



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **117868** (13) **C2**
(51) МПК

A61B 5/08 (2006.01)

A61B 5/085 (2006.01)

A61B 5/087 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки: **а 2016 13354**

(22) Дата подання заявки: **30.01.2017**

(24) Дата, з якої є чинними
права на винахід: **10.10.2018**

(41) Публікація відомостей
про заявку: **12.06.2017, Бюл.№ 11**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.10.2018, Бюл.№ 19**

(72) Винахідник(и):

**Аврунін Олег Григорович (UA),
Носова Яна Віталіївна (UA),
Кононенко Тетяна Сергіївна (UA),
Журавльов Анатолій Семенович (UA),
Шушляпіна Наталія Олегівна (UA),
Калашник Юлія Михайлівна (UA)**

(73) Власник(и):

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ,
пр. Науки, 14, м. Харків, 61166 (UA),
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,
пр. Науки, 4, м. Харків, 61022 (UA)**

(56) Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:

UA 92395 C2, 25.10.2010

UA 95018 C2, 25.06.2011

UA 91762 C2, 25.08.2010

UA 107854 C2, 25.02.2015

UA 94853 C2, 10.06.2011

UA 94357 C2, 26.04.2011

Аврунін, О. Г. Повышения достоверности
риноманометрической диагностики путем
учета статистических характеристик
измеряемых сигналов / О. Г. Аврунін //
Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн.
сб. – Харьков, 2013. – Вып. 174. – С. 73 – 80
Нечипоренко А. С. Технические аспекты
риноманометрии / А. С. Нечипоренко //
Восточно-Европейский журнал передовых
технологий. – 2013. - Том 4. – №. 9 (64). – С.
11-14

DE 3641585 C1, 28.04.1988

(54) СПОСІБ ДІАГНОСТИКИ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОРУШЕНЬ НОСОВОГО ДИХАННЯ

(57) Реферат:

Винахід належить до способу діагностики функціональних порушень носового дихання, що включає процедури динамічної риноманометрії при форсованому диханні, попередньої обробки та аналізу риноманометричних даних, причому до процедури аналізу риноманометричних даних вводять визначення граничного значення витрати повітря Q_T при переході до квадратичного режиму аеродинамічного носового опору, визначення коефіцієнта основного режиму течії повітря в носовій порожнині за формулою

UA 117868 C2

$$k_T = \left(1 - \frac{Q_{\max} - Q_T}{Q_{\max}} \right) \cdot 100\%,$$

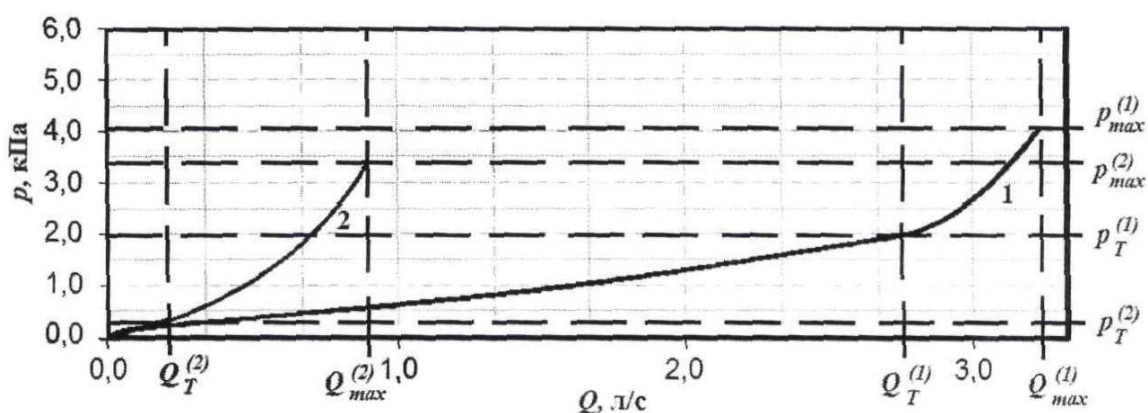
де $Q_{\max}$ - максимальна витрата повітря, Q_T - гранична витрата повітря при переході до квадратичного режиму течії,

та додатково проводять інспіраторну спірометрію при форсованому ротівому диханні для визначення витрати повітря при ротівому диханні $Q_{m \max}$ та визначають коефіцієнт ефективності носового дихання за формулою

$$k_E = (Q_{\max} / Q_{m \max}) \cdot 100\%,$$

де $Q_{\max}$ - максимальна витрата повітря при форсованому диханні носом, $Q_{m \max}$ - максимальна витрата повітря при форсованому диханні ротом,

та формують діагностичні висновки за критеріями енергетичної ефективності носового дихання, де відповідно при $k_T < 30\%$ ефективність низька, при $30\% \leq k_T \leq 60\%$ - середня, при $k_T > 70\%$ - енергетична ефективність носового дихання висока, та пропускної здатності носової порожнини, де при $k_E < 40\%$ - пропускна здатність знижена, в діапазоні $40\% \leq k_E \leq 60\%$ - знаходиться у нормі, а при $k_E > 60\%$ пропускна здатність носової порожнини підвищена.



Винахід належить до області медицини, а власне до оториноларинголог, і може бути використаний при діагностиці захворювань верхніх дихальних шляхів.

Відомий спосіб планування оперативних втручань при лікуванні порушень повітряної провідності верхніх дихальних шляхів (див. Пат. України № 92395 МПК(2009) А61В 5/087, опубл. 26.10.2010, Бюл. №20, 2010), який складається з проведення ринометричних досліджень, виконання ендоскопічного обстеження порожнини носа, проведення функціональних досліджень верхніх дихальних шляхів, виконання інтроскопічного обстеження стану носових пазух, проведення процедури формування просторової сегментованої лофтингової моделі повітряних шляхів носової порожнини, побудови аеродинамічної моделі верхніх дихальних шляхів для визначення витрати повітря, віртуального моделювання корекції форми анатомічних структур шляхом зміщення кісткових утворень та скорочення об'єму слизової оболонки на просторовій сегментованій лофтинговій моделі повітряних шляхів носової порожнини для зменшення локальних аеродинамічних опорів носових ходів, визначення основних аеродинамічних показників носового дихання та прогнозування результатів оперативного втручання щодо покращення повітряної провідності носових ходів за формулами $K_0 = Q_2/Q_1 \cdot 100\%$ та $K_R = R_1/R_2 \cdot 100\%$, які характеризують процентні співвідношення між існуючими Q_1, R_1 та прогнозованими Q_2, R_2 параметрами витрати повітря та аеродинамічного опору верхніх дихальних шляхів відповідно.

Однак у даному способі не визначається граничні значення витрати повітря та перепаду тиску при переході до квадратичного режиму аеродинамічного носового опору, що зменшує ефективність функціональної діагностики порушень носового дихання, особливо при форсованому диханні.

Найбільш близьким за сукупністю ознак є спосіб об'єктивного визначення функції носового клапана (див. Пат. України № 95018 МПК(2009) А61В 5/08, опубл. 25.06.2011, Бюл. №12, 2011), що включає процедури зміщення м'яких тканин щоби у бік від серединної лінії при спокійному диханні, опитування пацієнта щодо покращення дихання через досліджувану половину носа, інтерпретації результатів дослідження, процедури динамічної риноманометрії при форсованому диханні, попередньої обробки та аналізу риноманометричних даних, визначення кількісних показників та критеріїв функціонування носового клапана.

Однак у даному способі теж не визначаються граничні значення витрати повітря та відповідного перепаду тиску при переході до квадратичного режиму аеродинамічного носового опору, а також коефіцієнт ефективності носового дихання, що зменшує достовірність функціональної діагностики порушень носового дихання, особливо в форсованому режимі, та не дозволяє враховувати індивідуальну фізіологічну варіабельність дихальних шляхів.

В основу винаходу поставлена задача створення такого способу діагностики функціональних порушень носового дихання, який дозволяв би, за рахунок введення у процедуру аналізу риноманометричних даних визначення граничних значень витрати повітря та відповідного перепаду тиску при переході до квадратичного режиму аеродинамічного носового опору, а також визначення коефіцієнтів основного режиму течії повітря та пропускної здатності носової порожнини з відповідними критеріями норми та порушень, підвищити достовірність функціональної діагностики порушень носового дихання, особливо в форсованому режимі, та враховувати індивідуальну фізіологічну варіабельність дихальних шляхів.

Такий технічний результат може бути досягнутий, якщо в спосіб діагностики функціональних порушень носового дихання, що включає процедури динамічної риноманометрії при форсованому диханні, попередньої обробки та аналізу риноманометричних даних, згідно з винаходом, до процедури аналізу риноманометричних даних вводяться визначення граничного значення витрати Q_T повітря при переході до квадратичного режиму аеродинамічного носового опору, визначення відповідного значення перепаду тиску p_r на носовій порожнині та відповідного граничного значення коефіцієнта аеродинамічного носового опору за формулою $A_r = p_r / Q_r$, визначення коефіцієнта основного режиму течії повітря в носовій порожнині за формулою

$$K_T = \left(1 - \frac{Q_{\max} - Q_T}{Q_{\max}} \right) \cdot 100\%,$$

де $Q_{\max}$ - максимальна витрата повітря;

Q_T - гранична витрата повітря при переході до квадратичного режиму течії; проведення інспіраторної спірометрії при форсованому ротовому диханні для визначення витрати $Q_{\max}$.

повітря при ротовому диханні та визначення коефіцієнта ефективності носового дихання за формулою

$$k_E = (Q_{\max} / Q_{m \cdot \max}) \cdot 100 \%,$$

5

де $Q_{\max}$ - максимальна витрата повітря при форсованому диханні носом, $Q_{m \cdot \max}$ - максимальна витрата повітря при форсованому диханні ротом, формування діагностичних висновків за критеріями енергетичної ефективності носового дихання, де при $k_T < 30 \%$ низька, $30 \% \leq k_T \leq 60 \%$ - середня, $k_T > 70 \%$ - висока енергетична ефективність носового дихання відповідно, та пропускної здатності носової порожнини, де в нормі k_E знаходиться в діапазоні $40 \% \leq k_E \leq 60 \%$, а при $k_E < 40 \%$ - знижена, та при $k_E > 60 \%$ підвищена пропускна здатність носової порожнини.

10

Таким чином, за рахунок застосування в способі діагностики функціональних порушень носового дихання визначення граничних значень витрати повітря та відповідного перепаду тиску при переході до квадратичного режиму аеродинамічного носового опору, а також визначення коефіцієнтів основного режиму течії повітря та пропускної здатності носової порожнини з відповідними критеріями норми та порушень, досягається можливість підвищити достовірність функціональної діагностики порушень носового дихання, особливо в форсованому режимі, та враховувати індивідуальну фізіологічну варіабельність дихальних шляхів.

15

20

На кресленні представлено залежності перепадів тиску від витрат повітря в нормі (1) та при порушенні (2) носового дихання.

Спосіб, що пропонується, може бути реалізований так: виконується процедура динамічної задньої активної риноманометрії при форсованому диханні за допомогою пристрою для тестування носового дихання (Пат. № 91762 Україна, МПК А61В 5/08) або його аналога, для отримання циклограм дихання та виявлення залежності перепаду тиску $\Delta p \approx p$ на носовій порожнині від витрати Q повітря при форсованому вдиханні, що характеризує коефіцієнт A аеродинамічного носового опору, який визначається за формулою

25

30

$$A = p/Q.$$

Значення цього показника свідчить про величину порушення носового дихання, причому умовна норма не перевищує $1,5 \text{ Па} \cdot \text{с/л}$. Для графіків на кресленні умовній нормі (1) відповідає значення $A \approx 1,3$, а суттєвому порушенню (2) носового дихання $A \approx 4,2$.

35

Після попередньої обробки отриманих даних, що містить низькочастотну фільтрацію для усунення високочастотних завад, виконують аналіз риноманометричних даних для виявлення максимальних значень перепаду тиску $p_{\max}$ та витрати $Q_{\max}$ повітря. Ілюстрацію цих значень $p_{\max}^{(1)}$, $Q_{\max}^{(1)}$ для норми (1) та при порушенні $p_{\max}^{(2)}$, $Q_{\max}^{(2)}$ носового дихання (2) наведено на кресленні. Далі виконують розрахунок коефіцієнта $A_{\max}$ максимального аеродинамічного носового опору за формулою

40

$$A_{\max} = p_{\max} / Q_{\max} \dots$$

Далі виконується аналіз виду залежності перепаду тиску p на носовій порожнині від витрати Q повітря при форсованому вдиханні. Шляхом чисельного диференціювання dp/dQ , можливо визначити граничне значення (при якому відмічається початок лінійного зростання похідної dp/dQ) витрати Q_T повітря при переході до квадратичного режиму аеродинамічного носового опору та визначити відповідне значення перепаду тиску p_T на носовій порожнині. Ілюстрацію цих значень $p_T^{(1)}$, $Q_T^{(1)}$ для норми (1) та при порушенні $p_T^{(2)}$, $Q_T^{(2)}$ носового дихання (2) наведено на кресленні. Відповідне граничне значення коефіцієнта аеродинамічного носового опору, яке свідчить про верхню границю фізіологічного режиму дихання, розраховується за формулою

45

50

$$A_T = p_T / Q_T.$$

Далі виконується визначення коефіцієнта основного режиму течії повітря в носовій порожнині за формулою

55

$$k_T = \left(1 - \frac{Q_{\max} - Q_T}{Q_{\max}} \right) \cdot 100\%,$$

де $Q_{\max}$ - максимальна витрата повітря;

Q_T - гранична витрата повітря при переході до квадратичного режиму течії повітря.

Цей коефіцієнт показує співвідношення між витратою повітря в доквадратичній області течії повітря та максимальної (загальної) витрати повітря при форсованому носовому диханні.

Потім виконують інспіраторну спірометрію при форсованому ротовому диханні для визначення витрати $Q_{m \max}$ повітря при ротовому диханні та визначення коефіцієнта ефективності носового дихання за формулою

$$k_E = (Q_{\max} / Q_{m \max}) \cdot 100 \%,$$

де $Q_{\max}$ - максимальна витрата повітря при форсованому диханні носом,

$Q_{m \max}$ - максимальна витрата повітря при форсованому диханні ротом.

На заключному етапі виконується формування діагностичних висновків за критерієм енергетичної ефективності носового дихання. При цьому з урахуванням визначення пневматичної потужності носового дихання слід вважати, що по значеннях коефіцієнта k_T основного режиму течії повітря в носовій порожнині можна зробити висновки, що при $k_T < 30 \%$ досягається низька, в діапазоні $30 \% \leq k_T \leq 60 \%$ - середня, при $k_T > 70 \%$ - висока енергетична ефективність носового дихання відповідно.

Ці значення свідчать, що в квадратичному режимі течії повітря підвищення перепаду тиску не веде прямо пропорційному підвищенню витрати повітря при диханні, що потрібно враховувати при фізичних завантаженнях та форсованому диханні.

Також за значенням коефіцієнта k_E ефективності носового дихання визначають фізіологічність носового дихання за критерієм пропускної здатності носової порожнини. При цьому в нормі k_E знаходиться в діапазоні $40 \% \leq k_E \leq 60 \%$, а при $k_E < 40 \%$ - знижена, що свідчить про порушення носового дихання, та при $k_E > 60 \%$ - підвищена пропускна здатність носової порожнини, що може бути обумовлено, наприклад, наслідками конхотомії. Цей критерій дозволяє не прив'язуватися до вікових та тендерних достатньо умовних норм пропускної здатності та аеродинамічного опору носової порожнини, а враховувати індивідуальну фізіологічну варіабельність дихальних шляхів.

Запропонований спосіб може бути автоматизований за допомогою розробленого програмного забезпечення. Приведений спосіб пройшов позитивні клінічні випробування на 110 пацієнтах в оториноларингологічному відділенні КЗ ЦЕМД та МК "Харківська обласна клінічна лікарня" і дозволяє, за рахунок визначення коефіцієнтів основного режиму течії повітря та пропускної здатності носової порожнини з відповідними критеріями, підвищити достовірність функціональної діагностики порушень носового дихання, особливо в форсованому режимі, та враховувати індивідуальну фізіологічну варіабельність та пропускну спроможність дихальних шляхів.

40 ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб діагностики функціональних порушень носового дихання, що включає процедури динамічної риноманометрії при форсованому диханні, попередньої обробки та аналізу риноманометричних даних, який **відрізняється** тим, що до процедури аналізу риноманометричних даних вводять визначення граничного значення витрати повітря Q_T при переході до квадратичного режиму аеродинамічного носового опору, визначення коефіцієнта основного режиму течії повітря в носовій порожнині за формулою

$$k_T = \left(1 - \frac{Q_{\max} - Q_T}{Q_{\max}} \right) \cdot 100 \%,$$

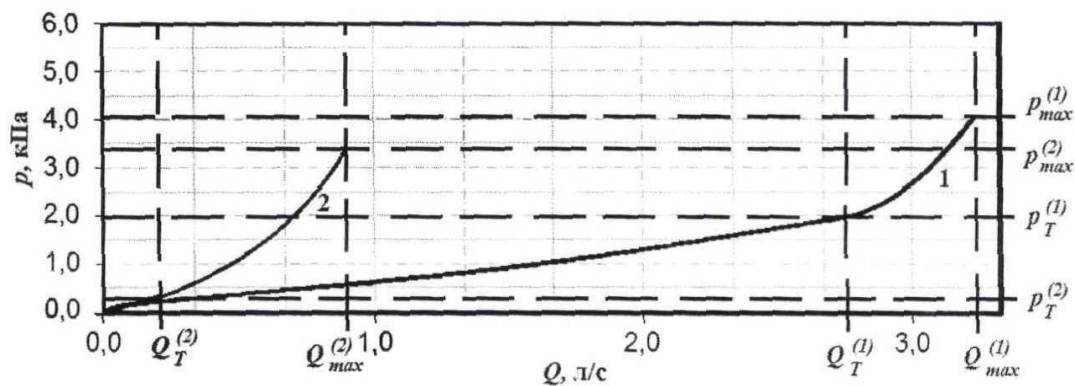
де $Q_{\max}$ - максимальна витрата повітря, Q_T - гранична витрата повітря при переході до квадратичного режиму течії,

та додатково проводять інспіраторну спірометрію при форсованому ротовому диханні для визначення витрати повітря при ротовому диханні $Q_{m \max}$ та визначають коефіцієнт ефективності носового дихання за формулою

$$k_E = (Q_{\max} / Q_{m \max}) \cdot 100 \%,$$

де $Q_{\max}$ - максимальна витрата повітря при форсованому диханні носом, $Q_{m \max}$ - максимальна витрата повітря при форсованому диханні ротом,

- та формують діагностичні висновки за критеріями енергетичної ефективності носового дихання, де відповідно при $k_T < 30\%$ ефективність низька, при $30\% \leq k_T \leq 60\%$ - середня, при $k_T > 70\%$ - енергетична ефективність носового дихання висока, та пропускної здатності носової порожнини, де при $k_E < 40\%$ - пропускна здатність знижена, в діапазоні $40\% \leq k_E \leq 60\%$ - знаходиться у нормі, а при $k_E > 60\%$ пропускна здатність носової порожнини підвищена.
- 5



Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601