

УДК 621.396.001

## ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНИЙ НИЗЬКОЧАСТОТНИЙ ВИПРОМІНЮВАЧ ЗВУКУ З КОНТРОЛЕМ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

© Піндус Н.М., 2003

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

***Запропоновано удосконалений електродинамічний низькочастотний випромінювач звуку з системою технологічного контролю температури звукової котушки, вібрації корпусу і звукового тиску, що покращує його теплові характеристики та підвищує коефіцієнт корисної дії***

Для високоякісного звуковідтворення використовуються акустичні системи (АС) з багатьма випромінювачами, кожен з яких працює в заданій смузі частот. Низькочастотна ланка АС вносить найбільше спотворень у випромінюваний сигнал внаслідок того, що довжина хвилі у низько частотному (НЧ) діапазоні більша за розміри корпусу системи і на цей діапазон припадає понад 70% потужності випромінювання. Володіючи досить високим рівнем технології, маючи достатньо кваліфікованих фахівців продукція вітчизняних підприємств, на жаль, поступається закордонним аналогам. Однією з причин такого стану є орієнтація при створенні випромінювачів звуку на контроль практично тільки одного параметра – звукового тиску [2], а теплотехнічні аспекти роботи випромінювачів при їх проектуванні та виготовленні практично не враховуються.

Покращення якості, довговічності та коефіцієнта корисної дії (ККД) динамічних випромінювачів звуку можливе при застосуванні принципово нового підходу, який базується на аналізі енергетичних характеристик випромінювачів і може бути використаний при виробництві АС для високоякісного звуковідтворення.

Такий підхід знайшов відображення у дослідженнях, які проводились провідними світовими виробниками звуковідтворюючої апаратури впродовж останніх 10-15 років [3-5], але результати цих досліджень направлені, в основному, на реалізацію високоякісного звуковідтворення при низькій потужності вхідного сигналу. Для реалізації роботи на високих потужностях розроблені так звані здвоєні випромінювачі [1], але для них в цьому випадку характерне посилення вібрації корпусу.

Для усунення вказаних негативних особливостей при застосуванні контролю технологічних параметрів запропоновано комплексний підхід його реалізації з підвищенням ККД, посиленням потужності

випромінювання тощо.

В умовах експлуатації електродинамічний здвоєний низькочастотний гучномовець характеризується нетривалим режимом безаварійної роботи при значних потужностях, оскільки відбувається перегрів звукової котушки, проявом якого є деренчання при звуковідтворенні. Це зумовлено тим, що лак, який застосовується при покритті дроту звукової котушки (ЗК) із зростанням температури внаслідок розширення збільшує міжвиткову відстань у котушці, внаслідок чого вона починає сповзати з каркасу, заклинюючись на керні.

При максимальних режимах роботи посилюється вібрація випромінювача звуку (ВЗ). Застосовувані антивібраційні прокладки з м'якої гуми тільки частково усувають вібрацію шасі та магнітних систем ВЗ, тому при високих потужностях випромінювання внаслідок вібрації ВЗ відбувається руйнування вузлів акустичної системи. Тому поцілним є створення нової, більш досконалої конструкції випромінювача звуку, шляхом конструктивного нововведення – застосування комплексу технічних рішень для підвищення ККД, збільшення потужності випромінювання, розширення діапазону відтворюваних частот, забезпечення безаварійного режиму роботи.

Поставлена задача вирішується тим, що електродинамічний здвоєний низькочастотний випромінювач звуку проектується як єдиний цілісний пристрій з системою технологічного контролю температури звукової котушки, вібрації корпусу і звукового тиску, в яку входять вимірювачі вібрації і вихідного звукового тиску, які розміщені на шасі випромінювача, плівковий давач температури, який розміщений на каркасі котушки, з контролем температури звукової котушки, звукового тиску і вібрації корпусу (рис 1).

Модифікований випромінювач звуку із системою технологічного контролю температури

звукової котушки, вібрації корпусу і звукового тиску складається з звукової котушки, на яку нанесено термочутливу плівку (ТЧП). Поверх плівки намотано провід ЗК. Вихід ТЧП під'єднано до входу підсилювача постійного струму (ПІ), який зв'язаний з системою зворотного зв'язку низькочастотного підсилювача (ПНЧ) і системою аварійної сигналізації (САС). При перевищенні заданої температури система зворотного зв'язку (СЗЗ) зменшує підсилення ПНЧ, а при різкому стрибкоподібному підвищенні температури САС вимикає ВЗ.

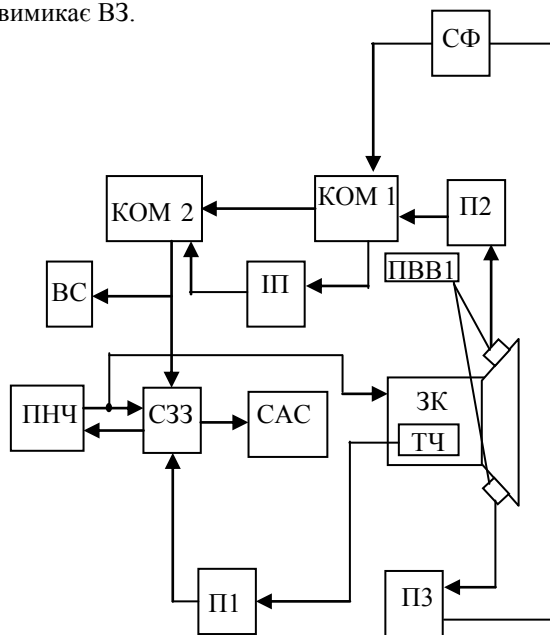


Рис. 1. Випромінювач звуку з системою технологічного контролю температури звукової котушки, вібрації корпусу і звукового тиску

Система вимірювання вібрації і звукового тиску складається з плівкових вимірювачів вібрації ПВВ1 і ПВВ2, підсилювачів змінної напруги П2, П3, комутаторів КОМ1, КОМ2, інструментального підсилювача ПІ, вимірювальної системи ВС та СЗЗ.

Оскільки ТЧП, ПВВ1, ПВВ2, П1-П3, ПІ і комутатори розміщені на шасі ВЗ, то з метою спрощення конструкції ВЗ комутатори виконані у вигляді набору штирків і переминок, а підсилювачі – у вигляді безкорпусних елементів, нанесених на мікроплату, приклеєну до корпусу ВЗ.

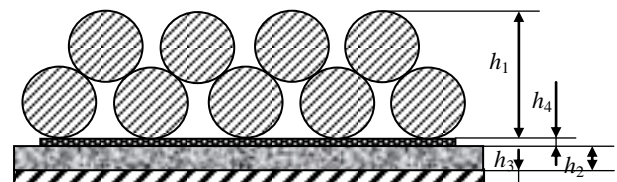
Вимірювання вібрації корпусу ВЗ здійснюється як одним, так і двома ПВВ. При вимірюванні вібрації одним ПВВ через комутатори він під'єднується до вимірювальної системи ВС. При цьому знімається вібрація корпусу ВЗ в будь-якій смузі частот. Таким же чином оцінюється звуковий тиск у ближній зоні ВЗ.

Якщо необхідно оцінити високочастотну вібрацію корпусу ВЗ, то за допомогою КОМ1 і

КОМ2 обидва ПВВ під'єднуються до різницевого підсилювача, де виділяється тільки ВЧ складова сигналу.

Аналогічно з системою контролю температури система вимірювання вібрації під'єднана до СЗЗ ПНЧ і дає змогу оперативно реагувати на підвищення вібрації корпусу ВЗ, що забезпечує безаварійний режим роботи випромінювача.

Застосування термочутливих плівок дає змогу, ввівши незначні зміни в технологію виготовлення ВЗ, здійснювати суцільний контроль їх теплових і механічних характеристик. Оскільки товщина термочутливих плівок ( $h_4$ ) становить 0.15 мкм, то для потужних випромінювачів (вище 10 Вт) при тій самій товщині радіатора ( $h_3$ ) і паперу ( $h_2$ ) зміна висоти намотки котушки ( $h_1$ ) не відбувається (рис.2).



$h_1$  – два шари дроту звукової котушки;  $h_2$  – паперова котушка;  $h_3$  – мідний радіатор;  $h_4$  – термочутлива резистивна плівка

Рис. 2. Технологія виготовлення удосконаленої конструкції ЗК

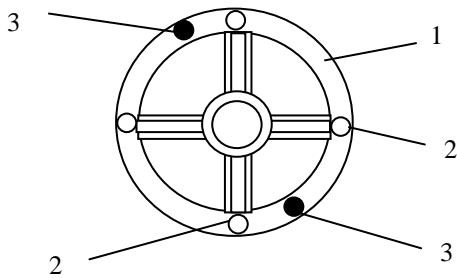
Термочутлива плівка, внаслідок своєї незначної інерційності, відразу нагріватиметься до практично найвищої температури ЗК, її застосування дає змогу при необхідності, за допомогою електронної схеми, виводити ВЗ з аварійного режиму роботи.

Плівка на каркас ЗК наклеюється у вигляді смужки, шириною 2-3 мм перпендикулярно до її витків. Виводи від неї за допомогою жорстких провідників з поперечним перерізом 0.06 мм кріпляться на дифузори ВЗ, а звідти за допомогою м'яких провідників сигнал передається на додаткову колодку, розміщену на корпусі ВЗ.

Плівкові вимірювачі вібрації вмонтовані на шасі ВЗ в районі верхнього підвісу на двох протилежних точках поверхні шасі (рис.3).

Вирішення поставленої задачі щодо удосконалення ВЗ дає змогу контролювати температурні характеристики, які раніше не контролювались і не нормувались стандартами, підвищити час без аварійної роботи, ККД, потужності випромінювача, розширити діапазон відтворюваних частот.

Результати експериментальних досліджень стандартного і удосконаленого випромінювача звуку приведені на рис.4 – 5.



1- шасі; 2- технологічні кріпильні отвори; 3- вимірювачі вібрації

Рис. 3. Розміщення вимірювачів вібрації на шасі ВЗ

Як слідує з наведених результатів, при роботі випромінювача звуку відбувається формування температурної стабілізації звукової котушки, що зображено на рис.5, де на графіку I показана нестабільність температури протягом 3 хв. роботи ВЗ, графічна залежність II ілюструє встановлення температури і механізм стабілізації формування зони сталої температури ЗК через 10 хв. від початку роботи ВЗ, на графіку III зображено завершення температурної стабілізації ЗК. Як результат при досягненні стабілізації температури звукової котушки під час роботи випромінювачів звуку збільшується поршневий режим роботи випромінювача і його коефіцієнт корисної дії підвищується до 0.65% (рис. 6).

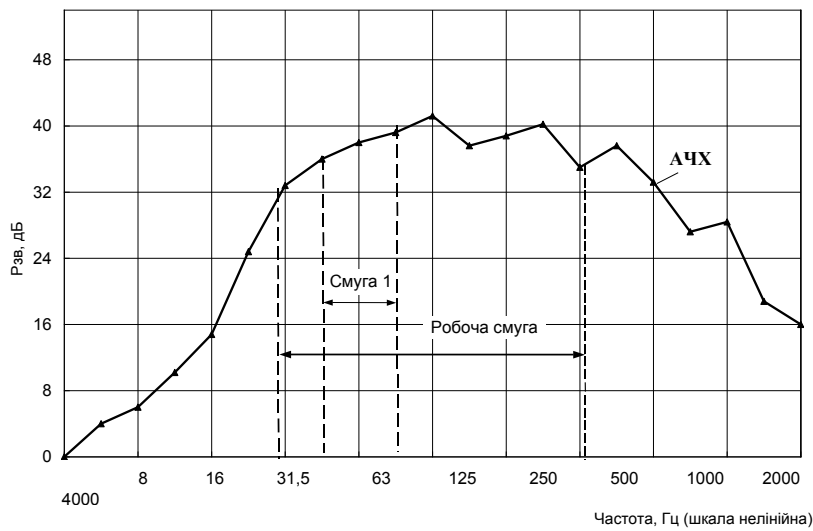


Рис. 4. АЧХ стандартного випромінювача звуку

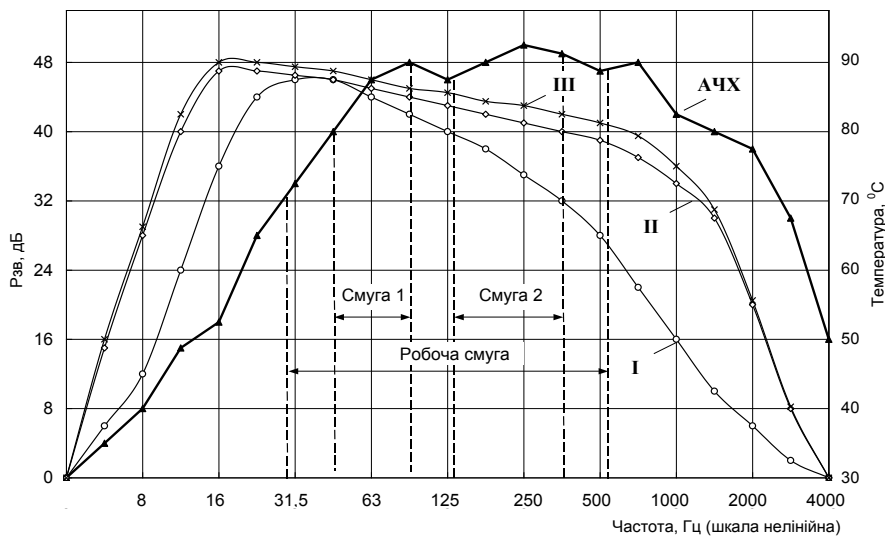


Рис. 5. Теплові (I, II, III) та акустичні (АЧХ) характеристики удосконаленого ВЗ

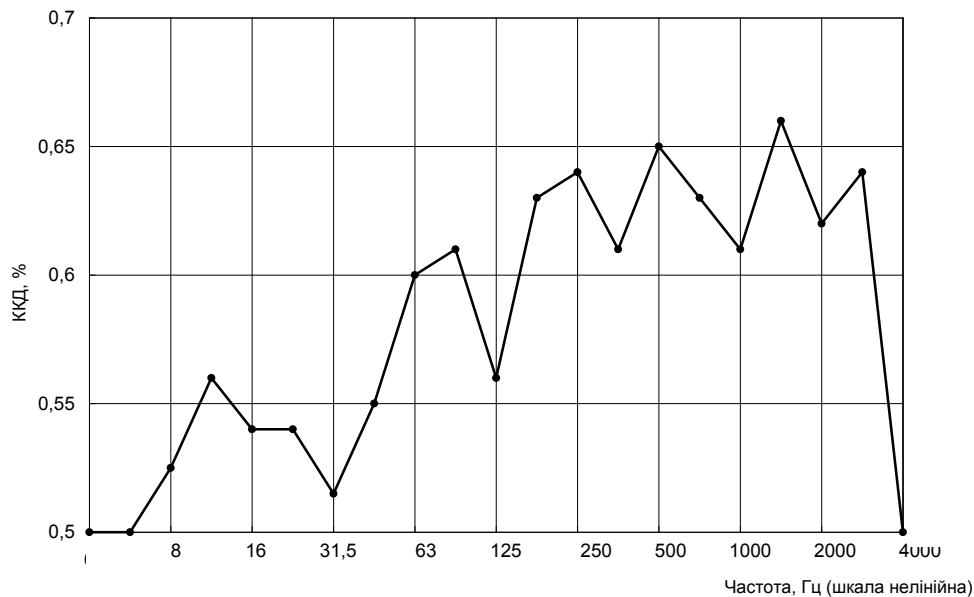


Рис.6. Залежність різниці коефіцієнтів корисної дії удосконаленого та стандартного ВЗ від частоти

1. Ващишак С.П., Чеховський С.А., Піндус Н.М. Аналіз впливу теплових характеристик з'єднаних низькочастотних гучномовців на їх якісні параметри // Методи та прилади контролю якості. 1999. - №4.-С. 76-79. 2. Алдошина И. А. Электроакустические громкоговорители. - М.: Радио и связь, 1989. - 272с. 3. Носов В. М. Новый подход к проектированию звуковых систем.- Сборник трудов X сессии Российского акустического общества. т.2.

- М.: ГЕОС, 2000.- 422с. 4. Chuman Zhou, John S. Popodics. Point load wave excitation in multi-layered solids: Experiments and modul verification // The Journal of the Acoustical Society of America.- 2001.- 109, № 5.-P.11-16. 5. Dmitri Gridin. The radiating near field of a circular normal transducer of arbitrary apodization on an elastic half-space // The Journal of the Acoustical Society of America.- 1999.- 106, № 3.- P.231-238.

УДК 531.7

## ЛАЗЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТУ

© Квасніков В.П., 2003  
Академія менеджменту, м. Черкаси

У зв'язку із зростанням вимог до точності вимірювання виробів машинобудування інтерференційні методи вимірювання отримують все більш широке розповсюдження не тільки в метрології, але й безпосередньо в промисловості для контролю розмірів деталей та їх переміщень. Із загального числа параметрів, що підлягають контролю в машинобудуванні та приладобудуванні, найбільша частка належить геометричним розмірам деталей, відхиленню від форми, розташування поверхонь та параметрам механічних коливань. Питанням вимірювання геометричних розмірів деталей присвячено ряд робіт [1,2,3].

Всі оптичні пристрої, які засновані на вимірюванні інтерференційної картини у відбитому від поверхні випромінюванні, можуть виявляти дефекти поверхні розмірами менш, ніж 100 нм [3].

Недоліком вимірювання параметрів шорсткості по розсіяному світлу, як і інтерференційним методом, є труднощі інтерпретації даних. Крім того, вимірювання забирають багато часу і в значній мірі залежать від умов їхнього проведення.

Тому актуальними є дослідження і розроблення лазерної вимірювальної системи геометричних параметрів складних просторових поверхонь з високою точністю та завадостійкістю на прикладі