

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Дрозденка Олександра Івановича на тему «Теоретичні основи розрахунків та фізико-технічні засади конструювання електромеханічних приладів акустики пружних середовищ», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.09.08 - прикладна акустика та звукотехніка

Актуальність теми дисертації

Акустичні системи звукового і ультразвукового діапазонів знаходять зараз широке застосування в науці, медицині, господарської діяльності, військової справі. У військової галузі набули значного розповсюдження гідроакустичні системи.

Сучасний стан розвитку електромеханічних приладів акустики пружних середовищ, як елементів систем, характеризується появою нових результатів наукових досліджень, які повністю змінили уявлення про перебіг коливальних процесів, що відбуваються в таких приладах. Такий стан є характерним для експлуатації приладів у трьох існуючих пружних середовищах – газоподібних, твердих і рідинних. Це, по-перше, пов'язано з тим, що електромеханічні прилади акустики виконують два процеси – перетворення енергії та її формування в оточуючих просторах. При перетворенні енергії в п'єзокерамічних середовищах виникає зв'язок між електричним, механічним і акустичним полями. При її формуванні в оточуючих середовищах завдяки багатократним перевідбиттям звукових хвиль виникає акустичний зв'язок між елементами приладів. Крім того, завдяки наявності акустичного поля в процесах перетворення і формування енергії виникає взаємодія також між цими процесами. По-друге, оскільки кожне із наведених фізичних полів має свої межі міцності, то їх теж потрібно враховувати в процесах випромінювання і приймання енергії приладами акустики. І, по-третє, в електромеханічних приладах акустики суттєву роль відіграє характер акустичного збудження приладів. Аналіз роботи акустичних приладів у пружних середовищах показує, що з урахуванням нових наукових результатів, навантаження, які виникають в конструкціях є суттєво більшими, ніж вважалось раніше. Тому ці навантаження мають бути обов'язково враховані, оскільки вони значною мірою визначають характеристики та надійність роботи приладів.

Конструювання електромеханічних приладів технічної акустики є складним процесом. В ньому повинні бути збережені принципи побудови конструкцій приладів і забезпечені їх основні розрахункові параметри. Також при розробці конструкцій потрібно враховувати не тільки умови роботи приладів а й багато інших зовнішніх і внутрішніх факторів.

Внаслідок цього в даній предметній області виникла наукова проблема, спрямована на зняття, усунення протиріч між потребами практики і техніки акустичних приладів, з одного боку, і можливостями теорії – з іншого. Зрозуміло, що усунення протиріччя можливо здійснити тільки шляхом розвитку відповідних теоретичних основ проектування та фізико-технічних засад конструювання зазначених приладів.

Наукова новизна отриманих результатів

В дисертації вирішена актуальна науково-технічна проблема розробки теоретичних основ проектування та фізико-технічних засад конструювання електромеханічних приладів акустики пружних середовищ з урахуванням умов взаємодії в їх конструкціях фізичних полів при перетворенні енергії і формуванні хвиль, взаємодії приладів з пружними середовищами, що обумовлює перехід перетворювачів зі стану одномодових в стан багатомодових, та удосконалення існуючих методів проектування приладів акустики пружних середовищ.

Основні наукові положення, висновки та рекомендації відповідають меті дисертації та поставленим задачам. Важливими пунктами наукової новизни є:

у дисертаційній роботі застосований новий концептуальний підхід до проектування електромеханічних приладів акустики, який передбачає, що фізична модель враховує не лише сам прилад, але й середовище, в якому він працює. Це дозволило по-новому осмислити динамічні властивості електромеханічних приладів та виявити, що в реальних умовах експлуатації вони проявляють багатомодовий характер коливань, а це призводить до виникнення суттєво більших механічних і електричних навантажень, які не враховувались раніше;

–вперше доведено, що тип сигналів електричного збудження впливає на параметри багатомодових електроакустичних приладів. Це змінює розташування резонансних частот, що в свою чергу суттєво збільшує (до 4 разів) величини електричних та механічних навантажень. На основі цього запропоновано новий підхід к проектуванню приладів, який відрізняється врахуванням додаткових навантажень, які залежать від типу збудження;

–вперше розроблено метод обґрунтованого підбору конструктивних елементів електромеханічних приладів акустики для забезпечення статичної та динамічної механічної міцності з урахуванням багатомодовості при зниженні резонансних частот і збільшенні навантажень, які виникають в їх конструкціях, порівняно з одномодовими;

–вперше розроблено метод кількісного оцінювання на етапі проектування електричної міцності конструкцій електромеханічних приладів акустики. Встановлені фізичні чинники, що впливають на електричну міцність таких приладів та виведені аналітичні залежності для її оцінки на основі розв'язку

рівнянь дифузії. При цьому електрична міцність визначається з урахуванням вологості, температури, електричного опору, частоти, а також характеристик ізоляційних матеріалів;

–вперше шляхом розв'язання диференціальних рівнянь теплопровідності отримано аналітичні залежності температури та часу розігріву конструкцій приладів від типу п'єзокераміки, конструкційних матеріалів та інших параметрів приладу. Отримані результати узгоджуються з результатами моделювання методом скінченних елементів та експериментальними даними.

Обґрунтованість і достовірність наукових результатів

Обґрунтованість отриманих результатів роботи забезпечується коректністю постановки задач, коректністю основних припущень і положень, покладених в основу наукових досліджень. Обґрунтованість забезпечується також застосуванням методів математичної фізики, обчислювальних методів та методів експериментальних визначень характеристик матеріалів та елементів конструкцій. При виконанні досліджень застосовані методи постановки і розв'язку задач стаціонарної гідроелектропружності, рівнянь дифузії молекул рідини крізь матеріал, рівняння теплопровідності Фур'є, методи розділення змінних та методи редукції.

Достовірність отриманих результатів підтверджується задовільним збігом теоретичних і практичних даних досліджень. Всі наукові результати та положення, які містяться в дисертаційній роботі, достатньо науково обґрунтовані і є достовірними, а отримані наведені рекомендації носять практичний характер.

Практичне значення отриманих результатів

Основними практичними результатами дисертаційної роботи є те, що процес проектування і розробки конструкцій п'єзокерамічних акустичних приладів отримав можливості вибору характеру електричного збудження випромінюючих приладів, виходячи з вимог щодо їх механічної, електричної інтенсивностей та допустимих теплових навантажень, в залежності від умов пружних середовищ та існуючих технічних можливостей практичної реалізації вибраного варіанту електричного збудження.

Також важливим практичним результатом є те, що з'явилась можливість під час розробки п'єзокерамічних акустичних приладів використовувати методи, які дозволяють кількісно оцінити механічну, електричну міцність та теплові навантаження. Це дає змогу порівнювати різні варіанти конструкцій без їх виготовлення і змінювати окремі елементи ще на початкових етапах конструювання.

Повнота викладення здобувачем основних результатів дисертації в публікаціях

За результатами досліджень опубліковано 37 наукових праць: 1 монографія; 22 статі у наукових періодичних фахових виданнях, з них 5 статей у виданнях, що включені до міжнародних науко-метричних баз SCOPUS та Web of Science Core Collection, віднесених до третього квартилю Q3; 2 патенти України на винахід, що пройшли кваліфікаційну експертизу та 1 патент України на корисну модель; 11 тез доповідей на наукових конференціях, в тому числі включених до міжнародної науко-метричної бази SCOPUS.

Опубліковані роботи у повній мірі висвітлюють основний зміст, результати, висновки і рекомендації дисертації.

Оцінка мови, стилю та оформлення дисертації, вимог академічної доброчесності

Дисертаційна робота написана грамотно, на доброму стилістичному рівні. Застосовані в роботі наукові терміни є загально визнаними, стиль викладення результатів теоретичних і практичних досліджень, нових наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття та використання. Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів загальних висновків та списку використаних джерел. Повний її обсяг складає 341 сторінку та 85 рисунків список джерел налічує 198 найменувань. Дослідження тексту дисертації дозволяє констатувати відсутність порушень вимог академічної доброчесності. На використані джерела інформації, ідеї та концепції в дисертації зроблені посилання.

Відповідність роботи встановленим кваліфікаційним вимогам

За актуальністю обраної теми, обсягом і рівнем одержаних результатів, їх новизною і практичною цінністю дисертація Дрозденка О.І. відповідає вимогам до кваліфікаційних робіт, які подаються на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук.

Дисертація відповідає паспорту спеціальності 05.09.08 - прикладна акустика та звукотехніка. Матеріали та висновки кандидатської дисертації Дрозденка О.І. не використовуються в його дисертації, поданої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук.

Зауваження щодо дисертаційної роботи

1. Значення навантажень, які діють на конструкції електромеханічних приладів акустики, суттєво залежать від характеру електричного збудження. В дисертації розглянуто три варіанти електричного збудження – частотнонезалежне, частотнозалежне і змішане. Якщо для перших двох варіантів електричного збудження наведені результати, в тому числі і кількісні,

то для варіанту змішаного збудження таких кількісних результатів в дисертації немає.

2. В дисертаційній роботі розглянуто комплекс питань пов'язаних з визначенням механічних навантажень, які потрібно враховувати при розробці конструкції приладів. До них відносяться питання пов'язані з: вибором коефіцієнтів запасу навантажень; урахуванням впливу на конструкції приладів механічних статичних та динамічних напружень; розрахунками механічних напружень, які створюються в активних елементах приладів при їх зміщенні тощо. Однак залишається питання, які є важливими для процесу конструювання та потребують відповідей, наприклад: як відносяться між собою накопичення статичних і циклічних напружень в основних типах приладів; яким чином врахувати циклічні і ударні збудження, оскільки вони обидва відносяться до знакозмінних коливань п'єзокерамічних елементів; як впливають умови виконання технологічних операцій (шліфування, розрізання) на механічні навантаження в приладах тощо.

3. В дисертаційній роботі багато уваги приділено методам розрахунків і забезпеченню герметичності електромеханічних приладів акустики, що працюють в рідині. На основі розв'язку диференціальних рівнянь дифузії визначено фактори, які потрібно знати при врахуванні герметичності конструкцій таких приладів: розрахунки вологості активних елементів з урахуванням складів п'єзокераміки та видів лакових покриттів; розрахунки дифузії рідини крізь полімерні матеріали елементів герметизації приладів; методики розрахунків герметичності конструкцій приладів акустики різних типів, в тому числі із визначенням часу їх роботи з необхідною ефективністю; методики розрахунків концентрації парів рідини в конструкціях акустичних приладів різних типів – силових, розвантажених і компенсованих. В той же час відсутні аспекти електричної міцності конструкцій випромінюючих акустичних пристроїв, пов'язані з дією збуджуючих електричних сигналів.

4. У висновках дисертаційної роботи (в пунктах 2, 3, 4) зазначено, що в роботі «встановлено», але не зазначено на основі яких математичних моделей, зроблені такі висновки і не вказані математичні співвідношення, які описують кількісні зв'язок фізичних величин і діючих факторів.

5. П. 6 Висновків є декларативним і не є досить повним з точки зору зіставлення теоретичних і практичних результатів.

6. В Висновках роботи чітко не сформульоване, які елементи наукового методичного апарату (методи, моделі, методики і т. і.) для виконання досліджень і проектування пристроїв створені в роботі.

Висловлені зауваження та дискусійні моменти не є визначальними і не зменшують наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Загальна оцінка дисертації

Вважаю, що дисертаційна робота Дрозденка Олександра Івановича «Теоретичні основи розрахунків та фізико-технічні засади конструювання електромеханічних приладів акустики пружних середовищ», є завершеною науковою роботою, що виконана на високому науковому і методичному рівнях, в якій представлено нові наукові результати, спрямовані на вирішення важливої науково-технічної проблеми розробки теоретичних основ проектування та фізико-технічних засад конструювання електромеханічних приладів акустики пружних середовищ з урахуванням умов взаємодії в їх конструкціях фізичних полів при перетворенні енергії і формуванні хвиль, взаємодії приладів з пружними середовищами, що обумовлює перехід перетворювачів зі стану одномодових в стан багатомодових, та представлено також вдосконалення існуючих методів проектування приладів акустики пружних середовищ.

Реферат повністю відображає основні положення дисертації. За актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною, змістом та оформленням дисертаційна робота повністю відповідає вимогам пп. 7, 8, 9 "Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук", затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 р. №1197, а її автор Дрозденко Олександр Іванович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.09.08 - прикладна акустика та звукотехніка.

Офіційний опонент

Завідувач кафедри медіаінженерії
та інформаційних радіoeлектронних систем
Харківського національного
університету радіoeлектроніки,
доктор технічних наук, професор



Володимир КАРТАШОВ

«10» 04 2025 року

ПІДПИС ЗАСВІДЧУЮ
Чачальник відділу кадрів



С. Ченек