

*А.П. Стахова, к.т.н.  
(Національний авіаційний університет, Україна)*

### **Способи кріплення акселерометрів для вимірювання вібрації**

*В роботі проводиться аналіз технологій проведення контролю машинного обладнання з вимірюванням вібрації. Розглянуто способи кріплення вимірювального перетворювача в системі моніторингу обладнання. Показано, що спосіб кріплення вимірювального перетворювача може і впливати на результати вібраційних вимірювань.*

На сучасному етапі розвитку при виробництві дуже важливий безперервний технологічний процес, який забезпечується безаварійною експлуатацією обладнання. Це вимагає постійного підвищення вимог до точності вимірювання контрольних точок обладнання та методів технічного контролю, як складової частини технологічних процесів. Тому однією з актуальних задач є проведення вібраційного контролю.

Вібраційний контроль [1] працюючих механізмів це вимірювання рівня вібрації в стандартній смузі частот у всіх контрольних точках механізму, порівняння отриманих значень із встановленими і прийняття рішення про відповідність вібрації нормам. Отже підвищена вібрація в машинах може спричинити серйозні пошкодження. Напруження, викликані вібрацією, сприяють накопиченню пошкоджень в матеріалах, появі тріщин і руйнувань. Такі проблеми можна виявити на початку, використовуючи методи вимірювання вібрації. Таким чином, існує велика потреба у вимірюванні, оцінці та контролі вібрації промислового обладнання.

Головною вимогою до вибору точок контролю вібрації вузлів контрольованих механізмів є ідентичність точок, а для вібрації і напрямків виміру ідентичних механізмів, що дозволяє проводити порівняння результатів вимірювань. Вібрація в основних точках контролю повинна вимірюватися в трьох взаємно - перпендикулярних напрямках, зокрема, для механізмів горизонтального виконання - вертикальному, горизонтальному і осьовому.

До складу найпростішого засобу контролю вібрацій входить: вимірювальний перетворювач, аналізуючий прилад (власне віброметр), а також зовнішня програма збору та аналізу вимірювань.

В якості вимірювального перетворювача в системі моніторингу рекомендується використовувати акселерометр з частотою власного резонансу більш 25кГц. Однак спосіб кріплення акселерометра до об'єкта може істотно впливати на допустимий частотний діапазон вібраційних вимірювань.

Кращим способом кріплення акселерометра до об'єкта вважається різьбовий, при якому резонансна частота акселерометра практично не зменшується (рис. 1). Однак такий спосіб передбачає підготовку різьбових отворів під шпильку в контрольних точках механізму, а при проведенні вимірювань потрібен додатковий час на закручування / відкручування датчика з вимірювальним кабелем. Це вважається недоліком і тому даний спосіб не

підходить для частого використання при періодичних вимірювань вібрацій переносними системами моніторингу.

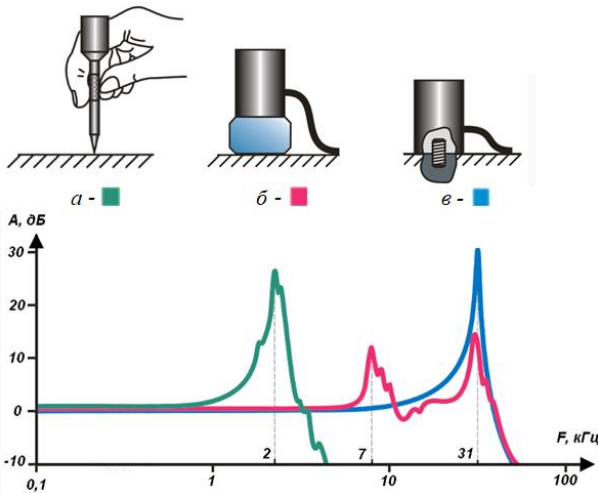


Рис.1. Способи кріплення акселерометрів: а - за допомогою ручного щупа стандартної конструкції; б - кріплення на магніт; в - кріплення на шпильку.

При кріпленні на магніт резонанс датчика залежить від сили магніту і стану контактної поверхні, і знаходиться він зазвичай в області 4-10 кГц. Незважаючи на настільки низький резонанс в задачах вібраційного моніторингу при такому кріпленні можна проводити відносні вимірювання вібрації і після резонансу на магніті. Більш того, відносні вимірювання можна проводити і на резонансі магнітного кріплення, добротність якого обмежена (рис.1), причому при змазуванні змазкою поверхні об'єкта в точці установки магніту, добротність цього резонансу додатково знижується. Слід зауважити, що часто тільки за допомогою магніту можливо вимірювати вібрації в тангенціальному напрямку (при діагностиці електродвигунів) без будь-якої підготовки об'єкта контролю (установки на корпус куточків, уступів).

Якщо поверхня виконана з матеріалів, що не магнітяться, то допускається використання ручного щупа, проте стандартна конструкція такого щупа максимально знижує резонансну частоту (рис.1). Цю проблему можна вирішити, запровадивши в конструкцію щупа пружний елемент, через який акселерометр буде притискатися щупом до об'єкта, і який тим самим буде регулювати силу притискання. У цьому випадку, як і у випадку різьбового кріплення, резонанс акселерометра може практично не знижуватися. Але на датчик вібрації можуть діяти вібраційні наведення від руки, якою щуп притискається до об'єкта. Для зниження цих наведень необхідно виключити жорсткий зв'язок щупа і акселерометра, так само встановивши між ними пружний елемент. Щоб максимально спростити

запропоновану конструкцію рекомендується виготовляти щуп повністю з пружного матеріалу з установкою пружної прокладки між щупом і датчиком (рис.2). Також важливо передбачити механічну розв'язку кабелю акселерометра з пружним елементом і щупом, в іншому випадку наведення від руки будуть передаватися через кабель.

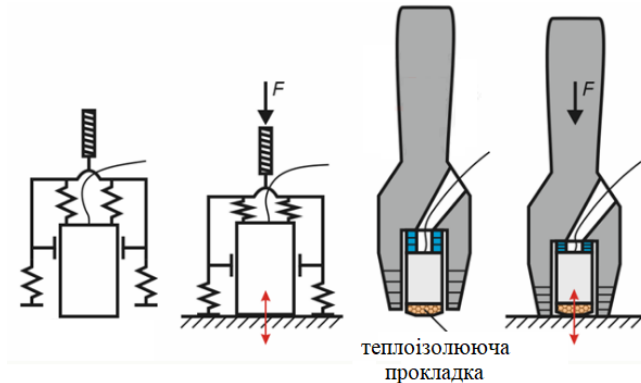


Рис.2. Спеціальна конструкція щупа

У деяких випадках необхідно вимірювати вібрацію вузлів об'єкта контролю, поверхня яких має високу температуру. При установці магніту на таку поверхню тепловий потік добре передається безпосередньо на корпус датчика, що спотворює результати вимірювань вібрації (скачки температури і результуюче теплове розширення датчик сприймає тривалий час також як і вібрацію, переважно низькочастотну, причому до тих пір, поки не встановиться тепла рівновага датчика і об'єкта контролю).

У таких випадках на контактну поверхню датчика, вбудованого в щуп, для короточасних вимірювань бажано кріпити жорстку теплоізоляційну прокладку, наприклад з текстоліту.

**Висновки.** В роботі розглянуто і проаналізовано сучасний стан технологій проведення контролю машинного обладнання з вимірюванням параметрів вібрації. Розглянуто способи кріплення вимірювального перетворювача в системі моніторингу обладнання. Показано, що для отримання повної інформації, щоб зв'язати дані вимірювань акселерометра з реальними умовами і наслідками необхідно враховувати способи кріплення вимірювального перетворювача.

### Список літератури

1. ИСО 13373-3-2016 Контроль состояния и диагностика машин. Вибрационный контроль состояния машин. Часть 3. Руководство по диагностированию по параметрам вибрации.