

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Коржика Максима Олексійовича
на тему «Дослідження характеристик електропружних перетворювачів в
режимах випромінювання та прийому»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 17 – Електроніка та телекомунікації
за спеціальністю 171 – Електроніка

1. Актуальність теми дисертації.

Дисертаційна робота присвячена дослідженню особливостей взаємодії основних фізичних полів (акустичних, механічних та електричних) на прикладі сферичного електропружного перетворювача в режимах випромінювання та прийому.

В роботі запропонований “наскрізний” підхід, який є актуальним та сучасним, і дає змогу підвищити ефективність моделювання умов роботи акустичних перетворювачів, в контексті хвильових задач акустики із заміною граничних умов по акусто–механічним полям, умовами спряження та електричними граничними умовами.

До виконання роботи були залучені комплексні відомості і наукові результати з суміжних областей вищої математики, фізики і акустики.

Отже, актуальність та практична значимість роботи полягає в подальшому розвитку наскрізних постановок задач прийому і випромінювання звукових хвиль, з врахуванням взаємного перетворення акустичної, механічної та електричної енергії при розміщенні перетворювача.

2. Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень та висновків дисертаційної роботи забезпечувалась обраними методами розв’язання та збігом теоретичних і експериментальних результатів досліджень. Отримані результати можуть бути використані в частині вивчення питань фізики мілких морів, щодо висвітлення особливостей формування акустичного поля, при створенні нових модельних представлень гідроакустичних інформаційних каналів під час проведення прикладних пошукових та інших видів підводних робіт.

Мета роботи полягає у розвитку методології розрахункових правил та прийомів розв’язання задач хвильової акустики із залучення даних з теорії пружності та п’єзоелектрики, що базуються на питаннях динаміки сферичного

перетворювача як об'єкта з ускладненими фізичними властивостями. При цьому, перетворювач розміщено у вільному полі ідеально пружного середовища, зовнішнім навантаженням перетворювача є надлишковий тиск, а внутрішня область перетворювача вакуумована або заповнена певним рідинним, чи газоподібним заповнювачем. Досягнення вказаної мети є можливим за умови опанування наступних наукових напрямків: вивчення теоретичних основ хвильової акустики з елементами теорії випромінювання та розсіювання звуку; вивчення теорії механіки напружено-деформованого стану для п'єзокерамічних елементів як об'єктів з ускладненими властивостями; використання спрощених рівнянь Максвелла та вимушеної електростатики; застосування сучасних методів розв'язання задач математичної фізики.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. Вперше в наскрізній постановці аналітично розвинуті теоретичні засади змінення частотного діапазону за рахунок демпферування коливальної системи при введенні в конструкцію перетворювача наповнювачів рідинного або газоподібного типу.

2. Вперше встановлено та розроблена аналітична модель дослідження ефекту впливу акусто-механічної системи на електричне поле. Він проявляється в змінненні режиму протікання струму у зовнішньому колі перетворювача за рахунок втрати узгодження опорів перетворювача і внутрішнього опора генератора.

3. Вдосконалена модель постановки задачі випромінювання звукових хвиль сферичним джерелом нульового порядку, а також визначено, сформульовано та розв'язано задачу прийому, для якої встановлено факт багатомодовості вказаних фізичних полів та їх просторові розподілення.

4. Отримала подальший розвиток методологія розрахункових правил та прийомів розв'язання задач хвильової акустики із залучення відомостей з теорії пружності та п'єзоелектрики, що базуються на питаннях динаміки сферичного перетворювача як об'єкта з ускладненими фізичними властивостями.

Отже, наукове завдання дисертаційної роботи виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

3. Практичні результати дисертаційної роботи

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що: розроблено спосіб збільшення частотного діапазону роботи порожнинних електроакустичних перетворювачів (за прикладом п'єзокерамічного сферичного перетворювача); визначено спосіб і надані рекомендації щодо можливості розширення смуги частот перетворювача за рахунок привнесених рідинних та газоподібних заповнювачів внутрішньої порожнини перетворювача; за

допомогою методу часткових областей та методу Фур'є визначені, розраховані та показані особливості взаємодії основних характеристик п'єзокерамічного сферичного перетворювача із суцільними електродами; отримано результати частотних залежностей основних характеристик акусто-електричного перетворювача, оцінено нерівномірність характеристик направленості сферичного перетворювача та визначені обставини за яких виникає демпфування коливального процесу та розширення робочого частотного діапазону; результати (імпедансні) залежності сферичних електропружних перетворювачів, які заповнені рідинними наповнювачами; результати аналізу модової структури акустичного поля відповідно до типу електродування та наповнювача; визначені умови узгодження елементів кола "середовище - електричне навантаження" та "генератор - акустичне навантаження" з урахуванням взаємодії трьох фізичних полів - електричного, механічного та акустичного.

4. Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Коржика М.О. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 171 Електроніка та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Електроніка.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям Гідроакустики.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Коржика Максима Олексійовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

5. Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Дисертаційна робота написана загальноприйнятою науковою мовою із використанням сучасної наукової термінології. Робота виконана на високому науковому рівні, становить завершену наукову працю, має суттєве практичне значення та містить рішення актуальної наукової задачі розвитку теоретичних засад проектування засобів гідроакустики.

Зміст дисертації досить виважений та цілісний, робота відповідає темі досліджень.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури. Загальний обсяг дисертації 86 сторінок.

У вступі проведено обґрунтування актуальності теми дисертаційної роботи, сформульовано мету, завдання дослідження і наукову новизну. Наведено практичне значення отриманих результатів, розкрито питання апробації результатів роботи на конференціях та семінарах, висвітлення їх в друкованих спеціалізованих виданнях.

В першому розділі розглянуто сучасний стан проблем хвильової акустики та фізичних положень гідроелектропружності при їх застосуванні в задачах наскрізного типу.

В другому розділі обрано та використано граничні умови і умови спряження тисків, швидкостей та переміщень матеріальних точок на поверхні перетворювача. Досліджено походження локальних максимумів і мінімумів АЧХ. Надано висновки і рекомендації.

В третьому розділі виконано постановку, розв'язок, та аналіз отриманих результатів наскрізної задачі для перетворювача із суцільними електродами.

В четвертому розділі описано особливості проведення та отримання результатів вимірювань АЧХ та ХН. В якості прикладу, у вимірювальному басейні по універсальній схемі виміряно ХН циліндричної оболонки. Показано, що заповнення трансформаторною олією внутрішнього об'єму призводить до демпфування діаграми. Це відбувається з наступних причин:

- 1) за рахунок порушення струмового режиму, коли в електричних опорах генератор-перетворювача виникає розбаланс;
- 2) виникає як наслідок протифазного додавання механічних збурень ділянок електродів, які розташовані один навпроти одного.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

6. Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати дисертації опубліковані у 5 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 2 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України за спеціальністю 171 Електроніка; 3 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, з яких 1 статей у виданнях, віднесених до першого — третього квартилів (Q1—Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

7. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи:

1. На мою думку, варто уточнити предмет дисертаційного дослідження. Якщо об'єктом дисертаційного дослідження є "...процеси трансформації акустичної і електричної енергії...", то предметом дисертаційного дослідження "...методологія, моделі та задачі трансформації акустичної і електричної енергії...".

2. Мета дисертаційного дослідження полягає "...у розвитку методології ...", на мою думку, варто чіткіше описати розроблену автором методологію. Один з можливих варіантів представлення - у формі алгоритму, що дало б змогу використати цю методологію іншими науковцями.

3. В дисертаційній роботі відсутні дані щодо апробації отриманих результатів на наукових конференціях та семінарах.

4. Чіткіше описати в третьому розділі розроблені автором моделі для розв'язання наскрізної задачі прийому звуку сферичним перетворювачем, а саме: визначити вхідні дані, алгоритм використання запропонованих математичних виразів та отримані вихідні параметри. Більше того, відсутні дані щодо точності, області адекватності розроблених моделей та економічні параметри.

5. Для кращого розуміння роботи, на мою думку, варто додати дані щодо використовуваних методів розв'язання крайових задач, обґрунтування їх використання, їхню ефективність, здатність враховувати нелінійність та нестационарні процеси.

6. У четвертому розділі дисертації автором наведено результати експериментальних досліджень, на мою думку, варто було б використати теорію подібності при цьому, що дало б змогу розширити коло науковців та дослідників, які змогли б використати результати отримані здобувачем дисертаційного дослідження.

7. Автором розв'язано задачі по визначенню вихідних параметрів для простих конструкцій електропружних перетворювачів. Чи існує можливість визначити вихідні параметри для конструкцій електропружних перетворювачів з багатьма електродами, кількома наповнювачами різної фізичної природи, комутаційних прийомів щодо формування просторової вибіркової та ін.?

8. У висновках, на мою думку, варто додати кількісні показники переваг розроблених моделей, методів та методології.

9. В дисертаційній роботі відсутні дані щодо впровадження отриманих здобувачем наукових і практичних результатів в навчальний процес та в наукових темах, проектах.

10. В тексті дисертації присутні граматичні та стилістичні помилки (ст.3, ст.4, ст.23, ст. 68, ст. 72 та ін.), описки ("...в п'яти розділах..." ст.4), не коректні вирази: "...дозволяють..." – "...дають змогу..." ст.32, "...приймника..." – "...приймача..." ст.6 та ін.

Однак ці зауваження не є принциповими, не впливають істотно на зміст дисертації та не знижують її наукової та практичної цінності.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Коржика Максима Олексійовича на тему «Дослідження характеристик електропружних перетворювачів в режимах випромінювання та прийому» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для електроніки та телекомунікації. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Коржик Максим Олексійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 17 – Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 171 - Електроніка.

Рецензент:

Доктор технічних наук, професор,
завідувач каф. автоматизованих систем
управління Національного університету
"Львівська політехніка"

Василь ТЕСЛЮК

Підпис д.т.н., професора Теслюка В.М.

«ЗАСВІДЧУЮ»

Вчений секретар Національного Університету

«Львівська Політехніка»

Роман БРИЛИНСЬКИЙ

«23» січня 2024 р.

