



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 147172

(13) U

(51) МПК

G01S 7/52 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2020 05539**

(22) Дата подання заявки: **26.08.2020**

(24) Дата, з якої є чинними
права інтелектуальної
власності: **22.04.2021**

(46) Публікація відомостей
про державну
реєстрацію: **21.04.2021, Бюл.№ 16**

(72) Винахідник(и):

**Дерепа Анатолій Войткович (UA),
Лейко Олександр Григорович (UA),
Майборода Олександр Миколайович
(UA),
Аверічев Ілля Володимирович (UA),
Кочарян Оксана Олександрівна (UA),
Позднякова Ольга Миколаївна (UA),
Богданова Наталія Володимирівна (UA),
Дуняшев Микита Русланович (UA)**

(73) Володілець (володільці):

**Дерепа Анатолій Войткович,
вул. Ревуцького, 7, кв. 177, м. Київ-91,
02091 (UA)**

(54) ЦИЛІНДРИЧНИЙ ВОДОЗАПОВНЕНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ З КЕРОВАНОЮ СМУГОЮ ЧАСТОТ РЕЗОНАНСНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

(57) Реферат:

Циліндричний водозаповнений перетворювач з керованою смугою частот резонансного випромінювання містить циліндричну герметизовану п'єзокерамічну оболонку зовнішнім радіусом r і висотою h , внутрішня порожнина якої заповнена водою. Торці перетворювача споряджено ідентичними співвісними акустично жорсткими суцільними накладками, які мають форму циліндра радіусом r і товщиною l , співвісні з циліндричною герметизованою п'єзокерамічною оболонкою і віднесені від її торців на відстань H , причому товщина l має розміри $0,05 r \leq l \leq 0,1 r$, а накладки мають можливість змінювати відстань H в межах $0,1 h \leq H \leq h$.

UA 147172 U

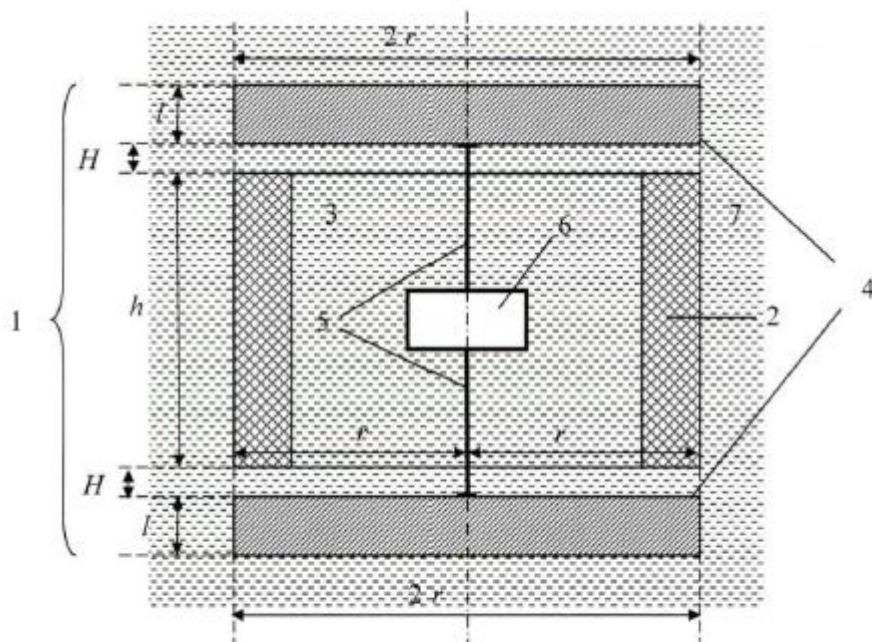


Fig. 1

Корисна модель належить до галузі морського озброєння, а саме до гідроакустики, і може бути використана, наприклад, в корабельних і авіаційних гідроакустичних станціях.

Відомо [1], що збільшення ефективності резонансного випромінювання циліндричних водозаповнених перетворювачів досягається шляхом збільшення їх вертикальних хвильових розмірів. Завдяки цьому має місце, по-перше, збільшення акустичного навантаження на перетворювачі зі сторони середовища, в яке випромінюється звук, і, по-друге, уникнення акустичного короткого замикання між зовнішньою та внутрішньою випромінюючими поверхнями перетворювача. Перша обставина обумовлює збільшення як амплітуди випромінюваного сигналу, так і смуги резонансних частот випромінювання. Друга обставина взагалі виключає можливість обнулення амплітуди звукового сигналу при переході механічних коливань поверхонь циліндричної оболонки перетворювача в механічні коливання середовища, що оточує перетворювач. Недоліком описаного підходу збільшення ефективності випромінювання циліндричних водозаповнених перетворювачів є суттєве збільшення не тільки розмірів перетворювача, але і його маси. Для авіаційних гідроакустичних станцій цей недолік має принципове значення і потребує пошуку нових підходів для збільшення як амплітуд, так і смуг резонансного випромінювання.

Найбільш близьким технічним рішенням як за суттю, так і за задачею, що вирішується, яке вибрано за найближчий аналог, є циліндричний гідроакустичний перетворювач, який містить циліндричну герметизовану п'єзокерамічну оболонку, що має внутрішню циліндричну вісесиметричну порожнину, заповнену зовнішнім робочим середовищем [1].

До недоліків технічного рішення, яке вибрано як найближчий аналог (прототип), належать:

низька ефективність випромінювання звуку при малих ($\leq 0,4 \lambda$) розмірах висоти h п'єзокерамічної оболонки відносно довжини хвилі λ робочої частоти. При таких хвильових розмірах п'єзокерамічних водозаповнених оболонок звук випромінюють тільки внутрішні поверхні оболонок, а зовнішні поверхні поглинають його із зовнішнього акустичного поля [2]. За рахунок цього ефекту, який являє собою коротке акустичне замикання, ефективність випромінювання циліндричних гідроакустичних перетворювачів стає малою;

мала смуга частот резонансного випромінювання циліндричних гідроакустичних перетворювачів, яка включає резонансну смугу п'єзокерамічної оболонки та смугу частот власного резонансу заповненої водою внутрішньої порожнини п'єзокерамічної оболонки.

В основу корисної моделі поставлена задача шляхом спорядження торців циліндричного водозаповненого перетворювача співвісними акустично жорсткими циліндричними суцільними накладками малої товщини та введення дистанційного керування відстанню між накладками і торцями перетворювача усунути ефект короткого акустичного замикання в перетворювачі і тим самим збільшити ефективність випромінювання перетворювача та смугу його резонансного випромінювання.

Поставлена задача вирішується тим, що циліндричний водозаповнений перетворювач з керованою смугою частот резонансного випромінювання містить циліндричну герметизовану п'єзокерамічну оболонку зовнішнім радіусом r і висотою h , внутрішня порожнина якої заповнена водою. Торці перетворювача споряджено ідентичними співвісними акустично жорсткими суцільними накладками, які мають форму циліндра радіусом r і товщиною l , співвісні з циліндричною герметизованою п'єзокерамічною оболонкою і віднесені від її торців на відстань H , причому товщина l має розміри $0,05 r \leq l \leq 0,1 r$, а накладки мають можливість змінювати відстань H в межах $0,1 h \leq H \leq h$.

Циліндричний водозаповнений перетворювач з керованою смугою частот резонансного випромінювання відрізняється тим, що внутрішня порожнина циліндричної герметизованої п'єзокерамічної оболонки циліндричного водозаповненого перетворювача споряджена дистанційно керованим пристроєм, механічно зв'язаним з ідентичними співвісними акустично жорсткими суцільними накладками, з можливістю здійснювати зміни відстаней H .

Рішення технічної задачі збільшення ефективності та смуги частот резонансного випромінювання в циліндричному водозаповненому перетворювачі з керованою смугою частот резонансного випромінювання, що заявляється, дійсно можливе у зв'язку з наступним [2]. Як відомо, циліндричний водозаповнений перетворювач у вигляді відкритої п'єзокерамічної оболонки випромінює акустичну енергію і внутрішньою, і зовнішньою поверхнями і тому є більш широкосмуговим, ніж така ж п'єзокерамічна оболонка з закритою внутрішньою порожниною. Це обумовлено тим, що звукові хвилі, які випромінюються внутрішньою і зовнішньою поверхнями, мають різні фази. Тому залежно від різниці між цими фазами при інтерференції цих хвиль у зовнішньому середовищі акустична енергія може або зменшуватись (ефект акустичного короткого замикання), або збільшуватись. Змінити значення фаз акустичних хвиль, випромінюваних внутрішньою поверхнею циліндричного водозаповненого перетворювача,

можливо лише за допомогою жорстких акустичних екранів, розміщених на шляху поширення цих хвиль. Такими екранами є жорсткі суцільні накладки, розміщені співвісно поряд з торцями циліндричних перетворювачів. Відстань між накладками і торцями визначає величину зміни фази акустичної хвилі, випроміненої внутрішньою поверхнею п'єзокерамічної оболонки циліндричного водозаповненого перетворювача.

Порівняльний аналіз запропонованого технічного рішення з аналогом дозволяє зробити висновок, що циліндричний водозаповнений перетворювач з керованою смугою частот резонансного випромінювання, який заявляється, відрізняється тим, що торці перетворювача споряджено ідентичними акустично жорсткими суцільними накладками, які мають форму циліндра радіусом r і товщиною l , співвісні з п'єзокерамічною оболонкою циліндричного перетворювача і віднесені від її торців на відстань H , причому товщина l має розміри $0,05 r \leq l \leq 0,1 r$, а накладки мають можливість змінювати відстань H в межах $0,1 h \leq H \leq h$, для чого внутрішня порожнина п'єзокерамічної оболонки споряджена дистанційно керованим пристроєм, механічно зв'язаним з акустично жорсткими суцільними накладками, який здійснює зміни відстаней H .

Суть корисної моделі пояснюють креслення:

На фіг. 1 зображено загальний вигляд циліндричного водозаповненого перетворювача з керованою смугою частот резонансного випромінювання.

На фіг. 2 та фіг. 3 зображені частотні залежності відносної W/W^* потужності випромінювання зовнішньої (крива 1) і внутрішньої (крива 2) поверхонь та в цілому (крива 3) циліндричного водозаповненого перетворювача при різних значеннях $H/h=0,3$ (фіг. 2), $H/h=0,5$ (фіг. 3).

Циліндричний водозаповнений перетворювач з керованою смугою частот резонансного випромінювання 1, який забезпечує досягнення вирішення технічної задачі, працює наступним чином:

при електричному збудженні циліндричної герметизованої п'єзокерамічної оболонки 2 циліндричного водозаповненого випромінювача 1 утворюються радіальні пульсуючі коливання нульової моди п'єзокерамічної оболонки 2;

зовнішня і внутрішня поверхні циліндричної герметизованої п'єзокерамічної оболонки 2 збуджують оточуючі їх водні середовища 7 і 3 і утворюють в них акустичні хвилі;

акустичні хвилі, що виходять із водного середовища 3 внутрішньої порожнини циліндричної герметизованої п'єзокерамічної оболонки 2 (крива 2 фіг. 2), і хвилі, утворені зовнішньою поверхнею цієї оболонки 2 (крива 1 фіг. 2), приходять в будь-яку точку зовнішнього середовища шляхами, які мають різну хвильову довжину. Завдяки цьому в будь-якій точці зовнішнього середовища вони інтерферують між собою з різними фазами. При наявності протилежності фаз або близько до неї виникають ефекти акустичного короткого замикання або близькі до нього. Наслідками цього явища є суттєве зменшення акустичної потужності циліндричного водозаповненого перетворювача 1 та смуги частот його резонансного випромінювання;

наявність поблизу торців циліндричної герметизованої п'єзокерамічної оболонки 2 акустично жорстких екранів у вигляді співвісних циліндричних суцільних накладок 4, однакових з оболонкою 2 радіусів r і малої товщини l , обумовлює появу на них ефектів дифракції внутрішніх акустичних хвиль, випромінених п'єзокерамічною оболонкою 2. Завдяки цьому хвильовий шлях проходження внутрішніх хвиль значно змінюється. Крім того, він регулюється ще і появою дистанційного керування відстаней H за допомогою дистанційно керованого пристрою 6 із штоками 5. Це дозволяє суттєво впливати на результати інтерференції хвиль, утворених внутрішньою і зовнішньою циліндричними поверхнями циліндричної герметизованої п'єзокерамічної оболонки 2 циліндричного водозаповненого випромінювача 1 з метою досягнення виконання поставленої технічної задачі (криві 3 фіг. 2).

Фізичне пояснення впливу акустично жорстких співвісних циліндричних суцільних накладок 4 на збільшення смуги частот резонансного випромінювання циліндричним водозаповненим випромінювачем 1 таке:

При розміщенні на шляху поширення акустичних хвиль від внутрішньої поверхні циліндричної герметизованої п'єзокерамічної оболонки 2 екрануючих тіл малих розмірів у вигляді співвісних накладок 4 товщиною $0,05 r \leq l \leq 0,1 r$ та радіусом r виникають ефекти дифракції хвиль на цих малих переполах. Виконання співвісних накладок 4 у вигляді акустично жорстких тіл не змінює фази внутрішніх хвиль, що приходять до накладок, а лише збільшує їх за рахунок подовження шляху проходження в оточуючий зовнішній простір 7. Величина подовження хвильового шляху акустичних хвиль, утворених у внутрішньому середовищі 3, залежить від відстані H і регулюється дистанційно керованим пристроєм 6 із штоками 5. В кількісному відношенні цей вплив на випромінювану циліндричним водозаповненим випромінювачем 1 потужність W демонструють криві фіг. 2. Підвищення ефективності резонансного

випромінювання циліндричним водозаповненим перетворювачем, що заявляється, порівняно з аналогом, полягає в тому, що шляхом спорядження перетворювача ідентичними співвісними акустично жорсткими суцільними накладками малих розмірів та дистанційно керованим пристроєм із штоками для регульованої зміни відстаней між ними і торцями перетворювача забезпечується можливість зміни довжини хвильового шляху, який проходять акустичні хвилі, створювані внутрішньою поверхнею циліндричної герметизованої п'єзокерамічної оболонки перетворювача, до точок інтерференції їх із акустичними хвилями, створеними зовнішньою поверхнею цієї оболонки. Зазначене забезпечує можливість підвищення ефективності випромінювання циліндричного водозаповненого перетворювача з керованою смугою частот резонансного випромінювання за рахунок збільшення смуги частот резонансного випромінювання.

Джерела інформації:

1. Дідковський В.С., Порошин С.М., Лейко О.Г. Конструювання електроакустичних приладів і систем для мультимедійних акустичних технологій. Харків: ФПП Амелянич, 2013. 390 с. (прототип).

2. Grinchenko V.T., Vovk I.V., Matsypura V.T. Acoustic Wave Problems. Begell House, 2018. 439 с.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Циліндричний водозаповнений перетворювач з керованою смугою частот резонансного випромінювання, що містить циліндричну герметизовану п'єзокерамічну оболонку зовнішнім радіусом r і висотою h , внутрішня порожнина якої заповнена водою, який **відрізняється** тим, що торці перетворювача споряджено ідентичними співвісними акустично жорсткими суцільними накладками, які мають форму циліндра радіусом r і товщиною l , співвісні з циліндричною герметизованою п'єзокерамічною оболонкою і віднесені від її торців на відстань H , причому товщина l має розміри $0,05 r \leq l \leq 0,1 r$, а накладки мають можливість змінювати відстань H в межах $0,1 h \leq H \leq h$.

2. Циліндричний водозаповнений перетворювач з керованою смугою частот резонансного випромінювання за п. 1, який **відрізняється** тим, що внутрішня порожнина циліндричної герметизованої п'єзокерамічної оболонки циліндричного водозаповненого перетворювача споряджена дистанційно керованим пристроєм, механічно зв'язаним з ідентичними співвісними акустично жорсткими суцільними накладками, з можливістю здійснювати зміни відстаней H .

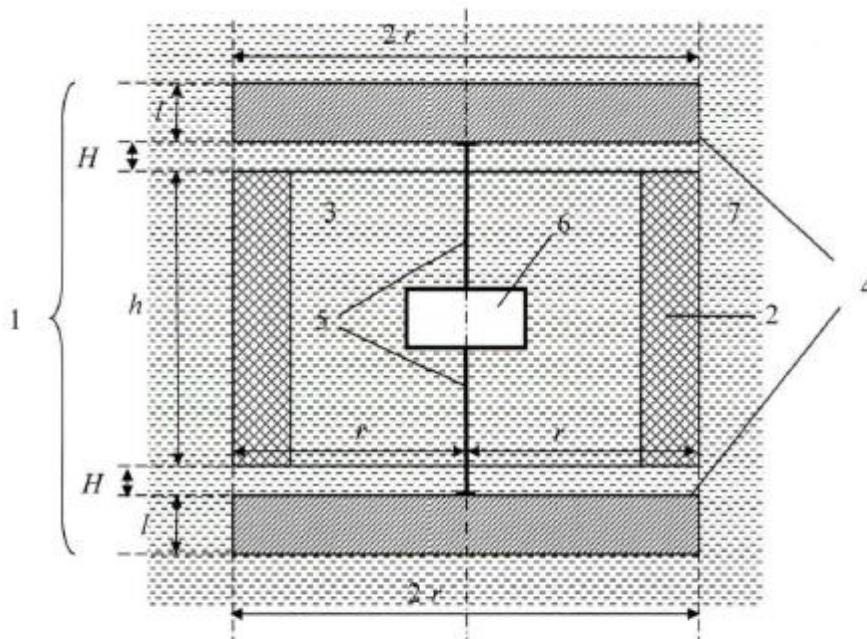


Fig. 1

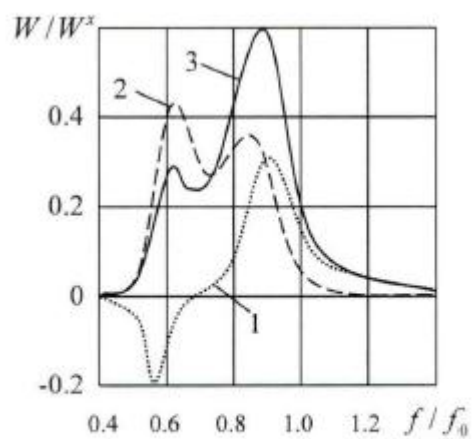


Fig. 2

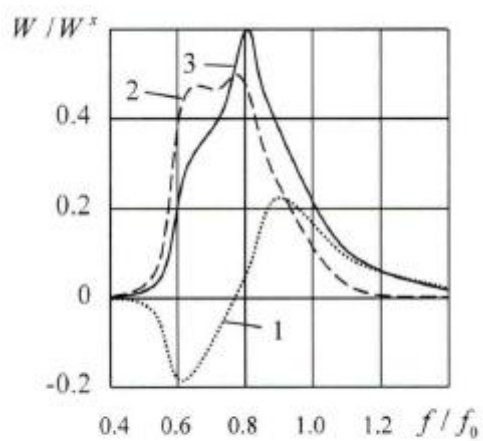


Fig. 3