

УДК 622.24.065

¹М.М. Лях, канд.техн.наук, проф., ¹Н.В. Федоляк, ²О.О.Рейті

¹ Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

² ПП „Маркетолог”, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ ЖОРСТКОСТІ ВІБРООПОР БУРОВИХ ВІБРОСИТ

M.M. Liakh, Ph.D., Prof., N.V. Fedoliak, O.O.Reiti

DETERMINING STIFFNESS SUPPORTS DRILLING SHAKERS

В якості віброопор вібросита використовуються виті циліндричні пружини стиску, які при прикладанні до них навантаження зменшують свою довжину. Пружини вібросита в процесі його роботи знаходяться під дією змінного навантаження. Коли вібросито не працює, на пружини діє вага віброрами з ситополотном, а якщо воно працює, то на пружні віброопори діє зусилля від маси віброрами з ситополотном і бурового розчину та додатково зусилля, створюване рушійною силою. При виборі жорсткості пружин слід враховувати, що вібросита мають три режими роботи – дорезонансний (при пуску його в роботу), резонансний (коли частота вимушуючих коливань співпадає з частотою коливань пружних елементів), та зарезонансний (робочий режим вібросита). Оскільки найбільші навантаження на пружні опори діятимуть в резонансному режимі роботи, то цей період є критичним для їх роботи. Проте цей період є нетривалим, тому підбір жорсткості пружин проводять для робочих режимів вібросита з урахуванням коефіцієнтів запасу. Коли ж вибрати пружину для резонансних навантажень, то при робочому режимі вона створюватиме додатковий опір та значно гаситиме коливання, створювані вібродвигом, знижуючи ефективність просіювання та зменшуючи амплітуду коливань. Тому може спостерігатись залипання чарунок ситополотна і, як наслідок, знизиться пропускна здатність. Неправильний вибір жорсткості пружин, що використовуються в якості віброопор, може стати причиною їх руйнування.

Причиною злому пружин віброопор є: втомне руйнування, руйнування при проходженні віброситом резонансних навантажень, неправильний монтаж, корозія і т.п. Наприклад, порушення горизонтальності встановлення вібросита на майданчику блоку очищення призводить до нерівномірного розподілу навантаження на раму і ситополотно, та, відповідно, на віброопори при роботі, що є причиною їх руйнування як результат незбалансованості віброрами [1].

При розрахунку на міцність віброопор вибирають їх жорсткість для конкретних умов експлуатації, геометричні розміри перерізу та визначають амплітуду коливань. Допустимі напруження, що виникають при його роботі, визначають з врахуванням коефіцієнтів запасу. Розрахунок навантажень на віброопори визначається за формулою

$$P_{розр} = P_в + P_{руш} + mP, \quad (1)$$

де $P_в$ - вага віброрами з ситополотном та просіюваного бурового розчину; $P_{руш}$ - рушійне амплітудне навантаження, яке рівне

$$P_{руш} = D \cdot \omega^2, \quad (2)$$

де ω - кутова швидкість вала віброзбудника; D - дебаланс віброзбудника; P – навантаження від дії пружних сил, яке визначається за законом Гука:

$$P = kA, \quad (3)$$

де A – амплітуда коливань; k - жорсткість віброопор. Вібросита мають від чотирьох віброопор пружинного типу (в віброситах ВС-1, ВС-2, ЛВС) до дванадцяти в полічастотних віброситах. Тобто жорсткість віброопор регулюється як їх кількістю, так і жорсткістю кожної з опорних пружин. Оскільки пружини встановлюються паралельно

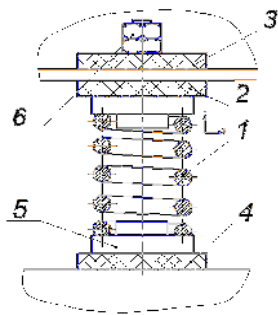


Рисунок 1 – Віброопора бурового вібростита:

1 – пружина; 2,3,4 – пружні еластичні елементи; 5 – опора; 6 - кріплення

і жорсткість пар пружин може відрізнятись, то загальна жорсткість пружних опор становитиме:

$$k = \sum_{i=2}^n k_i, \quad (4)$$

де k_i - жорсткість однієї пружини, n - їх кількість (зазвичай парна). Зі збільшенням жорсткості амплітуда коливань зменшується, оскільки пружина чинить опір переміщенню згідно закону Гука.

Коефіцієнт запасу m вибирають в межах від 1,5 до 3 в залежності від відношення амплітуд резонансної A_{max} та робочої A .

Можливо також розширити діапазон дії віброопор за рахунок додаткового встановлення еластичних прокладок (наприклад, гумових або поліуретанових) (рис. 1). В цьому випадку віброопора складається з декількох пружних елементів різної жорсткості: пружина жорсткістю k_1 опирається на пружні еластичні прокладки жорсткості яких відповідно k_2, k_3, k_4 . Пружні опори 1, 2, 3, 4 встановлено послідовно, тому жорсткість однієї опори k_i , яка складається з t пружних елементів можна визначити за формулою:

$$\frac{1}{k_i} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots + \frac{1}{k_t} = \frac{((k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_t) / k_1) + ((k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_t) / k_2) + \dots + ((k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_t) / k_t)}{k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_t}, \quad (5)$$

$$\frac{1}{k_i} = \sum_{z=1}^t \frac{1}{k_z} = \frac{\sum_{z=1}^t \left(\left[\prod_{z=1}^t k_z \right] / k_z \right)}{\prod_{z=1}^t k_z}, \quad (6)$$

$\prod_{z=1}^t k_z$ - добуток жорсткостей всіх пружних елементів опори; t - кількість пружних елементів. Отож, з формули (6) жорсткість опори k_i рівна:

$$k_i = \frac{\prod_{z=1}^t k_z}{\sum_{z=1}^t \left(\left[\prod_{z=1}^t k_z \right] / k_z \right)}, \quad (7)$$

Для отримання значення жорсткості всіх опорних елементів вібростита слід підставити значення формули (7) у (4), тоді отримаємо:

$$k = \sum_{i=2}^n \frac{\prod_{z=1}^t k_z}{\sum_{z=1}^t \left(\left[\prod_{z=1}^t k_z \right] / k_z \right)}, \quad (8)$$

Тож розрахунок жорсткості віброопор вібростита становить складну задачу, яка потребує подальшого детального вивчення для конкретних умов їх експлуатації.

Література

1 Бережницький Б.С. Дослідження кінематичних і динамічних параметрів вібростит. / Б.С.Бережницький // Прикарпатський вісник НТШ. – 2016. - №1 (33). – с. 328 – 335.

2 Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т. / Ред. совет: В.Н. Челомей (пред.). – М.: Машиностроение, 1981. – Т. 4. Вибрационные процессы и машины / Под ред. Э.Э. Лавендела. 1981. 509 с.