

УДК 623.459.64

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Николай Викторович Бучилин

кандидат технических наук, доцент

isk115599@rambler.ru

Иван Павлович Криволапов

кандидат технических наук, доцент

ivan0068@bk.ru

Сергей Юрьевич Щербаков

кандидат технических наук, доцент

Scherbakov78@yandex.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Недостатком фильтрующих противогазов является быстрое переполнение фильтра в результате работы в среде аварийно опасных химических веществ (АХОВ). Настоящая работа посвящена установлению влияния продолжительности работы фильтрующей коробки на время защитного действия и динамическую активность коробки. В качестве модельного АХОВ использовался диоксид серы. Установлено, что минимальным временем защитного действия в 3 минуты и минимальной динамической активностью 0,1 гр. обладает фильтрующая коробка, проработавшая в условиях загрязнённой атмосферы в течение 45 минут.

Ключевые слова: противогазы, средства индивидуальной защиты, динамическая активность фильтра, время защитного действия противогаза.

Противогаз – это средство индивидуальной защиты (СИЗ), предназначенное для защиты органов дыхания, лица и глаз от воздействия вредных и опасных веществ, химических соединений и испарений, либо радиоактивной пыли, находящихся в окружающей атмосфере в виде газов, паровых выделений или аэрозолей [1,2]. По конструкции и принципу защиты противогазы подразделяются на два больших класса: изолирующие и фильтрующие [3-5].

Принцип действия изолирующих противогазов основан на полной изоляции человека от окружающей атмосферы во время использования противогаза. Такие противогазы состоят из маски с последовательно присоединёнными к ней регенерирующему патрону (кассете) и полимерному пакету. Регенерирующий патрон содержит реагенты, взаимодействующие с углекислым газом с образованием кислорода (т.е. приводящие к регенерации кислорода) [7-9]. Полимерный пакет предназначен для содержания запаса воздуха в работающем противогазе. Изолирующие противогазы идеально защищают человека от воздействия ядовитых веществ, т.к. в таких противогазах полностью исключено попадание газов внешней среды в органы дыхания. Однако изолирующие противогазы являются дорогостоящими и конструктивно сложными устройствами. Кроме того, регенерирующие патроны имеют малый срок хранения с момента изготовления (от 2 до 5 лет). По этим причинам изолирующие противогазы не находят широкого применения в промышленной и бытовой сферах.

Принцип действия фильтрующих противогазов основан на фильтрации вдыхаемого воздуха. Такие противогазы просты по конструктивному исполнению т.к. состоят из маски с присоединённой к ней фильтрующей коробкой. Достоинствами фильтрующих противогазов помимо простоты исполнения являются также относительно низкая цена и долговечность хранения фильтрующей коробки. По этим причинам фильтрующие противогазы наиболее широко применяются в военном деле, промышленности и бытовой сфере. Однако существенным недостатком таких противогазов

является быстрое забивание коробки фильтруемыми веществами в процессе использования [10-12]. По этой причине в условиях работы в среде аварийно-опасных химических веществ (АХОВ) время работы одной фильтрующей коробки составляет от 5 до 60 минут в зависимости от вида АХОВ и его концентрации в воздухе рабочей зоны. Фильтрующие коробки могут быть использованы до полного насыщения ими АХОВ.

Целью настоящей работы является установление зависимости времени защитного действия фильтрующих коробок ($\tau_{\text{защ}}$) и динамической активностью коробки (D_a) от продолжительности работы противогаса с установленной фильтрующей коробкой ($\tau_{\text{раб}}$). Для исследований использовали фильтрующие коробки ГП-7К. Исследования проводили в соответствии с требованиями ГОСТ Р 22.9.20-2014 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Средства индивидуальной защиты органов дыхания в чрезвычайных ситуациях. Противогазы и самоспасатели фильтрующие. Методы испытаний». В качестве модельного АХОВ использовали диоксид серы (SO_2). Насыщение фильтрующей коробки диоксидом серы производили в изолированном помещении, в котором в соответствии с требованиями ГОСТ Р 22.9.20-2014 концентрация SO_2 составляла $0,7 \text{ г/м}^3$. Прокачивание воздуха через фильтрующую коробку проводили при воздушного насоса с заданным расходом. Динамическая активность коробки имеет размерность в граммах диоксида серы, поглощённого коробкой за время испытания. Динамическая активность (D_a) связана с временем защитного действия ($\tau_{\text{защ}}$) соотношением:

$$D_a = C \cdot \tau_{\text{защ}} \cdot v$$

где: C – концентрация SO_2 в паровоздушной смеси, г/м^3 . $C = 0,7 \text{ г/м}^3$;

v – объём модельной лёгочной вентиляции, $\text{м}^3/\text{с}$. $v = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$.

Результаты исследований представлены на рисунке 1. Ожидаемо время защитного действия и динамическая активность фильтрующей коробки уменьшаются в зависимости от продолжительности изначальной работы коробки в загрязнённой атмосфере. Это уменьшение носит линейный характер,

что связано с равномерным (линейным) насыщением коробки диоксидом серы во время испытаний.

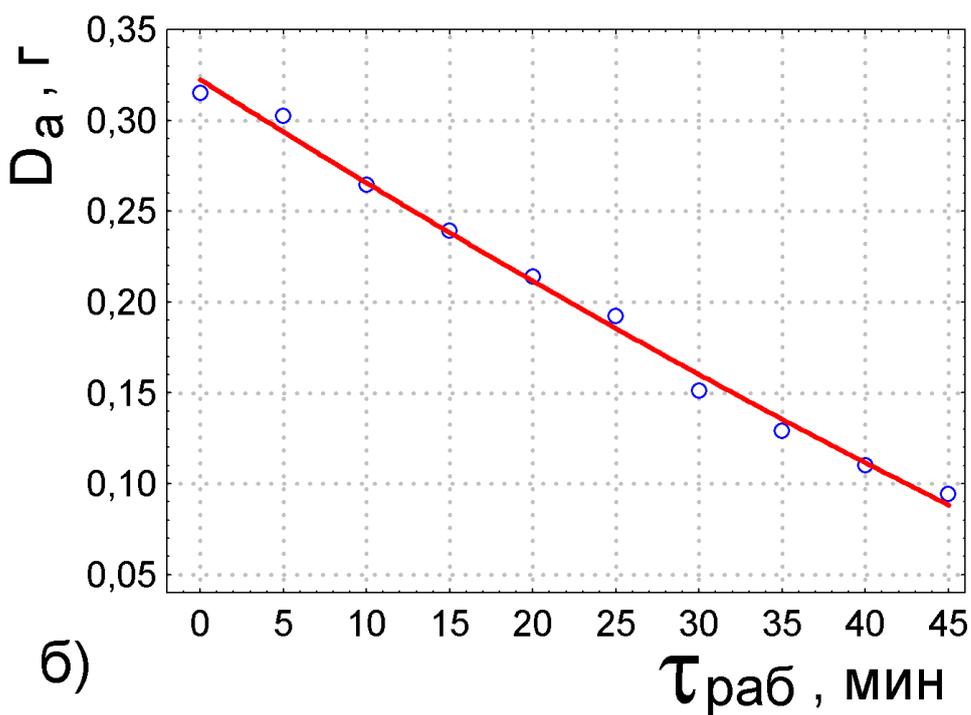
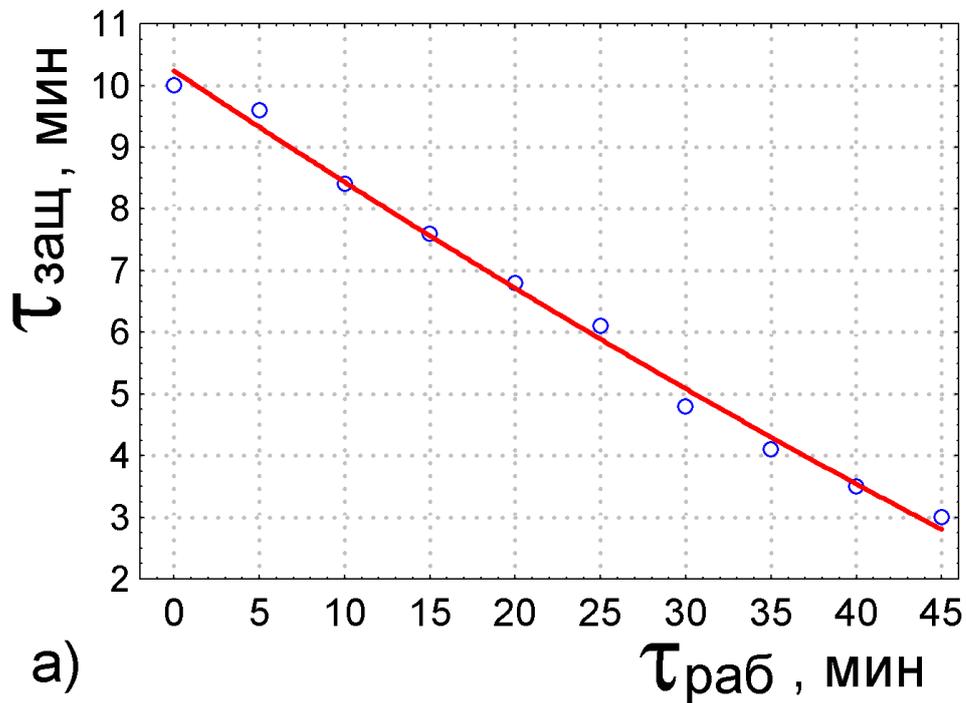


Рисунок 1 - Зависимость времени защитного действия, мин (а) и динамической активности фильтрующей коробки, гр. (б) от продолжительности работы фильтрующей коробки противогаса, мин.

Максимальным временем защитного действия в 10 минут и максимальной динамической активностью 0,32 гр. обладает новая фильтрующая коробка, не проработавшая в условиях загрязнённой атмосферы.

Минимальным временем защитного действия в 3 минуты и минимальной динамической активностью 0,1 гр. обладает фильтрующая коробка, проработавшая в условиях загрязнённой атмосферы в течение 45 минут. Дальнейшее увеличение продолжительности работы фильтрующей коробки являлось нецелесообразным т.к. время защитного действия менее 3-х минут фактически означает неработоспособность коробки. Таким образом, в ходе проведённой работы установлена зависимость между продолжительностью работы коробки ГП-7К и её динамической активностью в условиях загрязнения воздух диоксидом серы. По полученным данным можно проводить суждения о характеристиках фильтрующих коробок, близких по конструкции и назначению к ГП-7К.

Список литературы:

1. Баландин В.М. Средства индивидуальной защиты на промышленных предприятиях. Учебное пособие / Владимир: Изд-во ВлГУ. 2021. 208 с.
2. Куренкова Г.В., Жукова Е.В., Лемешевская Е.П. Средства индивидуальной защиты работающих, подвергающихся воздействию вредных факторов в условиях производства. Учебно-методическое пособие для студентов / Иркутск: ИГМУ. 2016. 52 с.
3. Средства индивидуальной защиты. Учебно-справочное пособие / под ред. Карцева В.Н. // Саратов: Саратовский ун-т. 2010. 231 с.
4. Коломиец А.А., Манаенков К.А., Найденов А.А. Оценка показателей надежности автотранспортных средств // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 1.
5. Бучилин Н.В., Аксеновский А.В., Щербаков С.Ю. Кинетика ингибирования процессов горения угля // Наука и Образование. 2022. Т. 5. № 3.
6. Строкова Я.А., Клименко Н.Н. Комплексная щелочно-щелочноземельная активация гранулированного доменного шлака // Успехи в химии и химической технологии. 2019. Т. 33. № 4. С. 130-132.

7. Картечина Н.В., Макова Н.Е., Шацкий В.А., Дорохова А.М. Информационная модель учета сельскохозяйственной техники // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 1.

8. Ипполитов Е.Г., Артемов А.В., Батраков В.В. Физическая химия / М.: Издательский центр «Академия». 2005. 448 с.

9. Чиркин С.О., Картечина Н.В., Рубанов В.А. Применение искусственного интеллекта в сельском хозяйстве // Наука и Образование. 2022. Т. 5. № 2.

10. Торицына В.Н., Картечина Н.В., Яшина Т.К., Васильев В.П. Реализация проектов машинного обучения и искусственного интеллекта // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК. Материалы Международной научно-практической конференции. Мичуринск-научоград РФ. 2021. С. 224-225.

11. Бучилин Н.В., Басаргин О.В., Варрик Н.М., Луговой А.А. Особенности спекания высокопористых керамических материалов на основе системы Al_2O_3 – MgO // Неорганические материалы. 2020. Т. 56. № 4. С. 438-445.

12. Бобрович Л.В., Андреева Н.В., Картечина Н.В., Никонорова Л.И., Пчелинцева Н.В. Повышение точности определения вариационно-статистических характеристик и оценки различий в исследованиях // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2019. № 3 (29). С. 69-75.

UDC 623.459.64

**DETERMINATION OF PROTECTIVE ACTION TIME OF PERSONAL
RESPIRATORY PROTECTION EQUIPMENT**

Nikolai V. Buchilin

candidate of technical sciences, associate professor

isk115599@rambler.ru

Ivan P. Krivolapov

candidate of technical sciences, associate professor

ivan0068@bk.ru

Sergey Yu. Sherbakov

candidate of technical sciences, associate professor

scherbakov78@yandex.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Abstract. The disadvantage of filter masks is the rapid overflow of the filter as a result of working in an environment of hazardous chemicals (AHS). The present work is devoted to determination of the effect of duration work of the filter box on the protective action time and the dynamic activity of the box. Sulfur dioxide was used as a model gas. It was found that the minimum protective action time of 3 minutes and the minimum dynamic activity of 0.1 grams are provided by a filter box that has been operating in a polluted atmosphere for 45 minutes.

Keywords: gas masks, personal protective equipment, dynamic filter activity, time of protective action of the gas mask.

Статья поступила в редакцию 10.05.2025; одобрена после рецензирования 20.06.2025; принята к публикации 30.06.2025.

The article was submitted 10.05.2025; approved after reviewing 20.06.2025; accepted for publication 30.06.2025.