюється сучасними вимогами щодо точності та швидкості проводки свердловин, а також вартості метра проходки. На даний час використовують різні методи для оптимізації процесу буріння шляхом аналізу показників ефективності через регулювання режимно-технологічних параметрів в

режимі реального часу [1]. До них належить метод, що базується на оцінці питомої механічної енергії руйнування гірських порід в процесі поглиблення вибою свердловини. За різними даними ефективність процесу буріння, тобто коефіцієнт корисної дії, складає лиш 30-40%. Як засвідчує більшість досліджень, основною причиною цьому є втрата підведеної потужності на подолання сил тертя, внаслідок складних умов роботи бурильної колони в стовбурі свердловини. На зменшення ефективності процесу руйнування породи на вибої вагомий вплив також мають коливання бурильної колони. Таким чином, механічна енергія, яка доводиться для руйнування породи вибою свердловини становить близько 30% від загальноприведеної на усті.

Проте, без уваги більшості дослідників залишається факт втрати частини енергії на обертання мас прогнутих ділянок бурильної колони. Передусім це стосується роторного способу буріння, при якому бурильна колона у свердловині зазнає поперечної деформації вздовж її осі, від дії як осьового навантаження, так і крутного моменту. Використовуючи прийоми зведення мас [2], маси прогнутих ділянок колони можна розглянути як зосереджені в точках найбільшого прогину. Із збільшенням стріли прогину бурильної колони у свердловині збільшуються відстані між центрами поперечних перерізів із зосередженими масами та віссю виробки. Це в свою чергу призводить до збільшення моментів інерції поперечних перерізів прогнутих ділянок бурильної колони та затрат кінетичної енергії на їх обертання.

Бурильна колона є механічною системою, яка служить для передачі крутного моменту від ротора до долота та одночасного створення осьового навантаження на долото. З певним припущенням її можна розглянути як механізм з поступово нарощуваним кінематичним ланцюгом [3]. Регулювання коливань швидкостей ланок такого механізму при його усталеному режимі роботи зазвичай виконується відповідним підбором зосереджених (махових) мас. Задля збільшення ефективності ці маси необхідно підібрати так, щоб вони могли акумулювати всі прирости кінетичної енергії механізму, які мають місце у випадку коли робота рушійних сил є більшою за роботу сил опору. Якщо ж робота сил опору переважає роботу рушійних сил, акумульована масами ланок кінетична енергія надалі повинна бути віддана механізму назад. Таким чином, підбором мас частин бурильної колони можна частково вирішити задачу регулювання періодичних та випадкових коливань при її усталеному режимі роботи. Разом з тим можна вирішити обернену задачу: за відомих зосереджених мас прогнутих ділянок визначити кінетичну енергію, яка затрачається на їх обертання, і водночас, уточнити величину кінетичної енергії, необхідної для обертання бурильної колони в цілому.

Література

1. Молдавцев С.А. Динаміка шарошкового долота і бурильного інструменту в процесі буріння [Текст] / С.А. Молдавцев, В.І. Векерик. – Івано-Франківськ: Факел, 2006. – 182с.
2. Зиновьев В.А. Основы динамики машинных агрегатов [Текст] / В.А. Зиновьев, А.П. Бессонов. – М.: Машиностроение, 1964. – 239с.
3. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин [Текст] / И.И. Артоболевский. – М.: Наука, 1965. – 776с.

УДК 622.692.4

ОЦІНКА ЗМІНИ НАВАНТАЖЕНОСТІ ТРУБОПРОВОДІВ НА ДІЛЯНКАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПІДЗЕМНИХ СХОВИЩ ГАЗУ

Крижанівський Є.І., Тараєвський О.С.

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

Одним із найважливіших технологічних елементів газотранспортної системи (ГТС) України, який забезпечує її надійну та безперебійну роботу, є підземні сховища газу (ПСГ).