

Аналіз одержаних результатів показує, що під час пуску насосного агрегату бурових установок мають місце значні пульсації тиску рідини на викиді насоса, які впливають на навантаження елементів конструкції агрегату. Під час усталеного режиму роботи насоса пульсації дещо зменшуються.

Найменший коефіцієнт динамічності тиску промивальної рідини в пневмокомпенсаторі насоса Гр-11 спостерігається, коли жорсткість газової камери становить приблизно $5 \cdot 10^5$ Н·м. Переміщення діафрагми компенсатора оберненопропорційне до жорсткості газової камери і зменшується з її зростанням.

Розрахунок напружено-деформованого стану фланцевих з'єднань трубопровідної системи насосного агрегату проводився методом скінченних елементів. Для цього було побудовано тривимірні параметричні скінченноелементні моделі основних фланцевих вузлів та визначено сили натяжки болтових з'єднань. Розрахунок проводився з урахуванням дії максимальних динамічних навантажень, обумовлених пульсацією тиску промивальної рідини. Одержані результати свідчать про те, що максимальні еквівалентні напруження виникають в місці переходу від фланця до стінки труби. Суттєвий вплив на напружено-деформований стан таких деталей має також сила натяжки болтів. На основі аналізу результатів розрахунку розроблені рекомендації щодо раціонального проектування фланцевих з'єднань, що працюють під дією високих внутрішніх тисків.

ВІБРОУДАРНІ СИСТЕМИ: СУБГАРМОНІЧНІ УСТАЛЕНІ РЕЖИМИ

VIBROSHOCK SYSTEMS: SUBHARMONIC SUSTAINED MODES

Юрій Костенко¹, Андрій Грабовський¹, Микола Ткачук²

¹ Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
вул. Фрунзе, 21, м. Харків, 61002, Україна, e-mail: tma@kpi.kharkov.ua;

²Stanford University,
Stanford, CA 94305, USA

New approaches to definition of sustained periodic modes of vibroshock systems' motion are proposed. In particular, on this basis subharmonic modes are found.

Пропонуються нові підходи до визначення усталених періодичних режимів руху віброударних систем. Зокрема, на цій основі відшукуються субгармонічні режими.

Віброударні системи є прикладом таких нелінійних систем, у яких можуть реалізовуватися субгармонічні режими усталеного руху системи. Для її пошуку пропонується підхід, у рамках якого здійснюється пошук періодичних рухів віброударних систем з різним періодом.

З цією метою досліджуються усталені режими руху віброударної системи з двома ступенями свободи. Тут w_1 і w_2 – з точністю до напрямку переміщення тіл 1 і 2 з масами m_1, m_2 ; C_1, H_1 – коефіцієнти жорсткості і в'язкості системи підресорювання тіла 1; A, ω – амплітуда і кругова частота зовнішньої збуджуючої гармонійної сили; g – прискорення вільного падіння.

Використовується запропонований раніше вираз для представлення невід'ємної сили ударної взаємодії F у вигляді функції відносного зближення $z = (w_1 - w_2)$ вантажів 1 і 2 і швидкості \dot{z} .

При цьому в першому квадранті ($z > 0, \dot{z} > 0$) функція F співпадає з її представленням у вигляді ступеневого або іншого функціонального ряду, зокрема, ряду Тейлора: $F^+(z, \dot{z}) = a_1 z + a_2 \dot{z} + a_3 z \dot{z} + \dots$. Ставиться задача визначення в цій системі періодичних усталених режимів при варіюванні коефіцієнтів a_i у виразі для визначення F .

Введемо позначення: $Z(t) = \{z_1, z_2, z_3, z_4\}^T$ – набір фазових змінних $w_1, \dot{w}_1, w_2, \dot{w}_2$; оператор числового інтегрування $L_t : Z(t+t) = L(Z(t))$. Оператор L_t здійснює переведення початкового фазового стану в стан через заданий час t . Цю процедуру можна здійснити методом числового інтегрування. Якщо позначити Z_1 – значення фазових змінних в деякий момент часу θ , то $Z_2 = L_{kT}(Z_1)$, де $T = 2\pi/\omega$ – період дії збуджуючої сили, $k = 1, 2, \dots$ – ціле число. Тоді рівняння

$Z_2 - Z_1 = 0$ є нелінійними рівняннями відносно Z_1 . Їх розв'язок при різних k дає можливість визначити різні періодичні режими, у тому числі при $k > 1$ – субгармонічні.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ У ПЕРЕРІЗІ ОПОРНОГО ВУЗЛА ЦЕМЕНТНОЇ ПЕЧІ

RESEARCH DISPLACED SECTIONAL REFERENCE SITES CEMENT KILN

Ігор Кузьо, Людмила Дзюбик

Національний університет «Львівська політехніка»,
вул. С. Бандери, 12, м. Львів, 79013, Україна

The paper presents consider moving in the reference section of the cement kiln as the amount of displacement of the reference center section, offset support in general from a given position and displacement due to the elastic deformation of its individual elements. This allows you to determine the required amount of displacement of the body brace vertically adjusting the performance of repairs and reduce the resulting amount of experimental measurements.

Забезпечення стабільного функціонування цементної печі потребує дотримання ряду вимог щодо умов експлуатації, величини діючих навантажень, забезпечення заданих конструктивних розмірів, в тому числі просторового положення осі обертання. Відхилення останнього параметра від заданих значень, зумовлює зміну опорних реакцій та перерозподіл згинних моментів [1]. У результаті відбувається зношування окремих елементів опорних вузлів та збільшення циклічних навантажень на корпус печі. Тому, зважаючи на його металомісткість, значні конструктивні розміри, високу вартість, важливим є вчасно продіагностувати положення осі обертання корпусу та виявити критичні відхилення. Це дасть змогу прийняти правильні технологічні рішення щодо виконання ремонтно-відновлювальних робіт. При цьому важливо знати величину регулювальних переміщень в опорному вузлі.

У доповіді пропонується для дослідження та розрахунку положення корпусу печі виділити наступні три взаємопов'язані переміщення в опорному вузлі (рис. 1): сумарне переміщення центру опорного перерізу (w_i) – визначається експериментально за результатами технічного діагностування і складається із зміщення опори від заданого положення та пружних деформацій елементів опорного вузла; регулювальне переміщення або зміщення опори в цілому від заданого положення (z_i) – досягається шляхом переміщення опорних роликів у горизонтальній площині, що забезпечує зміщення по вертикалі бандажа із корпусом; переміщення перерізу опори за рахунок пружних деформацій її окремих елементів (δ_i).

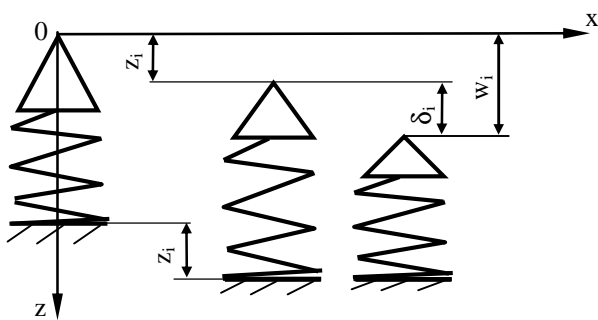


Рис. 1. Переміщення в опорному вузлі

Відомо [2, 3], що зміна положення однієї опори призводить до відхилення корпусу печі від попереднього стану щонайменше на двох сусідніх опорах. Тому для вирішення цього завдання використано розв'язок задачі про статичну рівновагу нерозрізної балки на пружних опорах із можливим їх вертикальним зміщенням [4].

Алгоритм визначення пружних і регулювальних переміщень печі при відомих сумарних зміщеннях опорних вузлів w_i та їх податливості k_i , буде наступний:

– для обчислення реакцій та опорних

моментів приймаємо, що $w_i = z_i$, $k_i = 0$, (i – номер опори);

- обчислюємо реакції опор (R_i);
- визначаємо пружні деформації опор ($-k_i R_i = d_i$);
- обчислюємо регулювальні зміщення опор: $z_i = w_i - d_i$.