

Прокопенко О.О., Антоненко Н.С.

МОДЕЛЬ АКУСТИЧНИХ КОЛИВАНЬ ТРУБИ НАГНІТАЧА 650-22-2

Високочастотні акустичні процеси всередині труби, зокрема, коливання тиску подачі газу на лопаткових частотах нагнітача, збуджують високочастотну вібрацію. Наслідками високочастотної вібрації, як показав досвід експлуатації, є руйнування тіла труби в зварних швах і обмеження діапазонів робочих режимів агрегатів по потужності, витраті і ступеню стиснення.

Завдання, що мають бути вирішеними для розробки методів усунення високочастотної вібрації можна сформулювати наступним чином:

- розробка математичної моделі пульсації потоку газу, що генерують нагнітачі (частота коливань і залежність амплітуд пульсації потоку газу від потужності, витрати і к.к.д.);

- визначення власних частот акустичних коливань і власних частот циліндричної оболонки;

- розрахунок динамічних напружень і амплітуд віброшвидкості труби на різних режимах експлуатації;

- нормування високочастотних оболонкових складових рівнів спектру віброшвидкості труби, тому що існуючі норми виброскорості поширюються на балкові форми коливань труби в діапазоні до 60 Гц;

- експериментальні технологічні та вібраційні випробування із застосуванням апаратури спектрального аналізу вібрації фірми "Брюль і К'ер" (Данія) і "Мікролог" (США).

В роботі розглянуто збудження акустичних коливань відцентрового нагнітача (ВЦН). Припустимо, що нестационарна аеродинамічна сила є пропорційною щільності газу, яка є характерною швидкості пульсації в сліді, відносній швидкості на виході з колеса і кроку лопатки робочого колеса ВЦН. Розрахунки акустичних коливань для труби нагнітача 650-22-2 показали, що при деяких значеннях температури газу в газопроводі виникає акустичний резонанс ($\alpha_{3,3} = 3,61$ і $\alpha_{1,4} = 3,726$). Однак, максимальні амплітуди віброшвидкості для найбільших пульсацій тиску газу не перевищують значень 2 мм/с.

Для нормування допустимих значень запасів міцності за межею витривалості застосовано гіпотезу лінійного підсумовування накопичених втомних пошкоджень полігармонічної високочастотної вібрації труби. Однак, для експрес-оцінки небезпеки вібрації використовують існуючі норми, що поширюються в область нормування балкових форм коливань в області вузькосмугових (парціальних) резонансних частот до 60 Гц. Визначаючи еквівалентні динамічні напруги оболонки по теорії найбільших лінійних деформацій, отримано коефіцієнт зменшення рівнів високочастотних норм віброшвидкості в порівнянні з низькочастотними нормами у вигляді:

$$K = \sqrt{\frac{6 \cdot (1 - \nu^2)}{1 + \frac{h}{R_T}}} \cdot \left[\frac{n^2 - 1}{n^2} - \frac{\nu}{2 \cdot \sqrt{1 - \nu^2}} \right].$$