

ОСМА ГЛАВА

5.8. Измерване на вибрации

Механичните трептения /вибрации/ се характеризират с два от следните три параметъра: амплитуда на трептене; амплитуда на ускорението; честота на трептене.

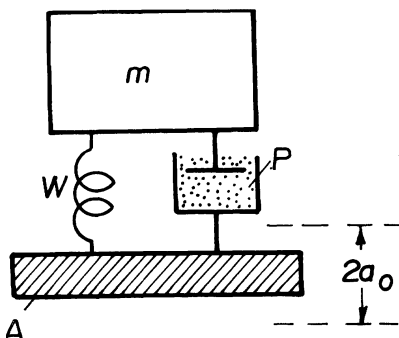
Приборите, които се използват за измерване на механични трептения се наричат виброметри. Приборите, използвани за измерване на ускорения, се наричат акселерометри, а вибрографи са приборите, записващи част или целия изследван процес.

Както всички измервателни прибори, виброметрите и акселерометрите не трябва да изкривяват измервания процес, т.е. не трябва да увеличават масата и да изменят собствената му честота.

Друго изискване, предявявано към виброметрите и акселерометрите, е безинерционно следване на колебателния процес.

Преобразувателите от този тип схематично са показани на фиг. 3.8.1. Подвижната част се състои от масата m , еластичния елемент W и ускорител P . При възникване на трептелив процес на корпуса A , в масата m чрез еластичната пружина W също ще се породят аналогични трептения. На този стремеж ще се противопостави успокоителят P , който ще ограничи и погаси породените колебателни явления на масата m .

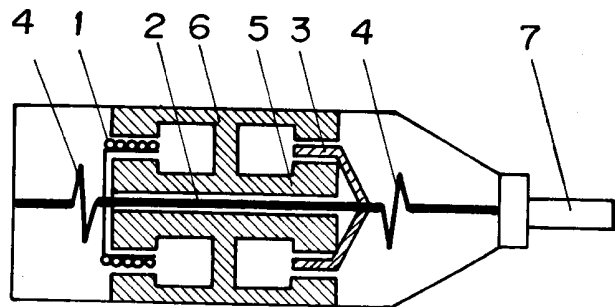
От преобразувателите за измерване на амплитудите на колебателните процеси, най-голямо приложение са намерили индуктивните виброметри /фиг. 3.8.2./. Те позволяват измерването на вибрации от вибриращите повърхности на механичните системи.



Фиг. 3.8.1. Преобразувател за измерване на вибрации.

Цилиндричната бобина 1, сърцевината 2 и успокоителната маса 3 са окачени върху двете пружини 4, които притежават малка твърдост по вертикалната ос на виброметъра и голяма твърдост по хоризонталната ос, благодарение на това

системата 1,2 и 3 остава точно центрована в пространството при всяко положение на преобразувателя. Цилиндричната бобина 1 и масата 3 се намират в силно магнитно поле на постоянния магнит 5, закрепен към корпуса 6. Към корпуса чрез винтово съединение е монтиран сменяемия измервателен накрайник 7.



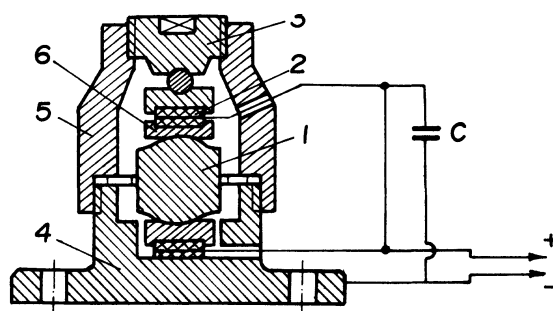
Фиг. 3.8.2. Индуктивен виброметър

При измерване на вибрации, измервателният накрайник се допира до вибриращата повърхност на машинната част. Честотата на собствените колебания на системата 1-2-3 е около 6 Hz. При вибрации на корпуса с магнита, бобината 1 остава неподвижна в пространството, поради което в нея се индукира е.д.н. Цилиндричната маса 3 оказва успокояващо въздействие върху цялата механична система.

Индуктивните виброметри са подходящи за измерване на големи вибрации. За малки вибрации те не са подходящи, тъй като имат малка чувствителност и сравнително голяма грешка, дължаща се на разсейването на магнитния поток в пространството, токовете на Фуко, магнитния хистерезис и др.

Като акселерометри могат да се използват всички преобразуватели, намерили приложение при измерването на сили. Най-голямо приложение са намерили акселерометрите разработени на базата на пиезоелектрични и жични тензопреобразуватели.

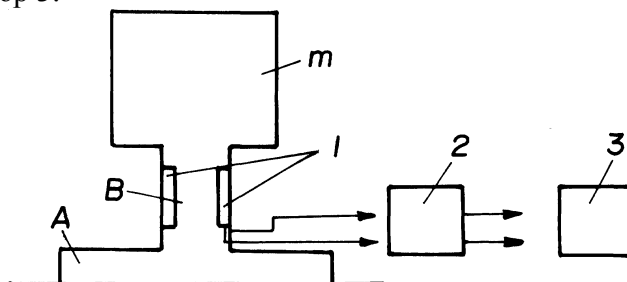
Схемата на пиезоелектрически акселерометричен преобразувател е показана на Фиг. 3.8.3. Масата 1 е притисната между две двойки кварцови пластинки 2 с помощта на болта 3. Всички части на преобразувателя са монтирани в разглобяем Корпус, състоящ се от горна част 5 и долна част 4. Опорните пластини 6 са изработени със сферични легла за по-добра центровка на силите, действащи върху кварцовите пластинки. Първоначалният натиск, създаван от болта 3, трябва да превишава най-голямата стойност на инерционната сила, породена от масата 1, за да се избегне отделянето на масата от кварцовите пластинки.



Фиг. 3.8.3. Пиезоелектрически акселерометър.

Честотата на собствените трептения на пиезоелектрическия акселерометър е равна на 6000 - 7000 Hz поради което той е подходящ за измервания на процеси с голяма честота.

Идеята за използването на жичните тензопреобразуватели за измерване и регистриране на ускорения, се илюстрира със схемата, показана на Фиг. 3.8.4. Основата А се закрепва към изследвания обект. Инерцията на масата m разтяга или свива еластичния елемент В, върху който са залепени и свързани в подходяща схема тензопреобразувателите, които възприемат трепетливия процес, преобразувайки го в електрически сигнали, предавани на тензоусилвателя 2 и регистрация прибор 3.

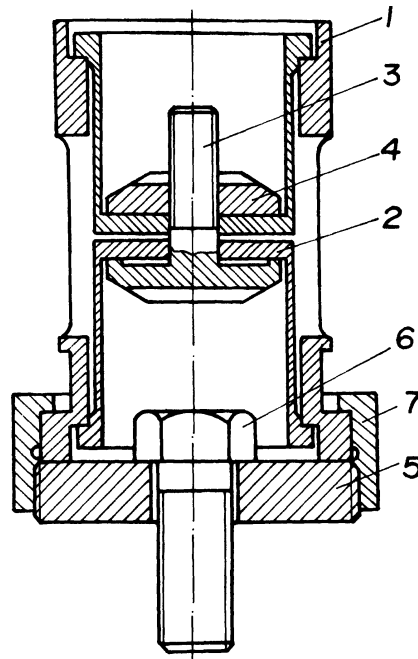


Фиг. 3.8.4. Тензопреобразователен акселерометър.

Друга схема на акселерометъра, разработен на базата на тензопреобразуватели, е показана на фиг. 3.8.5. Преобразувателят е монтиран в цилиндричен корпус 1. Еластичният елемент представлява две тънкостенни цилиндрични чаши 2, основите на които са свързани чрез болта 3 и гайката 4. Общата дължина на двете чаши е по-малка от дължината на корпуса, за да се получи първоначално опъване на стените на чашите. Това опъване е необходимо за превръщането на уреда в диференциална конструкция, т.е. ако в процеса на измерванията върху едната чаша се проявят сили на опън в другата чаши възникват сили на натиск.

Закрепването на преобразувателя към вибриращите повърхности се осъществява чрез шайбата 5 и болта 6. Корпусът на уреда се притиска към металната повърхност на изследваната машинна част чрез контрагайката 7.

Ролята на масата m , инерцията на която деформира еластичния елемент се изпълнява от масите на чашите, болта 3, гайката 4 и допълнителните шайби, поставени върху болта 3.



Фиг. 3.8.5. Тензометричен акселерометър.

Изменяйки броя на допълнителните шайби, може да се регулира честотата на собствените трептения (f_0), която може да се пресметне чрез изрази

$$f_0 = \frac{\sqrt{\frac{ES}{ml}}}{2\pi}, \quad 3.8.1$$

където l е работната дължина на чашите; S - удвоеното сечение на чашите - E - модул на еластичност на материала, от който са изработени чашите.

Върху всяка чаша са залепени по две двойки тензопреобразуватели. Всяка двойка се включва в различни рамена на измервателния мост.

Използването на четири тензопреобразувателя изключва не само температурната грешка, но и грешката, породена от напрежението на огъване.

Недостатъци на тензометричните акселерометри са: еднократно използване на тензодатчиците, влияние на температурата върху точността на измерване, поява на умора в материала на тензодатчика при циклично знакопроменливо натоварване и др.

Като техни предимства трябва да се посочат: конструктивна простота, миниатюрност, възможност за измерване на големи по стойност вибрационни процеси и др.