

Міністерство освіти і науки України

Державний вищий навчальний заклад
«Приазовський державний технічний університет»
(ДВНЗ «ПДТУ»)

НАУКА ТА ВИРОБНИЦТВО

Міжвузівський тематичний збірник наукових праць

Маріуполь – Краматорськ – Харків – Запоріжжя –
Київ – Дніпро

Випуск 19

Маріуполь

2018

УДК 001:65

Наука та виробництво: міжвуз. темат. зб. наук. пр. Вип. 19 / ДВНЗ «ПДТУ». – Маріуполь, ПДТУ, 2018. – 340 с.

У цьому випуску збірника вміщено статті, присвячені теоретичним і експериментальним дослідженням проблем міцності металургійних та будівельних машин, виконаним науковими працівниками й аспірантами провідних технічних вузів і НДІ СНД. Збірник буде корисним для студентів і аспірантів металургійних і машинобудівних вишів, співробітників науково-дослідних інститутів і металургійних заводів. Статті друкуються мовою оригіналу.

Редакційна колегія

Іноземні члени редколегії

Fathy Osman Toughan – professor of steelmaking, Tabbin Institute for Metallurgical Studies, Cairo, Egypt

Patkó Gyula – professor, PhD, habilitált doktor, Hungary

Члени редколегії з інших міст

Шайко-Шайковський Олександр Геннадійович – професор, доктор технічних наук, кафедра професійної та технологічної освіти і загальної фізики, Інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук, м. Чернівці

Засельський Володимир Йосипович – професор, доктор технічних наук, завідувач кафедри металургійного обладнання, КМІ НМетАУ, м. Кривий Ріг

Білодіденко Сергій Валентинович – професор, доктор технічних наук, завідувач кафедрою машин і агрегатів металургійного виробництва, НМетАУ, м. Дніпро

Члени редколегії з ДВНЗ «ПДТУ»

Волошин В'ячеслав Степанович – професор, доктор технічних наук

Анділахай Олександр Олександрович – професор, доктор технічних наук

Єфременко Василь Георгійович – професор, доктор технічних наук

Жежеленко Ігор Володимирович – професор, доктор технічних наук

Іщенко Анатолій Олексійович – професор, доктор технічних наук

Кухар Володимир Валентинович – професор, доктор технічних наук

Роянов В'ячеслав Олександрович – професор, доктор технічних наук

Чигарьов Валерій Васильович – професор, доктор технічних наук

Суглобов Володимир Васильович – професор, доктор технічних наук

Чейлях Олександр Петрович – професор, доктор технічних наук

Губенко Володимир Костянтинівич – професор, доктор технічних наук

Головний редактор: **Волошин В. С.**

Заступник головного редактора: **Анділахай О. О.**

Відповідальний секретар редакції: **Рассохін Д. О.**

Коректор: **Сорочан О. М.**

Адреса редакції збірника: 87500, Україна, м. Маріуполь, вул. Університетська, 7, ДВНЗ «ПДТУ», каф. «Будівництва, технічної експлуатації і реконструкції». Тел. (0629) 44-66-23, 44-66-73. E-mail: Radullik@gmail.com. +38(096)122-22-74.

Перереєстрований Державною реєстраційною службою України 26.12.2016. Свідоцтво про державну реєстрацію – серія КВ № 22493-12393ПР. Збірник входить до Переліку наукових фахових видань України, в якому можуть публікуватися основні результати дисертаційних робіт (Наказ 04.04.2018 № 326). Друкується згідно рішення Ученої Ради ДВНЗ «ПДТУ» (**протокол № 11 від 26.04.2018** р.). Видається 2 рази на рік.

© Приазовський державний технічний університет (ПДТУ), 2018

УДК 615.47

Аврунин О. Г., Носова Я. В., Сорочан Е. Н.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ИСПАРЕНИЯ ОДОРИВЕКТОРА ВО ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОЛЬФАКТОМЕТРИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Аннотация. Произведены расчеты интенсивности испарения одоривекторов в зависимости от площади воздушных отверстий в одоривекторной насадке на риноманометр типа ТНДА-ПРХ. Построены графики зависимости интенсивности испарения пахучих веществ от площади воздушных отверстий одоривекторной насадки. Определено, что наибольшая интенсивность испарения для всех одоривекторов соответствует наименьшей площади воздушных отверстий одоривекторной насадки ($S=400 \text{ мм}^2$) и наибольшему расходу воздуха ($q=2 \text{ л/с}$).

Ключевые слова: одоривектор, ольфактометрия, испарение

Постановка проблемы. Исследование обонятельного анализатора не только позволяет выявлять на ранних стадиях различные заболевания, но является инструментом для оценки эффективности ринохирургического вмешательства, также полноценное восприятие запахов влияет на качество жизни человека. Актуальными являются задачи связанные с прогнозированием и оценкой функциональных результатов эндоназального оперативного вмешательства, которыми в случае респираторно-обонятельных нарушений, является условие прохождения воздуха через верхний носовой ход и восстановление обонятельной чувствительности [1].

Анализ последних исследований и публикаций. Для диагностики нарушений функции обонятельного анализатора в мировой практике используются различные методики. Наиболее популярные: обонятельный идентификационный тест университета Пенсильвании (США), обонятельный тест с использованием аромо-дискет (Швейцария), обонятельный тест Барселоны (Испания), Сниффинг Стикс-тест (США, Германия) [2-5].

Общим недостатком этих методов тестирования обоняния, является то, что часто запахи, используемые для идентификации в одной стране, не знакомы жителям другой страны, а также то, что заключение о состоянии обонятельного анализатора делается на основании субъективных свидетельств обследуемых. Следовательно, результаты тестирования обонятельной функции не могут быть строго формализованными и иметь однозначные параметры. Для повышения объективности исследований обоняния применяют специальное оборудование, с помощью которого пытаются минимизировать искажение данных, например, выветривание одоранта.

Цель исследования. Необходимо предложить способ ольфактометрии, который позволял бы связать параметры дыхания с показателями обонятельной функции для обеспечения повышения объективности ольфактометрических исследований за счет размещения носителя пахучего вещества в воздушном тракте риноманометра, а также процедур определения энергетических характеристик дыхания. Реализация данного способа, в свою очередь, позволит проводить эффективное респираторно-обонятельное тестирование нарушений на доказательном уровне.

Основной материал исследования. Для объективной диагностики нарушений функции обонятельного анализатора на кафедре биомедицинской инженерии Харьковского национального университета радиоэлектроники в рамках сотрудничества с кафедрой оториноларингологии Харьковского национального медицинского университета была разработана конструкция одоривекторной насадки к риноманометру типа ТНДА-ПРХ [5-6].

Опытный образец устройства проходит предварительные клинические испытания в оториноларингологическом отделении Харьковской областной клинической больницы. Внешний вид опытного образца одоривекторной насадки для риноманометра типа ТНДА-ПРХ представлен на рисунке 1.

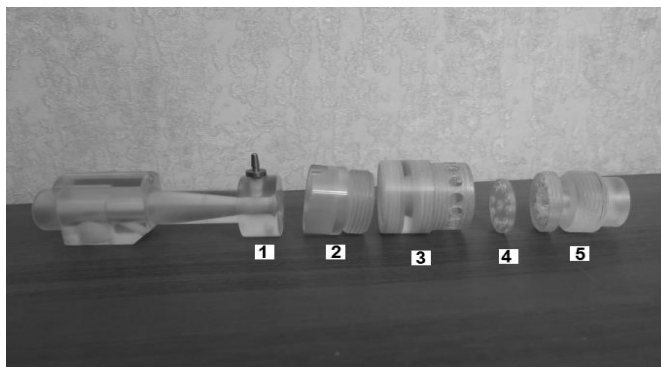


Рисунок 1 – Опытный образец одоривекторной насадки
 1 – сопло Вентури; 2 – цилиндрический переходник;
 3 – цилиндрическая обойма; 4 – шайба; 5 – втулка

Разработанный способ повышения ольфактометрического исследования на первом этапе включает выполнение подготовки к проведению процедуры динамической риноманометрии (rinoflowmetry), при которой измеряются показатели перепада давления Δp на носовой полости и расхода Q воздуха при носовом дыхании. Носитель одоривектора, например, гигроскопическая цилиндрическая кольцевая прокладка, пропитанная раствором специфического обонятельного вещества, размещается в воздушном тракте риноманометра, как правило, на входе датчика измерения расхода воздуха.

При этом величину порога ощущения запахов T_S при воздействии различных одоривекторов можно определять по значениям показателей аэродинамического носового сопротивления R и пневматической мощности дыхания N согласно формулам.

$$T_S = f(R, N),$$

причем

$$R = \frac{\Delta p}{Q}, \quad N = \Delta p \cdot Q,$$

где Q – расход воздуха (л/с), Δp – перепад давления, (Па). При нарушениях обоняния величины порогов ощущения и распознавания увеличиваются и их значения существенно зависят от типа и выбранных концентраций пахучих веществ.

Задавшись концентрациями пахучего вещества, целесообразно оценить ольфакторную чувствительность по энергетическому критерию дыхания при ощущении одоривектора.

Поэтому целесообразно рассчитать скорость испарения одоривекторов во время проведения ольфактометрического исследования. Испарение, обусловленное диффузионными процессами и теплопроводом от окружающей среды, определяется по эмпирическому выражению

$$W = 10^{-6} \eta \sqrt{MP},$$

где η - коэффициент, принимаемый в зависимости от скорости и температуры воздушного потока над поверхностью испарения;

P - давление насыщенного пара при расчетной температуре жидкости;

M - молярная масса паров жидкости, кг/кмоль.

Масса испарившейся жидкости:

$$G_{исп} = W \cdot F_{ж} \cdot \tau_u,$$

где $F_{ж}$ - - площадь поверхности испарения жидкости, м²;

τ_u - время испарения жидкости, с.

Если подставить уравнение (1) в уравнение (2), то количество паров поступивших вследствие испарения пролива можно определить по следующему выражению [10]

$$G_{исп} = 10^{-6} \cdot \eta \cdot P \cdot \sqrt{M} \cdot F_{ж} \cdot \tau_u,$$

В нормативных документах для количественной оценки массы испарившейся жидкости используются различные варианты уравнения (1). Однако для моделирования распространения аварийных выбросов опасных веществ интенсивность испарения определяется по формуле [10]:

$$I = \sqrt{M} \cdot 10^{-6} (5.38 + 4.1U) \cdot P \text{ кг/(м}^2\text{с)}$$

где M – молярная масса вещества г/моль;

P – давление насыщенного пара при данной температуре, кПа.

U – скорость воздуха над поверхностью испарения, м/с.

Давление насыщенного пара P зависит только от природы жидкости и ее температуры.

Для большинства жидкостей давление насыщенного пара при различной температуре известно. Эти данные сведены в справочные таблицы, номограммы. Давление насыщенного пара жидкостей можно рассчитать по формулам.

Давление насыщенных паров определяется тремя способами:

1. По номограмме
2. По справочным таблицам интерполяцией
3. По уравнению Антуана:

$$\lg P = A - \frac{B}{C + t},$$

где t – температура жидкости, °С;

A, B, C – эмпирические коэффициенты, определяемые по табличным данным.

При определении давления насыщенных паров по уравнению Антуана, коэффициенты А, В, С могут приводиться в справочнике в мм. рт. ст. или в кПа. После этого, определяют давление насыщенных паров при заданной температуре.

Таблица 1 – Некоторые константы уравнения Антуана [7]

Вещество	Константы			Температурный интервал значений констант уравнения Антуана, °С
	А	В	С	
Этиловый спирт	7,81158	1918,508	252,125	-94...-12
Уксусная кислота	7,10337	1906,53	255,973	-17 ...118
Аммиак	16,9481	2132,50	-32,98	-31...78

Определяем давление насыщенных паров по уравнению Антуана. Так как одоривектор «настойка валерьяны» на 70 % состоит из спирта, расчеты проведем для этилового спирта.

Исследования проводятся при температуре 20 °С, следовательно, давление насыщенного пара будет равно:

$$P_{\text{этил. спирт}}^{20} = 10^{\left(7,81158 - \frac{1918,508}{252,125 + 20}\right)} = 5,77 \text{ кПа},$$

$$P_{\text{уксус. кислота}}^{20} = 10^{\left(7,10337 - \frac{1906,53}{255,973 + 20}\right)} = 1,57 \text{ кПа}.$$

Молярная масса этилового спирта составляет – 46 г/моль, аммиака – 17,03 г/моль, уксусной кислоты – 60,05 г/моль.

Способ повышения объективности ольфактометрических исследований предполагает расчет энергии дыхания:

$$E = \int_{t_s}^{t_e} N(t) dt ,$$

$$N(t) = \Delta p(t) \cdot q(t)$$

где N - мощность дыхания.

В ходе экспериментальных исследований были выбраны основные объёмные расходы воздуха q при проведении ольфактометрического исследования, а именно $q = 1$ л/с, 2 л/с, 0,5 л/с, 0,3 л/с.

Скорость воздуха над поверхностью испарения можно вычислить исходя из формулы для определения гидравлического объёмного расхода газа[8]:

$$q = v \cdot S ,$$

v - скорость потока, м/с,

S - площадь поперечного сечения, м².

При типичных диаметрах расходомеров Вентури для риноманометрических измерений в пределах от 6 до 9 мм и соответствующем коэффициенте потерь давления в

диапазоне $1,8 \div 0,2$, суммарная площадь входных воздушных отверстий одоривекторной насадки должна составлять не менее $400-600 \text{ мм}^2$, что будет соответствовать на порядок меньшим значениям коэффициента потерь давления. Таким образом, можно рассчитать типичные скорости потока воздуха при проведении ольфактометрического исследования (см. табл. 2).

Таблица 2 – Расчет скоростей потока воздуха

	$S_1=400 \text{ мм}^2$	$S_2=500 \text{ мм}^2$	$S_3=600 \text{ мм}^2$
$v_1, q=1 \text{ л/с}$	2,5	2	1,7
$v_2, q=2 \text{ л/с}$	5	4	3,3
$v_3, q=0,5 \text{ л/с}$	1,25	1	0,83
$v_4, q=0,3 \text{ л/с}$	0,75	0,6	0,5

График зависимости скорости потока воздуха от площади воздушных отверстий одоривекторной насадки представлен на рис. 2.

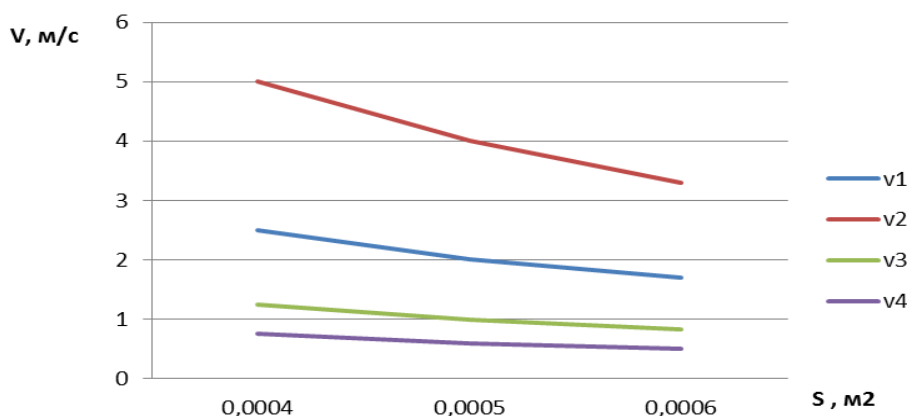


Рисунок 2 – График зависимости скорости потока воздуха от площади воздушных отверстий одоривекторной насадки

Таким образом, интенсивность испарения при рассчитанных скоростях воздушного потока может быть вычислена (см. табл.3-5). Графики зависимости интенсивности испарения одоривекторов от площади воздушных отверстий одоривекторной насадки представлены на рисунках 3-5.

Таблиця 3 – Расчет интенсивности испарения этилового спирта

	$S_1=400 \text{ мм}^2$	$S_2=500 \text{ мм}^2$	$S_3=600 \text{ мм}^2$
$I_1, q=1 \text{ л/с}$	0,000611665	0,001012789	0,000411103
$I_2, q=2 \text{ л/с}$	0,00053144	0,000852339	0,000370991
$I_3, q=0,5 \text{ л/с}$	0,000483305	0,000740025	0,000343714
$I_4, q=0,3 \text{ л/с}$	0,000611665	0,001012789	0,000411103

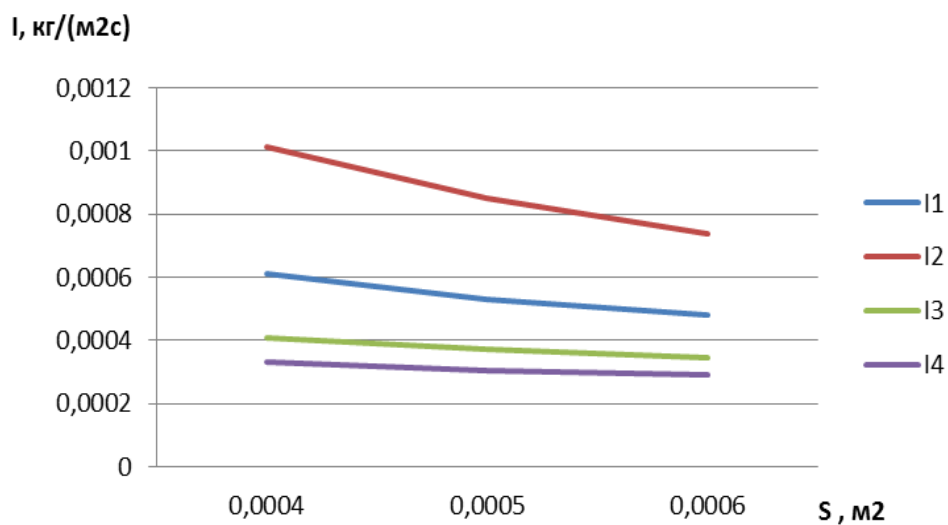


Рисунок 3 – График зависимости интенсивности испарения этилового спирта от площади воздушных отверстий одоривекторной насадки

Таблиця 4 – Расчет интенсивности испарения уксусной кислоты

	$S_1=400 \text{ мм}^2$	$S_2=500 \text{ мм}^2$	$S_3=600 \text{ мм}^2$
$I_1, q=1 \text{ л/с}$	0,000189755	0,000314194	0,000127535
$I_2, q=2 \text{ л/с}$	0,000164867	0,000264418	0,000115091
$I_3, q=0,5 \text{ л/с}$	0,000149934	0,000229575	0,000106629
$I_4, q=0,3 \text{ л/с}$	0,000189755	0,000314194	0,000127535

Біоінженерія

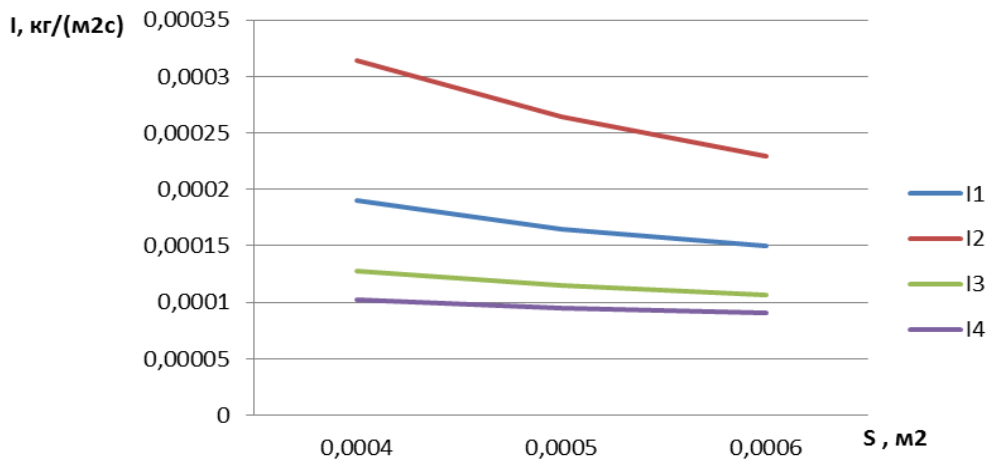


Рисунок 4 – График зависимости интенсивности испарения уксусной кислоты от площади воздушных отверстий одоривекторной насадки

Давление насыщенного пара для аммиака выбираем согласно справочным данным (10 атмосфер), так как константы уравнения Антуана представлены в температурном интервале от -94 до -12 °С, а ольфактометрическое исследование выполняется при 20 °С.

Таблица 5 – Расчет интенсивности испарения аммиака

	$S_1=400 \text{ мм}^2$	$S_2=500 \text{ мм}^2$	$S_3=600 \text{ мм}^2$
$I_1, q=1 \text{ л/с}$	65,86	109,04	44,26
$I_2, q=2 \text{ л/с}$	57,22	91,77	39,94
$I_3, q=0,5 \text{ л/с}$	52,04	79,68	37,01
$I_4, q=0,3 \text{ л/с}$	65,86	109,04	44,26

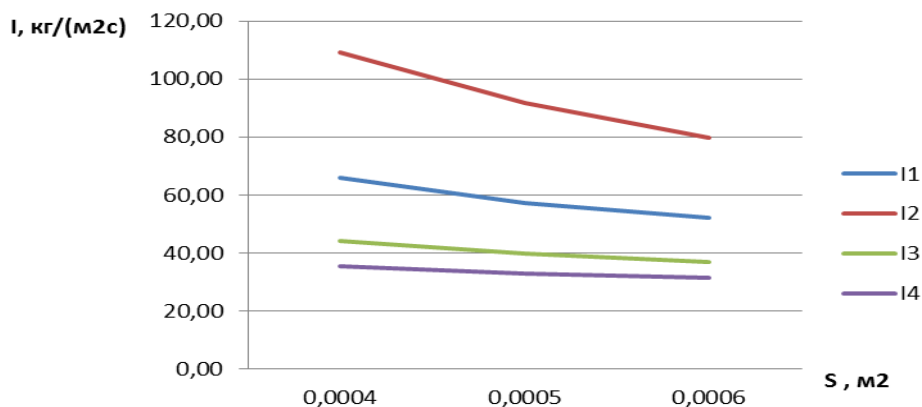


Рисунок 5 – График зависимости интенсивности испарения аммиака от площади воздушных отверстий одоривекторной насадки

ВЫВОДЫ

Таким образом, разработан способ, который за счет размещения носителя пахучего вещества в воздушном тракте риноманометра, а также процедур определения энергетических характеристик дыхания, позволил связать параметры дыхания с показателями обонятельной функции для обеспечения повышения объективности ольфактометрических исследований, что в свою очередь позволит проводить эффективное респираторно-обонятельное тестирование нарушений на доказательном уровне. При объективизации ольфактометрических исследований возможно варьировать такими показателями, как тип и концентрация пахучего вещества, а также пневматическая мощность дыхания и время проявления чувствительности к одоривектору. Это позволяет предложенный метод, учитывающий риноманометрические характеристики дыхания при действии пахучего вещества. Были произведены расчеты интенсивности испарения одоривекторов в зависимости от площади воздушных отверстий в одоривекторной насадке на риноманометр типа ТНДА-ПРХ. Определено, что наибольшая интенсивность испарения для всех одоривекторов соответствует наименьшей площади воздушных отверстий одоривекторной насадки ($S=400 \text{ мм}^2$) и наибольшему расходу воздуха ($q=2 \text{ л/с}$).

Список используемых источников:

1. Method of expression of certain bacterial microflora mucosa olfactory area / *O. G. Avrunin [et al.]* // *Optical Fibers and Their Applications* : proc. SPIE. – 2015. – Vol. 9816. – Mode of access: <http://openarchive.nure.ua/bitstream/document/2442/1/short-1.pdf>
2. Olfactometry diagnostic at the modern stage / *O. Avrunin [et al.]* // *Вісник Нац. техн. ун-ту «Харківський політехн. ін-т»* : зб. наук. праць. – Харків, 2016. – N 12 (1184). – С. 95–100. – (Серія : Нові рішення в сучасних технологіях)
3. Diagnostic tools in Rhinology EAACI position paper / *G. Scadding [et al.]* // *Clinical and Translational Allergy*. – 2011. – 1:2.
4. The use of statistical characteristics of measured signals to increasing the reliability of the rhinomanometric diagnosis / *Ya. Nosova [et al.]* // *Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments* : proc. SPIE : proceedings (Wilga, 28 September 2016 y.). – Wilga, 2016. – Vol. 10031. – P. [1–8].
5. Пат. 110452 Україна, МПК А 61 V 5/08 (2006.01). Пристрій для тестування респираторних порушень нюху / *Фарук Хушам Ісмаїл Саед, Журавльов А. С., Носова Я. В., Шушляпіна Н. О., Аврунін О. Г.* – № а201500603. – заявл. 26.01.2015; опубл. 25.12.2015, Бюл. № 24.
6. Пат. 110453 Україна, МПК А 61 V 5/08 (2006.01). Спосіб підвищення об'єктивності ольфактометричних досліджень / *Аврунін О. Г., Журавльов А. С., Носова Я. В., Фарук Хушам Ісмаїл Саед, Шушляпіна Н. О.* – № а201500604. – заявл. 26.01.2015; опубл. 25.12.2015, Бюл. № 24.
7. *Farouk, H.* Comparison Discriminate Characteristics Between Modern TNDA-PRH Rhinomanometer And Previously Methodology / *H. Farouk, O. Avrunin* // *International Journal of General Engineering and Technology (IJGET)*. – 2013. – Vol. 2, N 2. – P. 39–50.
8. *Старовойтова? Е. В.* Основы прогнозирования последствий аварийных залповых выбросов сжиженных газов: монография / *Е. В. Старовойтова, А. Д. Галеев, С. И. Поникаров*; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2013. – 155 с.

9. Galeev, A. D. Numerical simulation of the formation of a toxic cloud on outpouring ejection of liquefied chlorine to the atmosphere / A. D. Galeev, E. V. Starovoitova, S. I. Ponikarov // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. – 2013. – Vol. 86, N 1. – P. 219–228.
10. Ванчин, А. Г. Простая гидравлическая модель компрессорного цеха магистрального газопровода [Электронный ресурс] / А. Г. Ванчин // Нефтегазовое дело. – 2013. – N 1. – С. 273–280. – Режим доступа: <http://ogbus.ru/article/view/prostayaa-gidravlicheskaya-model-kompressornogo-cexa-magistralnogo-gazoprovoda/23623>
11. Свойства вредных и опасных веществ, Обращающихся в нефтегазовом комплексе : справочник / Г. Ж. Литвинова [et al.]. – Воронеж: Газпроектинжиниринг, 2005. – 358 с.
12. Gordon, A. J. The Chemist's Companion : A Handbook of Practical Data, Techniques, and References / A. J. Gordon, R. A. Ford. – New Yor : Wiley, 1973. – 560 p.
13. The Role of Paranasal Sinuses in the Aerodynamics of the Nasal Cavities / H. F. Ismail [et al.] // International Journal of Life Science and Medical Research. Sept. – 2012. – Vol. 2, N 3. – P. 52–55.

Аврунін О. Г., Носова Я. В., Сорочан О. М.

ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ВИПАРОВУВАННЯ ОДОРИВЕКТОРА ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ОЛЬФАКТOMETРИЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Був запропонований спосіб ольфактометрії, який дозволяє зв'язати параметри дихання з показниками нюхової функції для забезпечення підвищення об'єктивності ольфактометричних досліджень за рахунок розміщення носія пахучого речовини в повітряному тракті рінومانометрія, а також процедур визначення енергетичних характеристик дихання. При об'єктивізації ольфактометричних досліджень, можливо варіювати такими показниками, як тип і концентрація пахучої речовини, а також пневматична потужність дихання і час прояву чутливості до одоривектору. Запропонований метод задовольняє даним вимогам, так як враховує рінومانометричні характеристики дихання при дії пахучої речовини. Беручи до уваги, то що при типових діаметрах витратомірів Вентури для рінومانометричних вимірювань в межах від 6 до 9 мм і відповідному коефіцієнті втрат тиску в діапазоні $1,8 \div 0,2$, сумарна площа вхідних повітряних отворів одоривекторної насадки повинна становити не менше 400-600 мм², були розраховані типові швидкості потоку повітря під час проведення ольфактометричного дослідження. Зроблені розрахунки інтенсивності випаровування одоривекторів в залежності від площі повітряних отворів в одоривекторної насадки на рінومانометрія типу ТНДА-ПРХ. Побудовано графіки залежності інтенсивності випаровування пахучих речовин від площі повітряних отворів одоривекторної насадки. Визначено, що найбільша інтенсивність випаровування для всіх одоривекторів відповідає найменшій площі повітряних отворів одоривекторної насадки ($S = 400 \text{ мм}^2$) і найбільшому витраті повітря ($q = 2 \text{ л / с}$).

Ключові слова: одоривектор, ольфактометрія, випаровування

Avrunin O. G., Nosova YA. V., Sorochan E. N.

DETERMINATION OF THE INTENSITY OF EVAPORATION OF THE ODORIVATOR DURING THE OLFACTOMETRIC EXAMINATION

Abstract. A method of olfactometry was proposed that allows one to connect the parameters of respiration with the parameters of the olfactory function to ensure an increase in the objectivity

of olfactometric studies by placing the carrier of an odorous substance in the airway of a rhinomanometer, as well as procedures for determining the energy characteristics of respiration. With the objectification of olfactometric studies, it is possible to vary such indicators as the type and concentration of an odoriferous substance, as well as the pneumatic power of respiration and the time of manifestation of sensitivity to the odorivector. The proposed method satisfies these requirements, since it takes into account the rhinomanometric characteristics of respiration under the action of an odorous substance. Taking into account that for typical diameters of the Venturi flowmeters for rhinomanometric measurements in the range from 6 to 9 mm and corresponding to the pressure loss coefficient in the range $1.8 \div 0.2$, the total area of the inlet air holes of the odorivector nozzle should be at least 400-600 mm², typical airflow velocities were calculated during the olfactometric study. Calculations of the intensity of evaporation of odorivectors as a function of the area of air openings in a odorivector nozzle on a rhinomanometer of the TNDA-PRH type were made. The graphs of the dependence of the intensity of evaporation of odoriferous substances on the area of the air holes of the odorivector nozzle are determined. It is determined that the greatest intensity of evaporation for all odorivectors corresponds to the smallest area of the air holes of the odorivector attachment ($S = 400 \text{ mm}^2$) and the greatest air flow ($q = 2 \text{ l/s}$).

Key words: *odorector, olfakometry, evaporation*

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Суглобов В. В.

Статья поступила 1.09.2016 р.

УДК 611.846.1

Скляр О. И., Сорочан Е. Н.

УСТРОЙСТВО ТРЕНИРОВКИ ГЛАЗОДВИГАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ ГЛАЗ

Разработано устройство, позволяющее тренировать различные группы мышц глаз. Устройство реализуется на базе использования безусловного рефлекса глаза отслеживать светлый объект на темном фоне. Устройство реализует эффект «бегущей» точки. Светящаяся точка формируется последовательным включением одного светодиода в линейке.

Ключевые слова: *глаз, мышца, светодиод, точка «бегущая»*

Постановка проблемы. Широкое использование в повседневное жизни огромного количества различных электронных приборов, которые имеют встроенные дисплеи, приводит к тому, что глаза, постоянно смотрящие только в одном направлении, приобретают устойчивое напряжение прямых мышц и ослабление косых мышц. Этот эффект ведет к значительной усталости глаз и провоцируют развитие различных офтальмологических заболеваний. Различные офтальмологические проблемы, связанные с рассогласованной работой различных групп глазных мышц известны давно, задолго до появления электронных устройств, и поэтому соответственно были известны различные профилактические методы тренировки таких мышц. Наиболее известным является методом Вильяма Бейтса (1860-1930) [1]. Суть которого состоит в необходимости производить движение глазами в различных направлениях. Такая «гимнастики для глаз» дает очень хорошие результаты. Единственный ее недостаток в том, что человек очень быстро устает и бросает ее выполнять, т.к. это требует определенных усилий воли. Другое дело, если имеется некоторый прибор, который использует безусловный рефлекс глаза, например, видеть светлое пятно на темном фоне к тому же, если это пятно перемещается, то направление взора тоже изменяется. В таком