

# ПІДВИЩЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ НАРІЗЕВИХ З'ЄДНАНЬ ТРУБНИХ КОЛОН ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН НЕТРАДИЦІЙНИХ ПОКЛАДІВ

Василишин В.Я., к.т.н, доцент

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Всебічне дослідження взірців насосно-компресорних труб (НКТ) базується на оцінці багатьох факторів, серед них: оцінка механічних властивостей досліджуваного металу, оцінка корозійної сумісності НКТ зі свердловинними середовищами.

Для виявлення відхилень параметрів міцності сталей під дією експлуатаційних факторів в умовах свердловини і свердловинних мінералізованих рідин виконують дослідження взірців на міцність. Зменшення показників міцності порівняно з нормативними значеннями є основою для уточнення допустимих умов для подальшої експлуатації корозійно-пошкоджених НКТ. Уточнення стосується визначення обмеженої глибини їх спуску в свердловину на основі фактично вимірених параметрів міцності металу і фактичної площі несучого перерізу труби. Фактична площа несучого перерізу корозійно-пошкоджених труб визначається за відомим виразом із врахування зменшення зовнішнього  $D_s$  і внутрішнього  $D_e$  діаметрів за рахунок корозії:

$$F = 0,785 \left( (D_s - 2 \cdot h_{k(s)})^2 - (D_e - 2 \cdot h_{k(e)})^2 \right),$$

де  $h_{k(s)}$ ,  $h_{k(e)}$  – глибина корозійного пошкодження стінок труби, відповідно зовнішньої і внутрішньої.

Глибина корозійного пошкодження  $h_k$  стінки труби визначається як середньозважена величина з виразу

$$h_k = \frac{3,955 \cdot V_F \cdot D_s}{\rho_{\text{дуг}(s)} \cdot (D_s - D_e) \cdot z},$$

де  $V_F$  – ймовірне найбільше значення об'єму корозійного пошкодження обстежених труб;

$\rho_{\text{дуг}(s)}$  – довжина дуги вздовж зовнішньої стінки елемента;

$z$  – висота елемента.

Отримане значення  $F$  порівнюється з критичною площею  $F_{kp}$  перерізу труби для визначення запасу надійності корозійно-пошкоджених труб НКТ по несучому перерізі, при цьому повинна виконуватися умова  $F/F_{kp} \geq 1$ .

Оцінка залишкового ресурсу корозійно-пошкоджених НКТ передбачає чотири підходи:

1) метод ймовірнісного розрахунку залишкового ресурсу на основі статичних вимірювань початкової товщини стінок труб; у цьому випадку значення залишкового ресурсу визначається як різниця

$$R_{\text{зал.}} = t - t_k,$$

де  $t_k$  – час, протягом якого труба піддавалась корозії;

$$t = t_k \cdot \frac{\sqrt{1 - [1 - q(\tau)]^2}}{\sqrt{1 - [1 - q(\tau_n)]^2}} - \text{розрахунковий час безвідмовної роботи нового виробу}$$

при умові, що  $q(\tau)$  – вірогідність відмови в момент часу  $\tau$ , при якому максимальне із заміряних товщин стінок  $\delta_{i\text{max}}$  зменшиться до допустимого значення  $\delta_{\text{дон.}}$  при виконанні умови

$$q(\tau) = \frac{\delta_{i\text{max}} - \delta_{\text{дон.}}}{\delta_{i\text{max}}},$$

а  $q(\tau_n)$  – ймовірність відмови у момент часу  $\tau_n$ , при якому відбувається повне руйнування зразка і виконується умова

$$q(\tau_n) = \frac{\delta_{i\text{max}} - \delta_{i\text{min}}}{\delta_{i\text{min}}},$$

причому  $\delta_{i\text{min}}$  – мінімальне із заміряних значень товщин стінок у статистичній вибірці.

Виконавши нескладні перетворення, отримаємо вираз для прогнозного розрахунку залишкового ресурсу корозійно-пошкоджених НКТ:

$$R_{\text{зал.}} = t_k \cdot \left( \frac{\sqrt{1 - [1 - q(\tau)]^2}}{\sqrt{1 - [1 - q(\tau_n)]^2}} - 1 \right);$$

2) розрахунок залишкового ресурсу  $R_{\text{зал.}}$  на основі вимірювання глибини  $h_k$  корозійного пошкодження поверхонь труб; у цьому випадку значення залишкового ресурсу визначається за формулою

$$R_{\text{зал.}} = \frac{h_{\text{зал.}}}{\nu_k}, \quad (1)$$

де  $h_{\text{зал.}}$  – товщина залишкового шару металу, допустимого для потоншення стінки труби, визначається так

$$h_{\text{зал.}} = \frac{0,875 \cdot \delta_n - \delta_{\text{дон.}} - 2 \cdot h_k}{2}. \quad (2)$$

У цій формулі:  $0,875 \cdot \delta_n$  – імовірна мінімальна товщина стінки ( $0,875$  – коефіцієнт, що враховує стандартне граничне відхилення від товщини стінки, яке дорівнює  $12,5\%$ );  $\delta_n$  – номінальна товщина стінки;  $\delta_{\text{дон.}} = 0,75 \cdot \delta_n$  – допустима товщина стінки труби, при якій зберігається її несуча властивість;  $h_k$  – виміряна глибина корозійного руйнування стінки труби;  $\nu_k$  – швидкість корозії,

яка визначається з умови її пропорційності за період  $t_k$  корозійної дії, визначається так:

$$v_k = h_k / t_k. \quad (3)$$

Розв'язавши сумісно (1), (2), (3), отримуємо вираз для розрахунку залишкового ресурсу корозійно-пошкоджених НКТ

$$R_{зал.} = t_k \cdot (0,0625 \cdot \delta_n - h_k) \cdot h_k^{-1};$$

3) розрахунок залишкового ресурсу корозійно-пошкоджених НКТ на основі лабораторних досліджень швидкості корозії трубних зразків; у цьому випадку значення залишкового ресурсу  $R_{зал.}$  визначається з виразу:

$$R_{зал.} = \frac{0,0625 \cdot \delta_n - h_k}{v_{к. \text{лаб.}}},$$

де  $v_{к. \text{лаб.}}$  – виміряна швидкість корозії трубних зразків в лабораторних умовах.

4) розрахунок залишкового ресурсу за результатами втомних випробувань.

Таким чином, оцінка залишкового експлуатаційного ресурсу корозійно-пошкоджених НКТ базується на основі імовірнісного підходу з умовою статистичних вимірювань початкової товщини стінок труб, а також на основі прямого вимірювання глибини корозійного пошкодження за період корозійної дії у різноманітному пластово-свердловинному середовищі.

#### **Література:**

1. Василюшин В.Я. Підвищення працездатності різьбових з'єднань труб нафтового сортаменту: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.05.12 Івано-Франківський національний технічний. університет нафти і газу, 2013. – 20 с.
2. Василюшин В.Я. Вплив крутного моменту згинчування на опір втомлюваності замкових різьбових з'єднань бурильних труб / В.Я.Василюшин // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – 2010. – №4(37.). – С.55–58.
3. Рачкевич Р.В. Напружено-деформований стан стисненої бурильної колони у горизонтальному стовбурі свердловини. *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ.* –2012. – № 3 (44). – С. 70 – 77.
4. Рачкевич Р.В. Прогнозування довговічності бурильної колони в ускладнених умовах буріння свердловини: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.05.12 Івано-Франківський національний технічний. університет нафти і газу, 2013. – 20 с.