

The purpose of this work was to design a mathematical model of the bearing horizontal stream flowing in the channels of the hydraulic horizontal classifier at the separation, sedimentation and outflow stages.

The created mathematical model allows to specify values for the stream speeds and accelerations at specific stages of the process and to ground rational parameters for the device used for the gravity processing of the granular materials.

Key words: gravity separation, horizontal classifier, mathematical modeling, flow of liquid.

Статья поступила в редакцию 20.02.2014

Рекомендовано к печати д-ром техн. наук В.П. Надутым

УДК 614.894.28.001.5

Т.І. Долгова, д-р техн. наук, професор,
С.І. Чеберячко, канд. техн. наук, доцент,
Д.І. Радчук, канд. техн. наук, доцент
(ДВНЗ «НГУ»)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ КЛАПАНІВ ВИДИХУ ФІЛЬТРУВАЛЬНИХ ПІВМАСОК

Т.И. Долгова, д-р техн. наук, профессор,
С.И. Чеберячко, канд. техн. наук, доцент,
Д.И. Радчук, канд. техн. наук, доцент
(ГБУЗ «НГУ»)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КЛАПАНОВ ВЫДОХА ФИЛЬТРУЮЩИХ ПОЛУМАСОК

T.I. Dolgova, D.Sc. (Tech.), Professor,
S.I. Cheberyachko, Ph.D. (Tech.), Associate Professor
D.I. Radchuk, Ph.D. (Tech.), Associate Professor
(SHEE «NMU»)

RESEARCH OF THE EXHALATION VALVE EFFECTIVENESS IN THE FILTERING HALF MASKS

Анотація. Мета. Дослідження працездатності різних конструкцій клапанів видиху на циклічному повітряному потоку. Методика. Випробування з визначення герметичності клапанів дихання проводились відповідно до вимог ДСТУ EN 149:2003 та ГОСТ 17263-79, а еластичність гуми проводили за ГОСТ 27110-86. Результати. Встановлено, що герметичність залежить від товщини, еластичності гуми та способу закріплення клапанів видиху. При заданій еластичності гуми існує оптимальне значення товщини клапану видиху, яка забезпечить максимальну герметичність. Наявність сторонніх предметів або вибоїв на сидловині клапану погіршує герметичність, але збільшення вакууметричного тиску у клапанів грибової форми зменшує витіки з-під маскового простору. Встановлено, що найбільша кількість аерозолу у підмасковий простір потрапляє під час закривання клапану видиху на початку фази вдиху.

© Т.И. Долгова, С.И. Чеберячко, Д.И. Радчук, 2014

Всі перевірені клапани видиху відповідають вимогам стандартів за показником герметичність. Однак, найкращий результат був зафіксовано у грибоквого клапану, найгірший – у пелюсткового. Наукова новизна. Герметичність клапану видиху грибоквої форми при потраплянні на сідловину сторонніх предметів або вибоїв при збільшенні вакууметричного тиску покращується за рахунок еластичності гуми, яка може огинати предмети, що потрапили на сідловину, зменшуючи тим самим величину зазору, тоді як у клапанів грибоквої форми цей показник погіршується. Практична значимість. Встановлено, що оптимальне значення товщини клапану видиху становить 0,4 мм, при еластичності гуми, з якої їх виготовляли межах 50 – 60 %.

Ключові слова: клапан видиху, герметичність, вакууметричний тиск, коефіцієнт підсмоктування.

Вступ. Захисна ефективність фільтрувальних півмасок складається з якості фільтрів, величини підсмоктувань нефільтрованого повітря за смугою обтюрації та через клапани видиху. Зараз захисні властивості фільтрів не викликають сумнів. Проведено багато досліджень, які дозволяють забезпечити найкращі захисні властивості останніх для будь-яких умов експлуатації. Складніше з розробкою надійної смуги обтюрації. Вважається, що саме через неї погіршується ступінь захисту засобів індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД). Однак, поступово з'являються конструкції обтюраторів, що можуть врахувати фізіологічні особливості обличчя користувача [1]. Тим самим зменшується ймовірність підсмоктування шкідливих аерозолів в підмасковий простір. Щодо впливу клапанів видихуна якість ЗІЗОД, то інформації у вітчизняній літературі зустрічаються вкрай небагато. Так, у навчальному посібнику «Основы рациональной защиты органов дыхания на производстве» Камінський С.Л. стверджує, що клапан видиху є одним із важливих елементів, який покращує вентиляцію підмаскового простору та зменшує опір диханню у порівнянні з безклапанними конструкціями. До нього пред'являються відповідні вимоги – висока герметичність, наявність захисного екрану, простота обслуговування. В той же час, існують публікації в яких йде мова про погіршення ефективності роботи ЗІЗОД через наявність клапану видиху [2-4]. Наприклад, через неефективне спрацьовування повністю не виводиться волога з підмаскового простору [2]. Існують інші причини, але головною вважаємо – відсутність чітких вимог до конструкції цих клапанів, які зараз можуть виготовлятися з різних матеріалів, на відміну як це було прописано в ГОСТ 17263-79 «Детали резиновые к средствам индивидуальной защиты органов дыхания. Технические условия».

Розширення асортименту продукції протипилових півмасок призвело й до збільшення різноманітних конструкцій клапанів видиху. Відсутність чітких вимог зумовлює виробників самим вести пошуки, щоб, з одного боку, підвищити їх якість, а з іншого – знизити собівартість продукції. Тому, виникає завдання у встановленні закономірностей для оцінки основних властивостей конструкції клапанів та матеріалу, з якого він виготовлений, на захисну ефективність ЗІЗОД.

Клапани видиху складаються з трьох основних елементів:самого (пелюстки) клапану, сідловини та кришки. Клапани виготовляють з натуральної або силіконової резини, неоперена у вигляді диску, грибка або пелюстки (рис. 1). Сідловини сконструйовано у формі круглої основи з розміщеним у центрі штирком, до якого

приєднують клапан, щоб надійно блокувати отвір під час вдиху та відкрити його під час видиху.

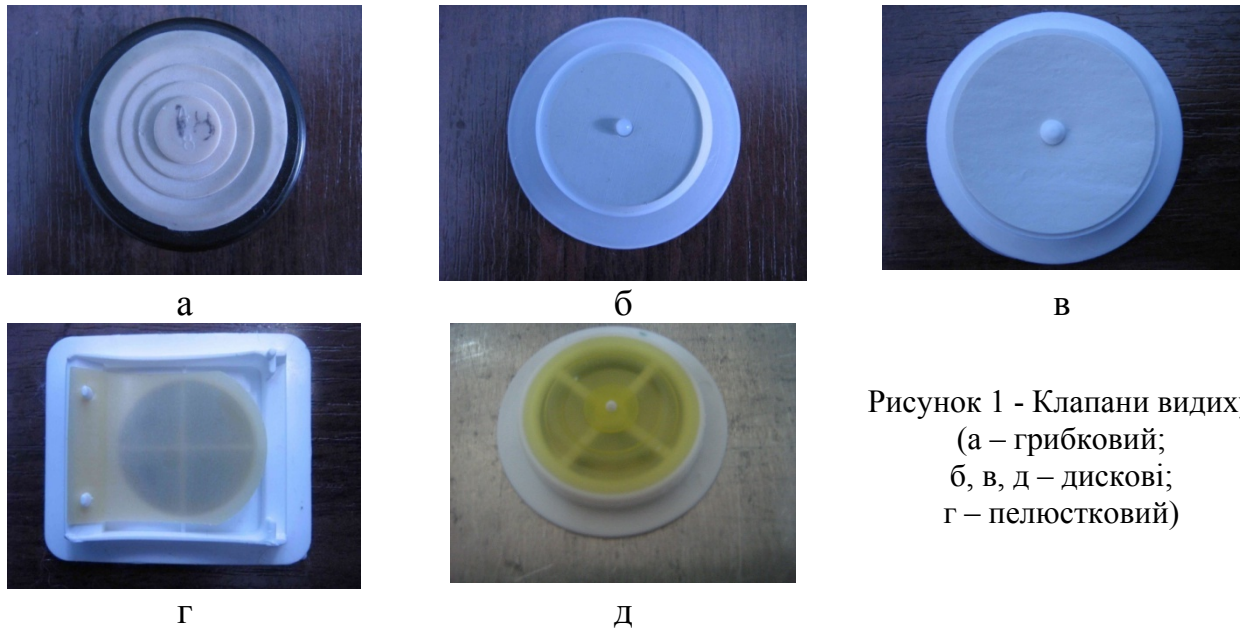


Рисунок 1 - Клапани видиху
(а – грибоквий;
б, в, д – дискові;
г – пелюстковий)

Відповідно до вимог ДСТУ EN 149:2003 півмаски повинні забезпечувати мінімальний коефіцієнт підсосу, але не більше 2 % при підмасковому просторі 250 см³. Якщо вважати, що фільтрувальна півмаска може працювати 6 годин поспіль, то клапан видиху повинен бути придатний до роботи увесь цей час. Тому, виникає зацікавленість у встановленні факторів, які впливають на збільшення величини підсмоктувань. Крім того, необхідно визначити форму клапана та місце його розташування на півмасці для забезпечення максимальної зручності протягом часу експлуатації півмасок

Методика. Для дослідження було взято декілька моделей клапанів видиху (рис. 1): грибоквий (а), що виготовлено з гуми, діаметром 0,30 мм та товщиною 0,5 мм; (б, в, д) дискові – з гуми, відрізняються між собою діаметром, товщиною та формою (діаметри 0,30 та 0,34 мм, товщина 0,25, 0,35, 0,4 мм). Для порівняння також був перевірений один пелюстковий клапан (г) з товщиною 0,3 мм та шириною 23 мм. Перевірка клапанів видиху виконувалась за двома методами: статичним та динамічним.

Статичний дозволяє визначити герметичність або величину підсмоктування нефільтрованого повітря крізь пелюстки клапана видиху. Випробування проводяться відповідно до ГОСТ17263-79. Стенд для перевірки складається з: аспіра-тора, вентилів для регулювання потоків повітря, манометрів, діафрагми, насад-ки для розміщення клапану (рис. 2). Процедура полягає в наступному: перед початком роботи клапан видиху закріплюють на спеціальній насадці. Потім аспі-ратором, відкачують повітря з-під клапанного простору до величини вакуумет-ричного тиску 117,7 Па. Далі перекривають вентилем патрубок та виключають аспіра-тора. Клапан вважається якісним, якщо рівень перепад тиску не впаде нижче 82,3 Па впродовж 15 секунд. Для визначення величини підсмоктування повітря крізь клапан видиху встановлюється діафрагма, перепад тиску на якій дозволяє розрахувати витрату повітря.

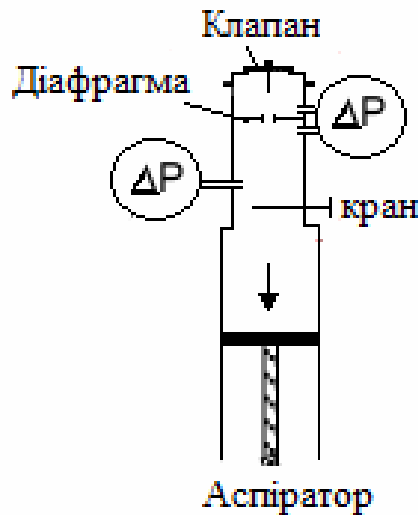


Рисунок 2 - Схема установки з випробування клапанів видиху на герметичність

В результаті експлуатації фільтрувальних півмасок можливі випадки, коли на сідловині клапанів з'являються дефекти (наприклад, від падіння) або накопичується бруд, що може погіршити герметичність та збільшити величину підсмоктування повітря. Для моделювання таких ситуацій на сідловині під клапаном розташовували дрот розміром 0,5 мм та вирізали отвір з розмірами – довжиною 1 мм та глибиною 0,5 мм (рис. 3 та 4).

Динамічний метод випробувань дозволяє визначити коефіцієнт підсмоктування клапану видиху під час його спрацьовування. Для проведення випробувань за цим методом використовується схема, що подана на рис.5 [5]. Основними її елементами є камера з аерозолем NaCl, дихальна машина, аспіратор, фільтр респіратору та вимірювальні пристрої: перепад тиску визначається за електронним мікромановакууметром Testo 512, а коефіцієнт підсмоктування – за спектрофотометром.

Для моделювання роботи клапану у відповідності до динамічної перевірки, насадка клапану встановлюється у випробувальній камері та приєднується до циліндричної алюмінієвої труби, що імітує підмаскову порожнину. Остання, в свою чергу, з'єднується з дихальною машиною та фільтром з респіратору.

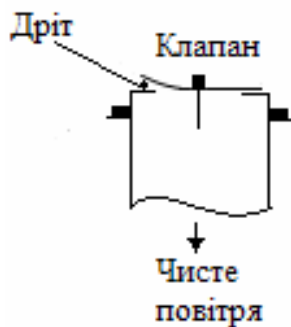


Рисунок 3 - Схема розміщення дроту на сідловині клапану

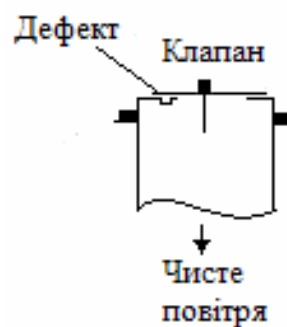


Рисунок 4 - Схема розташування отвору на сідловині клапану

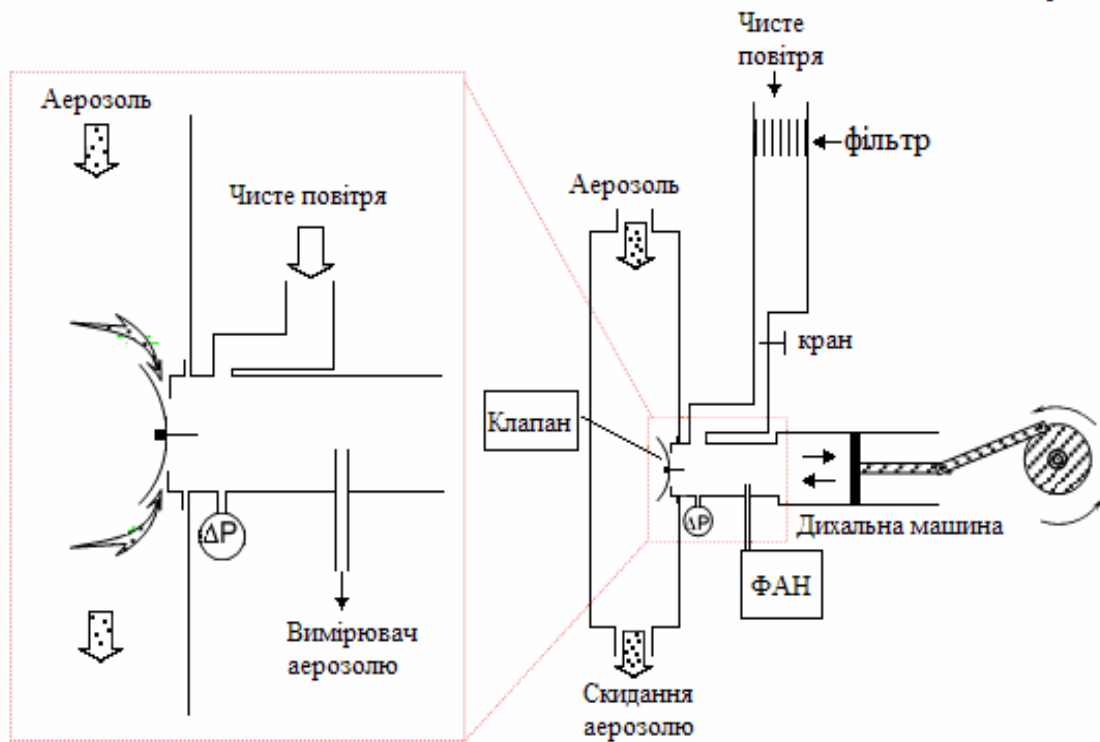


Рисунок 5 - Схема установки для визначення коефіцієнта підсмоктування крізь клапан видиху

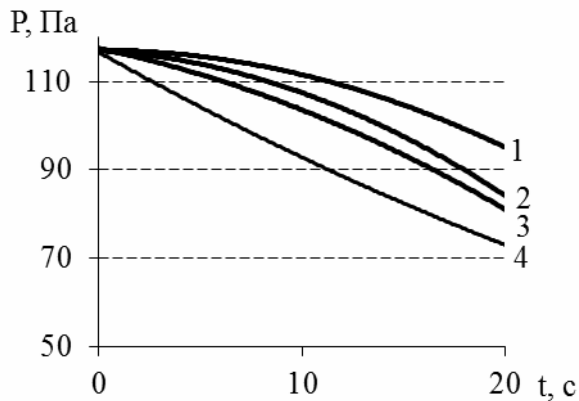
Всмоктування чистого повітря відбувається крізь фільтр, а його викидання – відбувається через клапан у камеру з аерозолем. Саме під час його закривання, коли дихальна машина робить зворотній хід, аерозоль може потрапити до алюмінієвої трубки. Проби аерозолу з камери та алюмінієвої трубки відбираються аспіратором та подаються до спектрофотометра. Значення коефіцієнта підсмоктування аерозолу розраховується за формулою:

$$K = \frac{I_2 - I_0}{I_1 - I_0},$$

де I_2 – показник спектрофотометра, знятий в алюмінієвій трубці після клапану видиху, мА; I_1 – показник спектрофотометра, знятий у камері до клапану видиху, мА; I_0 – фонові показники спектрофотометра, мА.

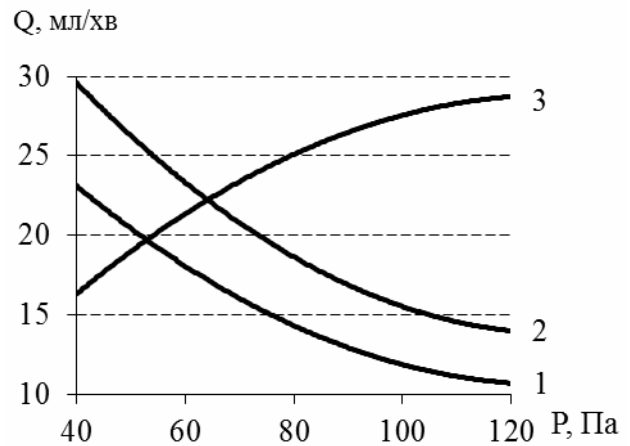
Результати та їх обговорення. На рис. 6 наведено результати з перевірки герметичності різних конструкцій клапанів видиху. Бачимо, що всі перевірені моделі відповідають нормативним вимогам, але найкращий показник з герметичності має грибоквий клапан, найгірший – пелюстковий. Скоріше за все дана залежність виникає через його одностороннє кріплення, що не дозволяє рівномірно розподілити притискні зусилля за периметром сідловини. Також дослідження показали, що під дією депресії пелюстковий клапан дещо деформується і, тим самим, збільшується підсмоктування повітря (рис. 7). Тоді, як ребриста форма грибоквого клапану володіє більшою жорсткістю, що значно покращує герметичність. Схожий результат фіксується й у дискового клапану з такою самою формою. Доказами зробленого висновку можуть бути результати експери-

ментів з розміщеним на поверхні сідловини клапану стороннього предмету (дроту діаметром 1 мм), що імітує можливе забруднення. В цьому випадку герметичність пелюсткового клапану зовсім відсутня (рис. 8), тоді як у грибкового клапану вона дещо погіршилась, але рівень перепаду тиску не впав нижче 80 Па за 15 с. Ймовірно, це виникає через еластичність гуми, яка може огинати предмети, що потрапили на сідловину, зменшуючи тим самим величину зазору. Також, у цьому випадку, зі збільшенням вакууметричного тиску величина підсмоктування саме у грибкового клапану зменшується, тоді як у пелюсткового навпаки збільшується (рис. 9).



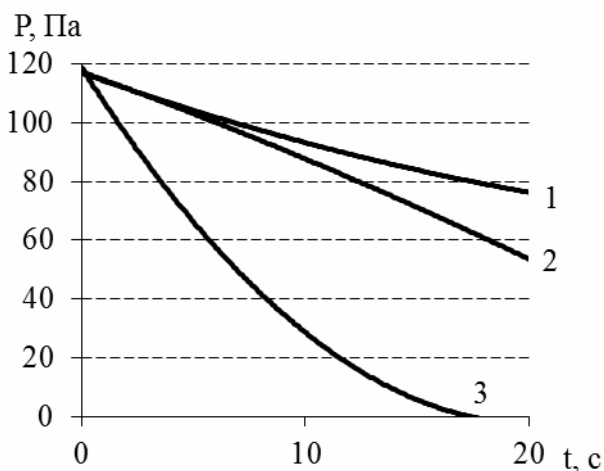
1 – грибковий; 2 – дисковий (товщина 0,4; діаметр 0,35)
3 – дисковий (товщина 0,5; діаметр 0,25); 4 – пелюстковий

Рисунок 6 - Залежність вакууметричного тиску під клапаном від часу



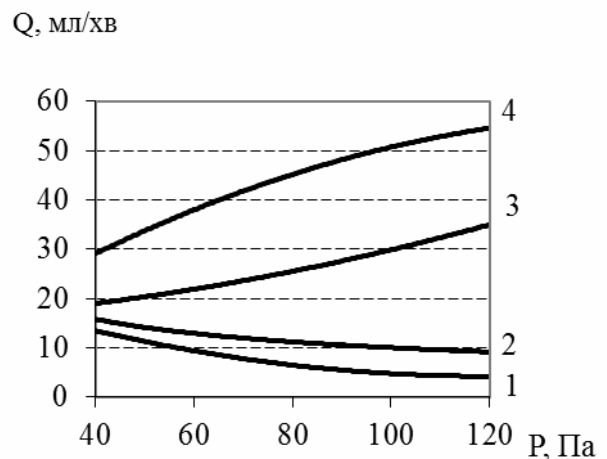
1 – грибковий; 2 – дисковий;
3 – пелюстковий

Рисунок 7 - Залежність величини підсмоктування повітря через клапан від вакууметричного тиску



1 – грибковий; 2 – дисковий (товщина 0,5; діаметр 0,35); 3 – пелюстковий

Рисунок 8 - Залежність вакууметричного тиску під клапаном від часу при розташуванні на сідловині дроту діаметром 0,5 мм



1 – грибковий; 2 – дисковий (товщина 0,5; діаметр 0,35) 3 – дисковий (товщина 0,5; діаметр 0,3); 4 – пелюстковий

Рисунок 9 - Залежність величини підсмоктування повітря через клапан від вакууметричного тиску при розташуванні на сідловині дроту діаметром 0,5 мм

Аналіз отриманих результатів вказує на існування залежностей між величиною підсмоктувань через клапан від його товщини та еластичності гуми (рис. 10 та 11). Так, дисковий клапан з товщиною 0,4 мм має кращі показники захисту від підсмоктування, ніж з товщиною 0,25 мм через деформування останнього під дією вакууметричного тиску. Однак, подальше збільшення товщини призводить до погіршення герметичності. Складно забезпечити щільне прилягання клапану до сідловини, необхідно змінювати вакууметричний тиск.

Щодо еластичності гуми, з якої виготовляли дискові клапани, то результати досліджень також показують про існування її оптимальних показників в межах 50 – 60 %.

Еластичність гуми визначали за ГОСТ 27110-86 «Резина. Метод определения эластичности по отскоку на приборе типа Шоба»:

$$R = \frac{h}{H} 100, \%$$

де h – висота відскоку бойка маятника після удару, мм; H – висота підйому бойка маятника в початковому положенні, мм.

Зрозуміло, що зі збільшенням товщини або жорсткості матеріалу, з якого виготовлено клапан, тим більша повинна бути сила видиху для початку роботи клапану. Це підтверджують експериментальні дослідження з перевірки кількості накопичення CO_2 у фільтрувальних півмасок [4]. Так, у деяких ЗІЗОД з клапаном видихання, порівнюючи з безклапанними, вуглекислого газу у підмасковому просторі залишається набагато більше (табл. 1) [4]. Можна пояснити отримані результати неповним спрацюванням клапану видиху саме при низьких витратах повітря. Тобто, необхідно враховувати властивості матеріалу пелюсток клапана видиху.

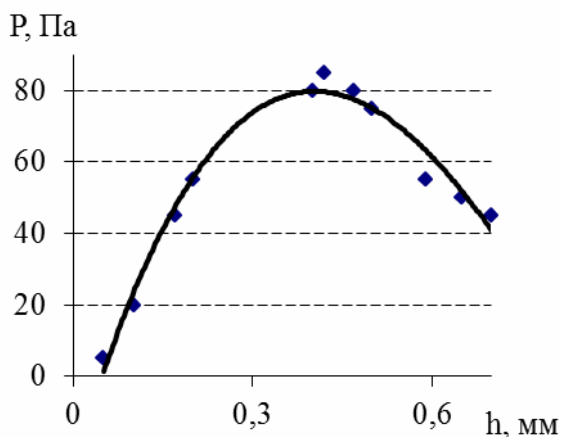


Рисунок 10 - Залежність вакууметричного тиску під дисковим клапаном від його товщини

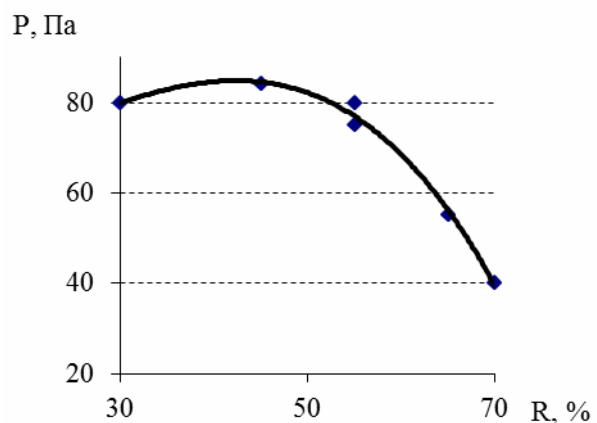


Рисунок 11 - Залежність вакууметричного тиску під дисковим клапаном від еластичності гуми

На рис. 12 наведено залежність перепаду тиску клапанів видиху від витрати повітря. Бачимо, що найменший опір у пелюсткового. Тобто, цей клапан буде працювати при незначних зусиллях дихальної мускулатури. Отже, виникає протиріччя, коли для забезпечення герметичності необхідно збільшувати жорсткість клапану до певного рівня, а для ефективного виведення вологи з підмас-

кового простору – її зменшувати. Можливо, вирішення даної задачі знаходиться у виготовленні моделей з перемінною товщиною, які б не деформувались при вдиханні та достатньо відкривались при незначній кількості видихуваного повітря.

Таблиця 1 - Результати виміру концентрації CO₂ у підмасковому просторі півмасок [4]

Півмаска	Наявність клапану видиху	Вміст CO ₂ на видиханні при легеневій вентильяції	
		8 л/хв	50 л/хв
AffinityPro	-	3,0	1,45
AffinityPro (V)	+	3,7	0,95
Willson2201	-	1,2	0,4
Willson2201(V)	+	1,3	0,3

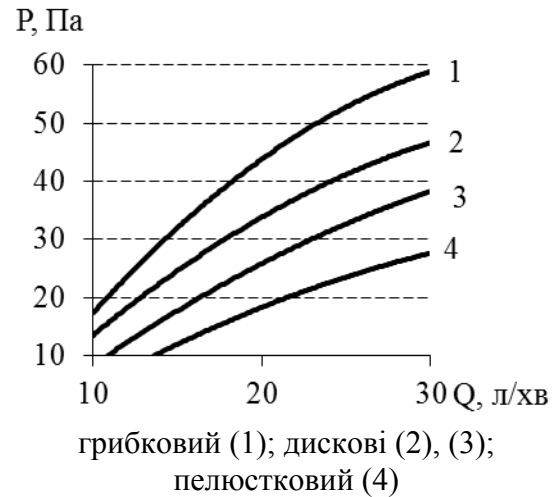


Рисунок 12 - Залежність перепаду тиску клапанів видиху від витрати повітря

Динамічним випробуванням визначався коефіцієнт підсмоктування та перепад тиску клапанів видиху. Найбільше значення підсмоктування повітря фіксувалось саме тоді, коли клапан закривався, під дією розрідження, яке створюється зворотнім ходом дихальної машини (рис. 13, 14). Чим швидше клапан реагував на закриття, тим менше потрапляло аерозолію в підклапанний простір. Найгірший результат коефіцієнта підсмоктування аерозолію зафіксовано у дискового клапану, який вільно закріплюється на штирку (рис. 15). Під час всмоктування повітря для такої конструкції потрібно більше часу для щільного прилягання клапану до сидловини. В той же час, при жорсткому фіксуванні величина підсмоктування клапану зменшується (рис. 16).

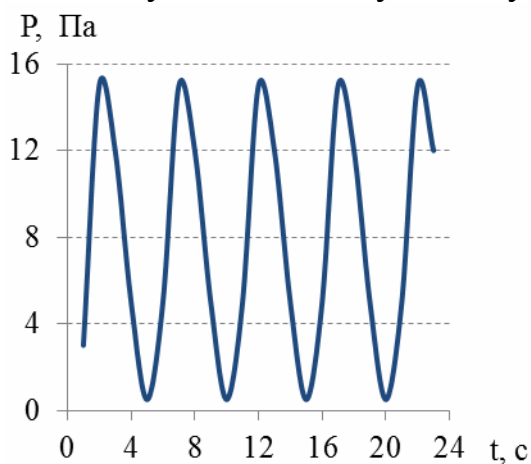


Рисунок 13 - Зміна в часі перепаду тиску на клапані видиху

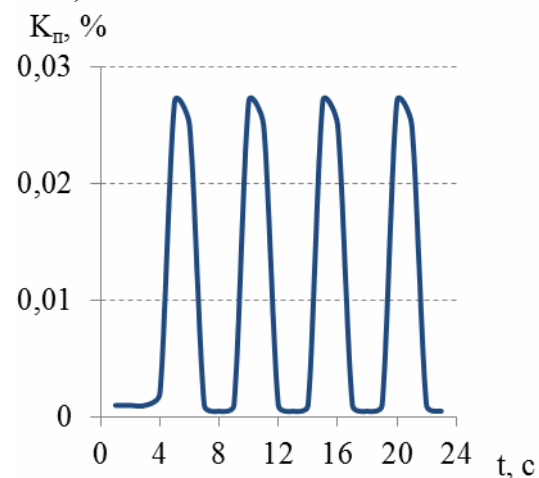


Рисунок 14 - Зміна в часі коефіцієнта підсмоктування на клапані видиху

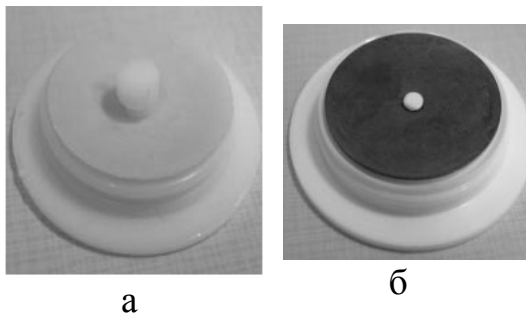
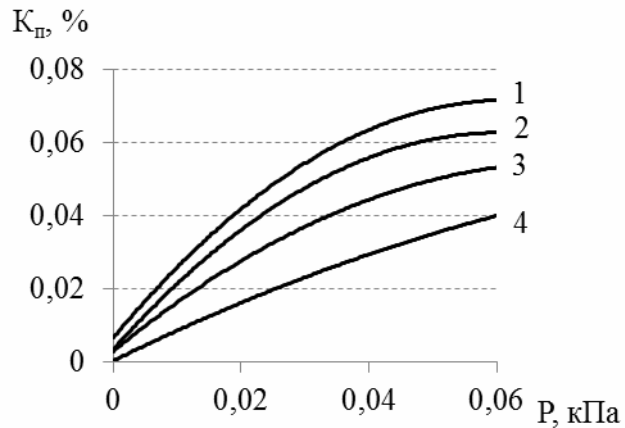


Рисунок 15 - Конструкції дискових клапанів видиху з вільним (а) та жорстким (б) закріпленням на штирку



1 – дисковий (товщина 0,5); 2 – пелюстковий; 3 – грибковий; 4 – дисковий ребриста форма (товщина 0,4)

Рисунок 16 - Залежність коефіцієнта підсмоктування від величини перепаду тиску

Висновки.

1. Встановлено, що всі перевірені клапани видиху відповідають вимогам стандартів за показником герметичність. Однак, найкращий результат був зафіксовано у грибкового клапану, найгірший – у пелюсткового.
2. На герметичність клапанів видиху впливає їх товщина, еластичність гуми та спосіб закріплення. Так, при заданій еластичності гуми, існує оптимальне значення товщини клапану, яка забезпечить максимальну герметичність.
3. Наявність сторонніх предметів або вибоїв на сідловині погіршує герметичність клапану, але збільшення вакууметричного тиску у клапанів грибкової форми зменшує витіки, тоді як у пелюсткового навпаки збільшує.
4. Найбільший коефіцієнт підсмоктування було зафіксовано у дискового клапану з вільним закріпленням на штирку, тоді як жорстке фіксування покращує цей показник.
5. Встановлено, що найбільша кількість аерозолі у підмасковий простір потрапляє під час закривання клапану видиху, коли починається фаза вдиху.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Голінько, В.І. Застосування респіраторів на вугільних і гірничорудних підприємствах / В.І. Голінько, С.І. Чеберячко, Ю.І. Чеберячко // Монографія. – Дніпропетровськ: НГУ, 2008. – 99 с.
2. Yu-Mei Kuo. Evaluation of Exhalation Valves / Yu-Mei Kuo, Chane-Yu Lai, Chin-Chien Chen, Bo-Hong Lu, Sheng-Hsiu Huang, Chun-Wan Chen // British Occupational Hygiene Society, 2005. – Vol .49. – No.7 – P. 563–568
3. Chen C.C. Aerosol penetration through filtering facepieces and cartridges / C.C. Chen, M. Lehtimaki, K. Willeke // American Industrial Hygiene Association Journal, 1992. – №53. – pp. 56-74
4. Каминский, С.Л. Оценка эргономических свойств импортруемых СИЗОД. / С.Л. Каминский // Рабочая одежда и средства индивидуальной защиты. – 2006. – №3. – С. 27-29.
5. Che-Ming Yang. A Dynamic Respirator Exhalation Valve Test Apparatus / Che-Ming Yang, Sheng-Hsiu Huang, Chih-Chieh Chen // Conference Occupational Hygiene. - 2011, 5-7 April, 2011. Holiday Inn, Stratford upon Avon, UK. – P. 19-20.

REFERENCES

1. Golinko V.I., Cheberyachko, S.I. and Cheberyachko, Yu.I., (2008), *Zastosuvannya respiratoriv na vugilnih i girnichorudnih pidpriemstvah* [The use of respirators in the coal and mining companies], SIHE «NMU», Dnepropetrovsk, Ukraine.
2. Yu-Mei Kuo, Chane-Yu Lai, Chin-Chien Chen, Bo-Hong Lu, Sheng-Hsiu Huang, and Chun-Wan Chen, (2005), Evaluation of Exhalation Valves, *British Occupational Hygiene Society*, Vol .49, No.7, pp.563–568.
3. Chen, C.C., Lehtimaki, M., and Willeke, K. (1992), Aerosol penetration through filtering facepieces and cartridges, *American Industrial Hygiene Association Journal*, vol. 53, pp. 56-74.
4. Kaminsky S.L. (2006), Rating ergonomic properties imported inputs personal respiratory protection, *Work wear and PPE*, vol. 3, pp. 27-29.
5. Che-Ming Yang, Sheng-Hsiu Huang, and Chih-Chieh Chen (2011), *Conference Occupational Hygiene. - 2011, 5-7 April, 2011, Holiday Inn, Stratford upon Avon, UK* – pp. 19-20.

Про авторів

Долгова Тетяна Іванівна, доктор технічних наук, професор кафедри екології, Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», Дніпропетровськ, Україна.

Чеберячко Сергій Іванович, кандидат технічних наук, доцент кафедри Аерології та охорони праці, Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», Дніпропетровськ, Україна, sihc@yandex.ru

Радчук Дмитро Ігорович, кандидат технічних наук, доцент кафедри Аерології та охорони праці, Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», Дніпропетровськ, Україна, md2185@mail.ru

About the authors

Dolgova Tetiana Ivanivna, Doctor of Technical Science (D.Sc.), Professor of Ecology department, State Institution of Higher Education «National Mining University», Dnipropetrovsk, Ukraine.

Cheberyachko Sergey Ivanovich, Candidate of Technical Science (Ph.D), Associate Professor of department Aerology and protection of labour, State Institution of Higher Education «National Mining University», Dnipropetrovsk, Ukraine, sihc@yandex.ru.

Radchuk Dmytro Igorovych, Candidate of Technical Science (Ph.D.), Associate Professor of department Aerology and protection of labour, State Institution of Higher Education «National Mining University», Dnipropetrovsk, Ukraine, md2185@mail.ru

Аннотация. Цель. Исследование работоспособности разных конструкций клапанов на циклическом воздушном потоке. Методика. Испытания по определению герметичности клапанов дыхания проводились в соответствии с требованиями ДСТУ EN 149:2003 и ГОСТ 17263-79, а эластичность резины проводилась по ГОСТ 27110-86. Результаты. Установлено, что герметичность зависит от толщины, эластичности резины и способа крепления клапанов выдоха. При определенной эластичности резины существует оптимальное значение толщины лепестка клапана выдоха, которое обеспечит максимальную герметичность. Присутствие посторонних предметов или повреждений на седловине клапана ухудшает герметичность, но увеличение вакуумметрического давления у клапанов грибковой формы уменьшает утечки из подмасочного пространства. Установлено, что наибольшее количество аэрозоля в подмасочное пространство поступает во время закрывания клапана выдоха в начале фазы вдоха. Все проверенные клапаны выдоха соответствуют требованиям стандартов по показателю герметичность. Но все же, наилучший результат был зафиксирован у клапана грибковой формы, а наихудший – у лепесткового клапана. Научная новизна. Герметичность клапана выдоха грибковой формы при попадании на седловину посторонних предметов или повреждений при увеличении вакуумметрического давления улучшается благодаря эластичности резины, которая может огибать предметы, которые попали на седловину, уменьшая тем самым величину зазора, тогда как у клапанов грибковой формы этот показатель ухудшается. Практическая значимость. Установлено, что оптимальное значение толщины клапана выдоха составляет 0,4 мм, при эластичности резины, из которой ее изготавливают в пределах 50-60 %.

Ключевые слова: клапан выдоха, герметичность, вакуумметрическое давление, коэф-

фициент подсоса.

Abstract. Purpose. To investigate efficiency of different exhalation valve constructions in a cyclical air stream. Methodology. Tests on determining exhalation valve leaktightness in accordance with the requirements of DSTU EN 149:2003 and GOST 17263-79; rubber elasticity was estimated in accordance with GOST 27110-86. Findings. It is stated that the leaktightness depends on the rubber thickness and elasticity and fastening of the exhalation valves. With a rubber certain elasticity, an optimum thickness of the exhalation valve petal should be observed in order to ensure maximum leaktightness. Foreign objects in or damages of the valve saddle may worsen the leaktightness, but the increased vacuum pressure of the valve of the mushroom form reduces leakage from the gap between the mask and face. It is also stated that the maximal quantity of aerosol comes into the gap between the mask and face during the closing of the exhalation valve in the early inhalation phase. All tested exhalation valves comply by their leaktightness with the standards. However, the best result was recorded with the valve of mushroom form and the worst – with the petal valve. Novelty. At contact of the saddle with the foreign objects, or in case of some damages caused by increased vacuum pressure, leaktightness of the exhalation valve of the mushroom form is improved thanks to the rubber elasticity as the rubber can tightly cover the objects which could get onto the saddle and, thereby, reduce size of the gap; at the same time, this characteristic worsens in the valves of the mushroom form. Practical value. It is stated that optimum value of the exhalation valve thickness is 0.4 mm with elasticity of the rubber within 50-60%.

Keywords: exhalation valve, leaktightness, pressure drop, leakage, pressure drop, leakage.

Статья поступила в редакцию 15.02.2014

Рекомендовано к печати д-ром техн. наук Т.В. Бунько

УДК 622:504.53

М.О. Лаврик, асистент,
А.В. Павличенко, канд. біол. наук, доцент
(ДВНЗ “НГУ”)

**ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИН-ФІТОРЕМЕДІАНТІВ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ
ЗАСОЛЕНИХ ҐРУНТІВ В РАЙОНАХ РОЗТАШУВАННЯ
СТАВКІВ-ВІДСТІЙНИКІВ ШАХТНИХ ВОД**

М.О. Лаврик, асистент,
А.В. Павличенко, канд. биол. наук, доцент
(ГВУЗ “НГУ”)

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТЕНИЙ-ФИТОРЕМЕДИАНТОВ ДЛЯ
ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ В РАЙОНАХ
РАЗМЕЩЕНИЯ ПРУДОВ-ОТСТОЙНИКОВ ШАХТНЫХ ВОД**

М.О. Lavrik, M.S. (Tech.),
Pavlichenko A.V., Ph.D. (Biol.), Associate Professor
(SHEE “NMU”)

**THE USE OF PHYTOREMEDIANT PLANTS FOR RESTORATION OF
SALINE SOILS IN THE AREAS OF MINE WATER PONDS LOCATION**

Анотація. Ставки-відстійники шахтних вод є джерелом комплексного негативного впливу на стан об'єктів навколишнього середовища. В районах розміщення ставків відстійників

© М.О. Лаврик, А.В. Павличенко, 2014