



термоелектрическият термометър, виртуалният инструмент може да се ползва без изменения. Ако разликите са по-големи или трябва да се подобри точността на инструмента може да се въведе корекция във виртуалния инструмент, за което е предвидена съответната възможност [4].

Стойността на измерената температура се изобразява на температурната скала на термометър върху екрана на компютъра. В същото време тази стойност с много по-голяма точност се представя в цифров вид в прозорец до температурната скала.

На фиг.7 е показан алгоритъмът на проектираната система за измерване на температура в програмната среда LabVIEW [4], която използва като сензор термодвойка.

Вижда се че може да се проследят и изучат всички основни операции при измерването на температура с термодвойка. Възможно е към инструмента да се включи всяка стандартна термодвойка, като според вида на термодвойката се променя и обработката на сигнала в програмната част на инструмента.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Статията е посветена на изучаването на измерването на температура с използване на термодвойки. Разгледани са основните принципи, на които се основава измерването на температура с термоелектрически термометър. Показани са начините за реализиране на компенсация на студените краища на термодвойките. Предложен е виртуален инструмент за измерване на температура, разработен в средата на LabVIEW, който може да работи с различни стандартни видове термодвойки и извършва компенсация на температурата на студените краища, като също така дава възможност за извършване на калибровка и корекция. Всички тези действия могат да се демонстрират на студентите при провеждане на учебния процес и да бъдат тествани и изучени от тях посредством изследване на виртуалния инструмент.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Matthias Nau „Electrical Temperature Measurement with thermocouple and resistance thermometers”, M.K. JUCHNEIM, Fulda, August 2002
- [2]. И. Куртев, Д. Самоковлийски, Е. Янков „Измерване на температура”, Д.И. Техника, С., 1982
- [3]. National Instruments Corporation, "DAQ Signal Accessory-user guide", 1996
- [4]. Б. Джуджев “Виртуален инструмент за измерване на температура”, 2009

Автори: Николай Гуров гл. ас., катедра “Електроизмервателна техника”, ФА, ТУ-София; Божидар Джуджев - инж. маг., докторант. катедра “Електроизмервателна техника”, ФА, ТУ-София; email: nrg@tu-sofia.bg

Постъпила на 28.04.2012

Рецензент: Проф. д-р П. Цветков

КЛАСИФИКАЦИЯ И ПАРАМЕТРИ НА ВИБРАЦИИТЕ

Божидар Джуджев, Веселка Иванчева, Силвия Качулкова

Резюме: В статията са разгледани различни видове вибрации. Дадено е обяснение на явлението вибрация. Представени са различни вибрационни сигнали с техните особености. Дадени са класификация на вибрациите спрямо начинът им на възникване, както и техните характеристики.

Ключови думи: вибрация, видове вибрации, възникване на вибрации, хармонична вибрация.

CLASSIFICATION AND PARAMETERS OF VIBRATION

Bozhidar Dzhudzhev, Veselka Ivancheva, Silvia Kachulkova

Abstract: This article shows various types of vibrations. An explanation of the phenomenon vibration is given. Different vibration signals and their characteristics are presented. Below are the classification of vibration to their mode of occurrence and their characteristics.

Keywords: vibration, modes of vibration, occurrence of vibration, harmonic vibration.

1. ВИБРАЦИЯ

Вибрацията е явление, при което промените в измервания параметър се случват след време в точка на дадена система. В общия случай характеристиките на този измерван параметър се променят по повтарящ се начин, т.е. те се увеличават или намаляват по цикличен начин.

Общото уравнение на движението е

$$xM(t) + xC(t) + xK(t) = F(t) \quad (1)$$

където: $xM(t)$ - сила на масата; $xC(t)$ - сила на затихване; $xK(t)$ - сила на еластичност; $F(t)$ - резултатната сила идваща извън системата, която е равна на нула със свободни вибрации в случай на обикновено хомогенно диференциално уравнение от втора степен.

При механичните вибрации, измерваните параметри са механични променливи използвани за описание на движението, т.е. преместване, скорост, ускорение, фазов ъгъл, кръгова скорост и кръгово ускорение. Измерваният параметър описва отклонението, което част от машината, основата или структурата претърпява спрямо състоянието на покой.

1. ВИДОВЕ ВИБРАЦИОННИ СИГНАЛИ

Вибрациите могат да се разделят на различни видове в зависимост от техните характеристики за даден период от време.

Вибрационните сигнали могат да се разделят на няколко различни вида:

Стационарни сигнали, които не се изменят във времето. Те могат допълнително да се разделят на детерминирани и стохастични сигнали. Детерминираните сигнали могат да бъдат описани с някои математически уравнения, например редът на Фурие. Произволните или стохастичните сигнали могат да бъдат описани само със статистики.

При **периодични сигнали** всички дискретни честоти се умножават от някои основни честоти, докато в **квазипериодичните** сигнали честотите на различните синусоиди не са честотно зависими.

Нестационарните сигнали са тези които варират във времето и могат да се разделят на **непрекъснати** и **пребродни** сигнали.

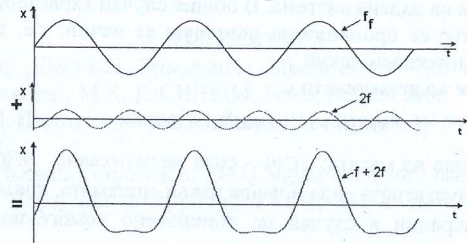
Предавателни са сигнали, които започват и свършват в 0- например като внезапна поява на вибрация или сигнала на еднократна вибрация предизвикана от удар.

Нестационарните сигнали, могат да търпят краткосрочни или дългосрочни промени.

3. ХАРМОНИЧНИ ВИБРАЦИИ

Ако характеристиката на вибрационния сигнал, може да бъде описана със синусова или косинусова функция, чийто аргумент е линейна функция спрямо времето, тогава тази вибрация се нарича **хармонична вибрация**.

Хармоничната вибрация е най-разпространената вибрация. Факт е, че събирането и изваждането на 2 хармонични вибрации, както и техните интегрални и диференциали, водят до други хармонични вибрации [1]- фиг. 1.



Фиг. 1

Характеристики на хармоничните вибрации (фиг.2).

Амплитуда \hat{x} - стойността на върха на хармоничната вибрация $x(t)$

Период T - най-късото време през което отклонението на вибрацията се повтаря.

Честота $f = \frac{1}{T}$ - реципрочната стойност на периода и дава броя повторения на периода на вибрацията за една секунда.

Кръгова честота ω - равна на 2π по честотата f .

Фазов ъгъл φ_0

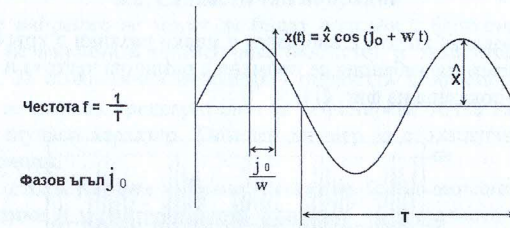
Във формулата $x(t) = \hat{x} \cos(\varphi_0 + \omega t)$:

$x(t)$ - е моментната стойност;

\hat{x} - е максималната стойност;

φ_0 - е фазата когато $t = 0$;

ω - е кръговата честота.

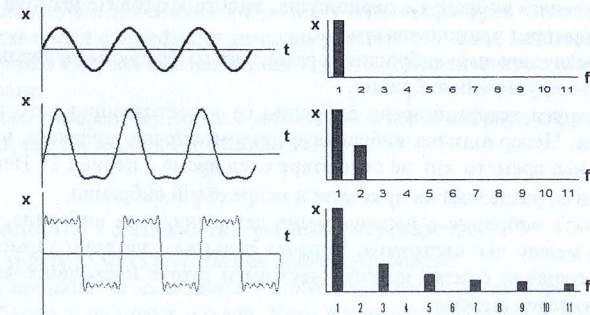


Фиг. 2

4. ПЕРИОДИЧНИ ВИБРАЦИИ

Периодичните вибрации се повтарят след някакъв специфичен интервал от време. Времевият интервал през който се повтарят се нарича **период T** . Честотата, при която повторението се случва е f и се измерва в херци (Hz).

Периодичните вибрации могат да бъдат напълно описани с математически връзки. Затова те са наречени детерминирани и техните амплитуди във всеки момент от времето могат да бъдат определени. Комбинацията на някакъв брой от хармонични вибрации образува обща периодична вибрация.



Фиг. 3

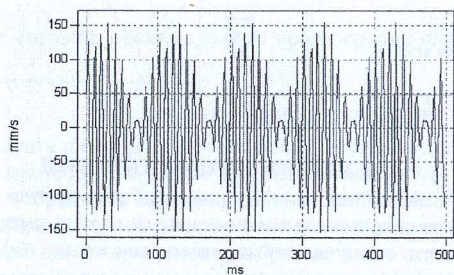
Фиг. 1 илюстрира изменението на периодичните вибрации във времето. Тези характеристики се наричат преходни характеристики. В практиката за анализирани на вибрациите се предпочитат честотните характеристики. Фиг. 3 показва сравнение между двете характеристики.

5. СПЕЦИАЛНИ ВИБРАЦИОННИ ФОРМИ

5.1. Детерминирани вибрации

Детерминираната вибрация има характеристика, която може да бъде описана чрез функционалната зависимост t между времето и моментната стойност на x . Друг специален случай на периодични вибрации са модулираните вибрации. Те се разделят на пулсации, амплитудно-модулирани и ъглово-модулирани вибрации.

Пулсацията се появява когато 2 вибрации с малки разлики в кръговите честоти се съберат. Получената вибрация се променя с различна честота и може да бъде подобна на тази показана на фиг. 4 [4].



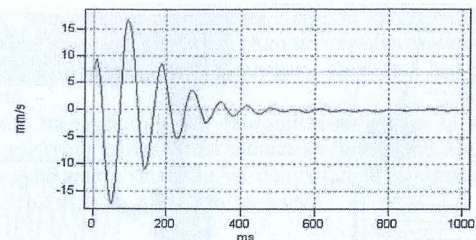
Фиг. 4

В случая с амплитудно-модулираната вибрация, амплитудата не е константа във времето, но може да бъде описана чрез хармонична вибрация. За този случай получената вибрация е периодична, защото кръговите честоти от двете вибрации формират рационална връзка.

Ъглово-модулираните вибрации са разделени на фазово-модулирани вибрации и честотно-модулирани вибрации.

Всички други детерминирани вибрации се характеризират като неперидични вибрации. Неперидична вибрация е детерминирана вибрация, чиято характеристика във времето $x(t)$ не се повтаря след време с период T . Неперидичните вибрации са разделени на преходни и непреходни вибрации.

Преходната вибрация е неперидична детерминирана вибрация, която описва прехода между две състояния. Кривата съдържа наложени хармонични вибрации с безкрайно близки кръгови честоти и затова преходните вибрации имат продължителен спектър.



Фиг. 5

5.2. Стохастични вибрации

Стохастичните вибрации не могат да бъдат описани с функционални зависимости между независимата променлива (времето) и зависимата променлива (амплитудата). За стохастична вибрация, стойността x на вибрацията $x(t)$, не може да бъде изчислена предварително за дефинирана точка във времето, поради нейният случаен характер. Типичен пример за стохастични вибрации са шумовите вибрации.

Свойствата на стохастичните вибрации могат да бъдат описани с характеристични променливи и характеристични функции, чрез статистически методи и вероятностни изчисления. В практиката се правят различни видове осреднявания. Стохастичните вибрации се делят на стационарни и нестационарни стохастични вибрации.

6. КЛАСИФИКАЦИЯ НА ВИБРАЦИТЕ СПОРЕД НАЧИНА ИМ НА ВЪЗНИКВАНЕ

6.1. Автономни вибрации

При автономните вибрации честотите с които се появяват във времето са определени само от вибриращата система.

6.1.1. Свободни вибрации

Свободната вибрация е автономна вибрация в автогенераторна система, която се само-намалява след специфични начални условия, т.к. след началните условия тя не получава енергия от външен източник, но непрекъснато губи енергия поради затихване.

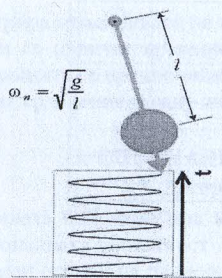
Пример е за това е махало [4], което е разместено и което вибрира със собствена честота. В този случай може да се запише че

$$\omega_n = \sqrt{\frac{g}{l}} \quad (2)$$

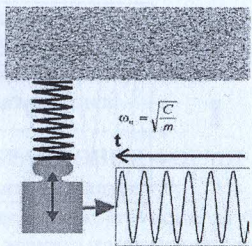
където ω_n е честотата; l е дължината; g е земното ускорение.

В резултат на триенето махалото накрая става стационарно.

Ефектът след промяна на дължината l може да се види, например в случая с метроном - обърнато на опаки махало. Като преместим тежестта и по този начин променим дължината l , ще се промени честотата на автогенератора.



Фиг. 6



Фиг. 7

Друг пример е маса провесена от нишка, която след като е разместена автогенерира с точно определена честота, описана с формулата

$$\omega_n = \sqrt{\frac{c}{m}} \quad (3)$$

където ω_n е честотата;

c е коефициента на еластичност на нишката;

m е масата.

6.1.2. Самовъзбуждащи се вибрации

Самовъзбуждащите се вибрации са също автономни вибрации в автогенераторна система, която само- намалява след специфични начални условия, но тогава тя е снабдена с енергия за да поддържа автогенерациите. В случай на самовъзбуждаща се вибрация от акумулиращ тип, енергията е предавана към нея независимо от вибрациите на автогенераторната система [4].

В случай на самовъзбуждаща се вибрация от люлеещ се тип, захранвана с енергия, се самосинхронизира от вибрациите на автогенераторната система, взета от външен енергиен източник със собствената вибрираща енергия.

6.2. Хетерономни вибрации

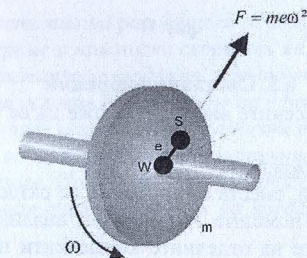
Хетерономните вибрационни честоти, които се получават, са определени от външно влияние върху системата. В случай на принудени вибрации, с преходно събитие, естествените вибрации на автогенераторната система се срещат в допълнение.

6.2.1. Принудени вибрации

Принудена вибрация е хетерономно трептене, което е резултат от влиянието на външен източник [2]. Честотите, които се съдържат в трептения са естествените честоти от преходната работа, по-специално на честотите на външното въздействие, което избледнява вследствие на поглъщането.

Един пример на принудителна вибрация е ефекта на дисбаланс. В този случай външна сила е силата на гравитацията. Ако по някакъв начин силата на гравитацията може да бъде отстранена, принудената вибрация ще спадне до нула заради затихването.

В производството на турбомашини огъващите вибрации са в повечето случаи, причинени във въртящи се валове от силите на дисбаланс. По-ясна представа за възбуждане на дисбаланс, може да се получи при работното колело, което е идеализирано като диска на фигурата по-долу.



Фиг.8

Поради производствени неточности и неравномерно изработване, центъра на тежестта S на диск и точката на централната линия W на вала обикновено не съвпадат. Двете точки са на фиксирано разстояние една от друга, наречено ексцентрична маса.

6.2.2. Параметрично възбудени вибрации

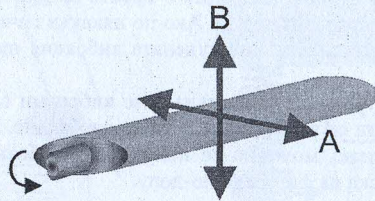
Параметрично възбудената вибрация се получава в резултат на параметрични промени в автогенераторната система с течение на времето в избрана координатна система. Допълнително там задължително трябва да има отклонение, например като смущение в състоянието на равновесие.

Един практичен пример за параметрично възбудени вибрации са възникващите в ротора на електрическата машина. Роторите на електрическите машини често имат т.н. напречни сечения с много различни коефициенти на огъване в двете ортогонални оси (напр. дуплоосен ротор на синхронен генератор).

Друг пример са зъбните предавки [3]. В тези случаи положението на зъба не е постоянно по време на зацепване на зъбите, така, че вибрациите произхождат дори и с постоянна скорост и постоянен момент.

$$M \ddot{x}(t) + C \dot{x}(t) + K_A x(t) = F_A(t) \quad (3)$$

$$M \ddot{x}(t) + C \dot{x}(t) + K_B x(t) = F_B(t) \quad (4)$$



фиг. 9

6.3. Съставни вибрации

Съставните вибрации (смесените вибрации) може да се разгледат в две категории:

Теснолентово разглеждане

В изследване с тясна лента, сместа от вибрации се разделя на хармоничните си компоненти (например с помощта на честотен анализатор или проследяващ филтър). Характеристиките на отделните компоненти на вибрациите могат да бъдат оценени чрез анализ.

Широколентово разглеждане

В контраст с теснолентовото разглеждане, при широколентовото разглеждане на смес от вибрации само амплитудата на общия сигнал на вибрациите (като цяло) е дадена, без дискретни честоти и фазови ъгли.

Измерената стойност се записва в предварително определен честотен диапазон (10 ... 1000 Hz). Всички вибрационни компоненти в този честотен обхват, са взети под внимание заедно в общата стойност, но не се разглеждат поотделно.

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Статията е посветена на вибрациите. Представени са основните видове вибрации: хармонични, периодични, детерминирани, стохастични, свободни, само-възбуждащи се, принудени, параметрично възбудени и смесени.

Литература:

- [1]. Vik Vedantham "Harmonic Vibration Analysis", 3D Vision Technologies 2009
- [2]. http://www.mcasco.com/Answers/qa_vtype.html
- [3]. R. Bishop "Vibration" Second edition 1979
- [4]. Brüel & Kjær Vibro "Basic Vibration - Measurement & Assessment"

Автори: Божидар Джуджев, инж. докторант, катедра Електроизмервателна техника, ФА, email: bojidar.djudjev@abv.bg, ТУ- София, Веселка Иванчева, доц. д-р ФА, ТУ- София vivancheva@yahoo.com, Силвия Качулкова, инж. асистент ФА, ТУ- София, email: kachulkova@abv.bg.

Постъпила на 28.04.2012

Рецензент проф. д-р П. Цветков

МАТЕМАТИЧНИ МОДЕЛИ ЗА ОЦЕНКА НА ИЗДИГАНЕТО НА ОТПАДЪЧНИ ГАЗОВЕ ПРИ ОСОБЕНИ МЕТЕОРОЛОГИЧНИ УСЛОВИЯ

Николинка Христова

Резюме: Предмет на настоящата разработка е изследване на поведението на димен факел при тихо време и при ниски скорости на вятъра. Първата стъпка към създаването на математичен модел за оценяване на степента на замърсяване на въздуха при тези условия е определяне на ефективната височина на изпускащото устройство чрез използване на различни техники и средства за моделиране. Разработени са множество математични модели за изчисляване на издигането на димни газове. Получените резултати от верификацията на създадените модели показват висока точност на предсказване на издигането на отпадъчните газове.

Ключови думи: ефективна височина на изпускащото устройство, математични модели, особени метеорологични условия, моделиращи техники

MATHEMATICAL MODELS FOR PLUME RISE EVALUATION OF EXHAUSTED GASES IN PARTICULAR METEOROLOGICAL CONDITIONS

Nikolinka Christova

Abstract: In this work the problem of air pollution with gas pollutants in particular meteorological conditions is formulated and discussed. The plume rise of exhausted gases, containing a gas pollutant is investigated when the wind velocity is both equal or close to zero and very low (less than 1.5m/s). The main task is to create mathematical models described the relationships for predicting the effective stack height in such cases. Some mathematical models for plume rise calculation, characterized with a very good accuracy, have been proposed.

Keywords: plume rise of exhausted gases, mathematical models, particular meteorological conditions, modeling techniques

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В последните десетилетия проблемите на опазването на околната среда придобиват все по-голямо значение предвид натрупаните сериозни вредни последици от дейността на промишлените предприятия, транспорта и др. Ограничаването на вредното влияние на емисиите, при различни човешки дейности, замърсители се превръща в основна цел на политиката на всички международни организации и държави в света.