

ДО ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПЕРІОДІВ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ БУРИЛЬНИХ ТРУБ

© 1997, О.М.Карпаш, В.М.Івасів, О.В.Вісков
 НВФ "ЗОНД", м.Івано-Франківськ

Розглянуто проблему оптимізації періодів між двома сеансами ультразвукової дефектоскопії бурильної колони з використанням кінестатистичних діаграм втоми, а також показана можливість розрахунку залишкового ресурсу бурильних труб за допомогою одержаних даних.

Ефективність застосування засобів неруйнівного контролю значною мірою залежить від правильного вибору часу проведення перевірки. При цьому необхідно виконувати дві умови: 1) недопущення відказів між двома черговими перевірками; 2) зведення до мінімуму часу на проведення дефектоскопії в загальному балансі часу проводки свердловини.

У НВФ "ЗОНД" розроблена методика розрахунку оптимальних періодів неруйнівного контролю на основі кінестатистичних діаграм втоми [2], які описуються такими рівняннями:

$$N = \frac{Q}{\sigma} \ln \left\{ 1 + \left[\exp \left(\frac{\sigma - \sigma_r}{V_0} \right) - 1 \right]^{-1} \right\}; \quad (1)$$

$$N = N_0 \ln \left\{ 1 + \left[\exp \left(\frac{\sigma - \sigma_r}{V} \right) - 1 \right]^{-1} \right\}; \quad (2)$$

$$V_0 = \frac{\sigma_r V}{\sigma_r - V}; \quad (3)$$

$$\sigma_{ri} = \frac{\sigma - V_0(1 + z_i)}{2} + \sqrt{\left[\frac{\sigma - V_0(1 + z_i)}{2} \right]^2 + \sigma V_0}, \quad (4)$$

$$\text{де } z_i = \ln \left\{ 1 + \left[\exp \left(\frac{N - N_{Ti}}{N_0} \right) - 1 \right]^{-1} \right\}, \quad N - \text{кількість}$$

навантажень до руйнування; Q - коефіцієнт витривалості; V_0 - параметр рівняння; N_0 - кількість циклів до перегину кривої втоми; V - характеристика нахилу кривої втоми; σ_{ri} - поточне значення границі втоми; N_{Ti} - відпрацьована кількість циклів.

Використання цих залежностей дає можливість розрахувати оптимальний період неруйнівного контролю з урахуванням розсіювання довговічності і зниження границі втоми, визначати залишковий ресурс і проводити сумування пошкоджень.

Проілюструємо схему визначення довговічності роботи бурильних труб з урахуванням зниження границі втоми при роботі їх послідовно в трьох викривлених інтервалах з різною інтенсивністю (рис.1). Нехай у першому інтервалі на бурильну трубу діяло змінне навантаження, що спричиняло в трубі напруження σ_1 , при якому вона могла б відпрацювати N_1 циклів, але відпрацювала N_1' , після чого її границя втоми знизилась з σ_{r1} до σ_{r2} . Це значення границі втоми визначають за формулою (4). Враховуючи узагальнені параметри кривих втоми з різним ступенем пошкодження (N_0 , V_0) та визначене значення σ_{r2} , побудуємо криву втоми 2 (див. рис.1) для труби, яка відпрацювала в першому інтервалі N_1' циклів. Якщо ця труба попаде в другий інтервал, то в ній виникають напруження σ_2 , при яких труба може попрацювати N_2 циклів. Якщо ж ця труба пропрацювала тільки N_2' циклів, то її границя втоми знизилась до значення σ_{r3} . За цим значенням σ_{r3} і за параметрами N_0 , V_0 будемо криву втоми 3. Якщо в новому інтервалі в трубі виникатимуть напруження σ_3 , то вона до руйнування може пропрацювати N_3 циклів. З рис.1 наочно видно, що, якщо не враховувати зниження границі втоми за рахунок роботи в першому й другому інтервалах викривлення, то в третьому інтервалі труба працювала б без пошкодження, хоча в дійсності пройде руйнування через N_3 циклів [3]. Описана схема взята за основу програми "Resurs" для комп'ютера типу IBM PC.

Дана методика розрахунку оптимальних періодів неруйнівного контролю розроблена на основі припущення, що на бурильну трубу в викривленому інтервалі діють змінні регулярні навантаження, тобто вона працює як вал на двох опорах, і до неї ще можна прикласти розтягуюче зусилля. Але під час буріння в бурильних трубах виникають напруження від пульсацій промивної

рідини, коливань інструменту, від втрати колоною стійкості та інших чинників. Тому про дійсну навантаженість бурильної колони можна твердити тільки на основі запису навантажень, які діють на бурильну трубу в промислових умовах [1]. На основі аналізу таких даних з установленням параметрів розподілу можна уточнити методика розрахунку періодів неруйнівного контролю.

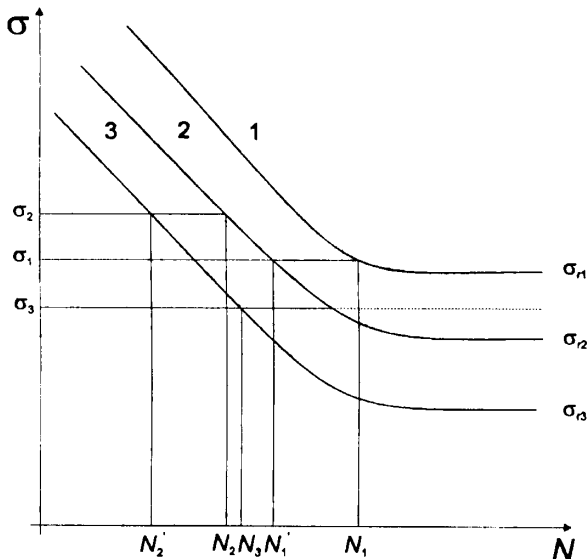


Рис. 1. Приклад урахування зниження границі втоми бурильної труби, яка послідовно працює в трьох викривлених інтервалах.

Відома тільки одна робота [4], де вказані дані зміни згинаючого моменту, що діяв на вибійний записуючий пристрій, який знаходився над ОБТ. На рис.2 показана діаграма запису зміни згинаючого моменту. Проведено схематизацію цих діаграм.

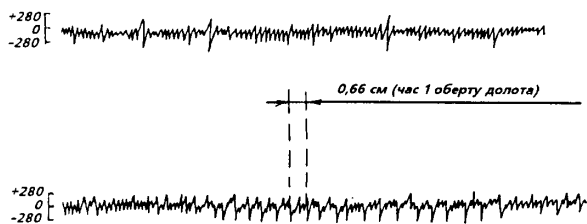


Рис. 2. Діаграми запису зміни згинаючого моменту при роботі бурильної колони у викривленому інтервалі стовбура свердловини.

Для подальшого використання результатів схематизації наведені амплітуди розташовують у варіаційний ряд, для описання якого запропонований трипараметричний розподіл Вейбулла у вигляді

$$\frac{n_i}{N_{\sigma i} + 1} = \exp\left(-\frac{\sigma_i^m - A}{B}\right), \quad (5)$$

де $N_{\sigma i}$ - кількість значень σ_i у варіаційному ряді; n_i - порядковий номер σ_i в убуючому варіаційному ряді; m , A , B - параметри розподілу Вейбулла.

Внаслідок обробки діаграм виділено дві послідовності екстремумів обсягом 201 та 229 значень. З використанням методу "дощу" була проведена обробка отриманих екстремумів. При цьому здійснювали приведення виділених напівциклів до симетричного циклу навантаження. За довідниковими даними, для легованих сталей вибраний коефіцієнт чутливості до асиметрії навантаження $\psi_\sigma = 0,2$. У результаті обробки отримані дві послідовності приведених амплітуд напружень обсягом 201 і 226 значень. Апроксимацію результатів схематизації проводили за трьома законами розподілу: експоненціальним, Релея і Вейбулла (див. рівняння (5)), при $m=1$ - експоненціальний закон; при $m=2$ - розподіл Релея). Аналіз показав, що найбільш прийнятною функцією закону с трипараметрична функція розподілу Вейбулла, тобто коефіцієнт кореляції найближчий до одиниці.

Одержані дані можна використовувати для розрахунку довговічності бурильних труб, а також для вибору навантаження при їх випробуваннях на втому при програмних режимах.

1. Карнаш О.М., Турко Ф.И., Мигаль И.Г., Бажалук Я.М. К вопросу о стабилизации угла ввода ультразвуковых колебаний // Дефектоскопия. 1988. №6. С.44-48.
2. Почетный Е.К. Регистрация и анализ процесса усталостного повреждения // Заводская лаборатория. 1977. №11. С.23-27.
3. Циклические деформации и усталость металлов. Т.2. Долговечность металлов с учетом эксплуатационных и технических факторов / Троценко В.Т., Камаза Л.А., Пояровский В.В. и др. К., 1985.
4. Dale B.A. "An experimental Investigation of Fatigue - Crack Growth in Drillstring Tubulars" "SPEDE" (Dec. 1988) 356-62. Trans AIME, 285.