



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 49556

(13) A

(51) 6 A61B5/12

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ  
ВЛАСНИКА  
ПАТЕНТУ

(54) СПОСІБ ОЦІНКИ КОЛИВАЛЬНОГО СТАНУ МЕХАНІЧНИХ СТРУКТУР ЗАВИТКА ОРГАНА СЛУХУ

1

2

(21) 2001129051

(22) 26 12 2001

(24) 16 09 2002

(46) 16 09 2002, Бюл. № 9, 2002 р.

(72) Заболотний Дмитро Ілліч, Попов Юрій Васи-  
льович(73) ІНСТИТУТ ОТОЛАРИНГОЛОГІЇ ІМ. ПРОФ.  
О.С. КОЛОМІЙЧЕНКА АКАДЕМІЇ МЕДИЧНИХ НА-  
УК УКРАЇНИ

(57) Спосіб оцінки коливального стану механічних

структур завитка органа слуху, що оснований на вимірюванні ширини смуги частот відносно часто-ти акустичного сигналу, на який проводять обсте-ження слуху, шляхом зменшення та збільшення частоти цього сигналу доти, доки не відчувати-меться зміна висоти звуку, подальше порівняння цієї ширини смуги із такою ж частотою при норма-льному слуху, а за різницею в ширині цих двох смуг частот роблять висновок про коливальний стан механічних структур завитка

Винахід відноситься до медицини, зокрема, отології (до аудіометричного обстеження колива-льного стану базиллярної мембрани (БМ) та мем-брани вікна завитки (МВЗ) в завитці органа слуху людини).

Нині не існують способи визначення колива-льного стану БМ та МВЗ, тобто пропонований спо-сіб є піонерним.

Акустичний сигнал (АС) поступає в завитку че-рез елементи "повітряної провідності" (зовнішнє вухо-барабанна перетинка-кісточка середнього вуха-стремено) або через кісткові структури голо-ви ("кісткова провідність АС") безпосередньо на перилімфу завитки [1, 5]. При надходженні АС в завитку він через перилімфу передається на БМ, змушуючи коливатись ті її ділянки, резонансні час-тоти яких дорівнюють АС [4, 5]. В зв'язку із тим, що перилімфа як рідина є нестискуваною, зміни об'єму перилімфи при коливанні БМ компенсують-ся коливанням МВЗ. Легкість коливань обох мем-бран, а значить і амплітуда їхніх коливань (а, від-повідно, і чутливість органа слуху) залежать від коливального стану (точніше, "добротності") БМ чи ланки БМ, яка коливається ("добротність") - це без-розмірна величина, яка характеризує втрати енер-гії в коливальному елементі на коливання, тобто втрати на знакозмінний перегин коливальної лан-ки, на тертя в підвісці елемента, тощо [2].

В свою чергу, коливальний стан БМ та МВЗ залежить від механічного стану їхньої тканини, і перш за все від їхнього набряку та склерозування. Набряк може з'явитись, наприклад, внаслідок дії запальних процесів в середньому вусі, слуховій

трубі або завитці (середній отит, кохлеїт, евстахі-їт), асклерозування - внаслідок відкладання різно-го роду солей в цих мембранах, що зменшує їхню гнучкість та пружність (наприклад, при пресбіакузі-сі [3]). Зменшення пружності (чи еластичності) БМ та МВЗ приводить до зменшення амплітуди їхніх коливань (в порівнянні із нормальним, "здоровим" станом слуху, без патологічних змін), а також до розширення меж коливальної ділянки на БМ, тоб-то до збільшення довжини коливальної ділянки БМ, яка знаходиться в резонансі. Це означає та-кож, що при цьому зменшиться рівень гучності, який відчуватиметься при даній інтенсивності АС а порівнянні із тією гучністю, яка була б при здоро-вих нормальних БМ та МВЗ.

Для кращого розуміння розглянемо приклад. Нехай при подачі АС із частотою  $f$  і інтенсивністю  $I$  над порогом слуху амплітуда коливань ділянки БМ, яка буде коливатись в резонансі із АС, буде мати величину "а" (фіг. див.). При цьому довжина ділянки БМ, яка коливатиметься, нехай буде "б". Згідно із "принципом місця" [8] і внаслідок дії лате-рального гальмування [9], з обох боків від резона-нсу чи місця максимальної амплітуди коливань БМ будуть місця нечутливі до дії інших АС (із іншими частотами), що означає, що людина в певній смузі частот (із центральною частотою, яка дорівнює  $f$ ) не буде відчувати зміну частоти АС в межах  $\Delta f$  вище і нижче від частоти АС [6], при цьому є оче-видним, що ширина цієї смуги залежить від добро-тності (тобто коливального стану) БМ та МВЗ. Чим "гостріша" амплітудно-частотна характеристика

(13) A

(11) 49556

(19) UA

ділянки БМ, яка знаходиться в резонансі із АС) тобто чим більша її добротність чи "здоровість"), тим вузьча смуга частот, яка буде відчуватись людиною як одна частота (тобто із однаковою висотою звуку) і навпаки - чим ширша ділянка БМ, яка знаходиться в резонансі (тобто чим менша добротність цієї ділянки, наприклад, внаслідок набряку чи склерозування), тим ширшою буде смуга частот, яка буде відчуватись людиною як одна частота. Такі смуги частот, виміряні у всьому діапазоні частот слуху від 20Гц до 16кГц при нормальному слухові, наведені у роботі [6], а вимірюючи цю смугу частот при різних патологіях органа слуху можна по відхиленню в ширині цієї смуги частот від "нормально" точніше діагностувати стан БМ та МВЗ (або чи поширились патологічні процеси на БМ та МВЗ). Наприклад, на частоті 1000Гц при інтенсивності АС 50дБ над порогом слуху здорова людина не відчуває зміну частоти в межах від 996 до 1004Гц (тобто смуга частот "нечутливості" становить 8Гц), при гострому середньому отиті ця смуга частот може становити 14Гц (при такій же інтенсивності АС). Це означатиме, що запальні процеси поширились на БМ та МВЗ і вони є набряклими.

Нині не існують близькі по суті способи оцінки коливального стану механічних структур завитки (БМ та МВЗ). Стан цих мембран взагалі не оцінюється отоларингологами.

Винахід направлено на створення такого способу оцінки коливального стану механічних структур завитки, який би дав можливість оцінити стан БМ та МВЗ на наявність в них патологічних змін, зокрема набряку, склерозування чи наслідків акустичної травми.

Завдання винаходу полягає в тому щоб підвищити діагностичну цінність аудіометричного обстеження, а також збільшити його ефективність при виявленні різної патології органа слуху.

Вирішення поставленого завдання досягається тим, що згідно із винаходом проводиться спосіб оцінки коливального стану механічних структур завитки органа слуху на основі вимірювання ширини смуги частот відносно частоти акустичного сигналу, на якій проводиться обстеження слуху (шляхом зменшення та збільшення частоти цього сигналу доки не відчуватиметься зміна висоти звуку), подальшого порівняння цієї ширини смуги частот із такою ж при нормальному слухові, а по різниці цих двох смуг частот роблять висновок про коливальний стан механічних структур завитки.

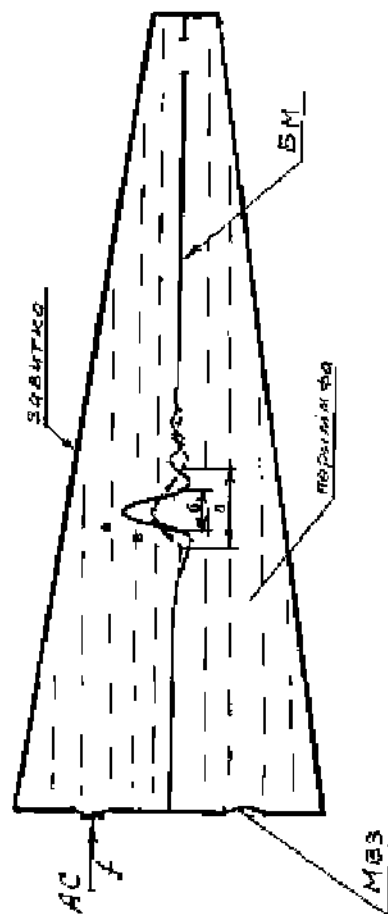
Відмінними ознаками способу, що пропонується, є те, що досягається можливість більш раннього визначення патологічних змін в органі слуху та своєчасного встановлення діагнозу.

Спосіб здійснюють таким чином при аудіометричному обстеженні пацієнта виставляється, наприклад, частота акустичного сигналу, який подається, 4000Гц при інтенсивності 50дБ (над порогом слуху). При нормальному ("здоровому") органі слуху на цій частоті і при такій інтенсивності не відчувається зміна частоти в межах 14Гц [8]. В даному випадку, шляхом зменшення та збільшення частоти АС відносно 4000Гц визначили, що даний пацієнт не відчуває зміну висоти звуку в межах 30Гц. Враховуючи результати попереднього обстеження пацієнта лікарем-отоларингологом, який визначив, що у пацієнта є ознаки запалення (наприклад) слухової труби, можна впевнено стверджувати, що запальний процес розповсюдився і на мембрану вікна завитки і, дуже можливо, на базиллярну мембрану в її базальній частині (більш точно можна буде стверджувати після набрання достатньої кількості результатів обстежень, щоб можна було робити статистично обґрунтовані висновки).

\*Схематичне зображення завитки (в розгорнутому вигляді) при подачі на неї акустичного сигналу (АС), "а" - амплітуда коливань БМ в нормальній завитці ("б" - ширина ділянки БМ при коливанні), "в" - амплітуда коливань БМ при її, наприклад, набряку ("с" - ширина ділянки БМ при коливанні), (див. фіг.)

#### ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Гельфанд С. Слух. Пер. с нем. - М. Мир, 1986, - 352 с.
- 2 Ден-Гартог П. Механические колебания. - М. Физматгиз, 1960 - 587 с.
- 3 Олисов К.С., Лопотко А.И., Малхазова И.Л. Современные представления о патогенезе возрастной тугоухости // Вест. Оторинолар. - 1976 - 5 - С 33 - 37.
- 4 Попов Ю. Гідромеханічна модель завитки із суцільною основною мембраною // Журн. вушн., нос., горл. хвор. - 1996 - 2 - С 38 - 45.
- 5 Попов Ю. Гідромеханічне та електричне моделювання завитки органа слуху // Допов. НАН України. - 2001 - 5 - С 178 - 180.
- 6 Цвикер Э., Фельдкеллер Р. Ухо как приемник информации. Пер. с нем. - М. Связь - 1971 - 256 с.
- 7 Щупляков Д.С. Колебательные свойства структур улитки внутреннего уха // Анализ сигналов на периферии слуховой системы. - Л. Наука - 1981 - С 5 - 35.
- 8 Helmholtz H.L.F. Die lehre von den tonempfindungen als physiologische grundlage fur die theorie der music-Braunschweig, 1983 - 38 z.
- 9 Licklider J.C.R. Duplex theory of hearing // Experientia - 1951 - 41 - P 128 - 136.



Фіг.

---

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)  
 вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна  
 (044) 456 – 20 – 90

---

ТОВ "Міжнародний науковий компет"  
 вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна  
 (044) 216 – 32 – 71