

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК НИИ «РЕСПИРАТОР»
SCIENTIFIC BULLETIN OF THE NII «RESPIRATOR»
2025. – № 4 (62)

*Андрей Петрович Кирьян, канд. техн. наук, начальник института; e-mail: andrei-kiryan@mail.ru
Георгий Иванович Пефтибай, канд. техн. наук, нач. отд.; e-mail: niigd.osmas-1@mail.ru
Николай Александрович Галухин, ст. науч. сотр.; e-mail: niigd.osmas-7@mail.ru
Федеральное государственное казенное учреждение
«Научно-исследовательский институт «Респиратор» МЧС России»
283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: +7 (856) 252-78-36*

*Andrey Petrovich Kiryan, Cand. of Tech. Sci., Head of the Institute; e-mail: andrei-kiryan@mail.ru
Georgy Ivanovich Peftibay, Cand. of Tech. Sci., Head of Dep.; e-mail: niigd.osmas-1@mail.ru
Nikolay Aleksandrovich Galukhin, Senior Researcher; e-mail: niigd.osmas-7@mail.ru
Federal State Institution «The Scientific Research Institute «Respirator» EMERCOM of Russia»
283048, Donetsk, Artema St., 157. Phone: +7 (856) 252-78-36*

**ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОРОШКОВОГО ТУШЕНИЯ ПОЖАРА**

**GAS-DYNAMIC METHOD OF INCREASING THE EFFICIENCY
OF POWDER FIRE EXTINGUISHING**

Цель. Обоснование конструктивных параметров пожаротушащего устройства с газодинамическим ускорением газопорошковой смеси для повышения эффективности тушения пожара.

Методы. Аналитические методы расчета течения газопорошковой смеси в соплах типа Лаваля, методы аналогий между процессами истечения капельной жидкости и псевдожидкости (газопорошковой смеси) в соплах и насадках.

Результаты. Получена система дифференциальных и алгебраических уравнений движения и теплообмена между дисперсной фазой (частицами порошка) и несущей газовой фазой в двухфазном сопле. Показано, что начальные условия данных дифференциальных уравнений можно получить из решения системы дифференциальных и алгебраических уравнений, описывающих истечение газопорошковой смеси из сосуда в конфузор двухфазного сопла.

Научная новизна. Разработанная математическая модель отличается тем, что начальные условия для решения системы дифференциальных и алгебраических уравнений движения и теплообмена порошковой и газовой фаз предложено искать в виде системы дифференциальных и алгебраических уравнений истечения газопорошковой смеси из сосуда в конфузор двухфазного сопла типа Лаваля. На основе метода аналогий впервые получен коэффициент скорости газопорошковой смеси.

Практическая значимость. Предложенный газодинамический способ ускорения газопорошковой смеси позволяет повысить импульс и кинетическую энергию на срезе сопла дисперсной и газовой фаз, что повышает эффективность тушения пожара. Предложенная математическая модель позволяет обосновать конструктивные параметры газопорошкового сопла.

Ключевые слова: порошковое тушение; газодинамическое ускорение; дисперсная фаза; двухфазное сопло; математическая модель.

Для цитирования: Кирьян А. П., Пефтибай Г. И., Галухин Н. А. Газодинамический способ повышения эффективности порошкового тушения пожара // Научный вестник НИИ «Респиратор». – 2025. – № 4 (62). – С. 7–16. – EDN TEPLKU

Objective. Justification of the design parameters of a fire extinguishing device with gas-dynamic acceleration of a gas-powder mixture to improve the efficiency of fire extinguishing.

Methods. Analytical methods for calculating the flow of gas-powder mixture in Laval-type nozzles, methods of analogies between the processes of flow of droplet liquid and pseudo-liquid (gas-powder mixture) in nozzles and attachments.

Results. A system of differential and algebraic equations of motion and heat exchange between the dispersed phase (powder particles) and the carrier gas phase in a two-phase nozzle is obtained. It is shown that the initial conditions of these differential equations can be obtained from the solution of a system of differential and algebraic equations describing the outflow of a gas-powder mixture from a vessel into the confuser of a two-phase nozzle.

Scientific novelty. The developed mathematical model is distinguished by the fact that the initial conditions for solving the system of differential and algebraic equations of motion and heat exchange of the powder and gas phases are proposed to be sought in the form of a system of differential and algebraic equations of the outflow of a gas-powder mixture from a vessel into a diffuser of a two-phase Laval-type nozzle. Based on the analogy method, the velocity coefficient of the gas-powder mixture was obtained for the first time.

Practical significance. The proposed gas-dynamic method of accelerating the gas-powder mixture allows increasing the impulse and kinetic energy at the nozzle section of the dispersed and gas phases, which increases the efficiency of fire extinguishing. The proposed mathematical model allows justifying the design parameters of the gas-powder nozzle.

Key words: powder extinguishing; gas-dynamic acceleration; dispersed phase; two-phase nozzle; mathematical model.

For citation: Kiryan A. P., Peftibay G. I., Galukhin N. A. Gas-dynamic method of increasing the efficiency of powder fire extinguishing. *Scientific bulletin of the NII «Respirator»*, 2025, no. 4 (62), pp. 7-16. EDN TEPLKU

Александр Петрович Ковалев, д-р техн. наук, профессор, науч. comp.; e-mail: abrecap@mail.ru

Федеральное государственное казенное учреждение

«Научно-исследовательский институт «Респиратор» МЧС России»

283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: +7 (856) 252-78-43

Виктория Викторовна Якимшина, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры; e-mail: yvsm@list.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования «Донецкий национальный технический университет»

283001, г. Донецк, ул. Артема, 58. Тел.: +7 (856) 301-03-06

Alexander Petrovich Kovalev, Dr. of Tech. Sci., Professor, Researcher; e-mail: abrecap@mail.ru

Federal State Institution «The Scientific Research Institute «Respirator» EMERCOM of Russia»

283048, Donetsk, Artema St., 157. Phone: +7 (856) 252-78-43

Victoria Viktorovna Yakimishina, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor,

Associate Professor of the Department; e-mail: yvsm@list.ru

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

«Donetsk national technical university»

283001, Donetsk, Artema St., 58. Phone: +7 (856) 301-03-06

ВЛИЯНИЕ НАДЕЖНОСТИ АВТОМАТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ НА ПОЖАРНУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ СЕТИ 6–10 кВ

INFLUENCE OF RELIABILITY OF AUTOMATIC PROTECTIVE EQUIPMENT ON FIRE SAFETY OF 6–10 kV NETWORK

Цель. Оценить влияние сроков диагностики системы релейной защиты коммутационного аппарата на обеспечение пожарной безопасности кабельной сети 6–10 кВ в динамическом режиме.

Методы. Теоретические исследования изменения состояния автоматической системы защиты с течением времени были произведены с использованием марковских процессов с двумя дискретными состояниями и непрерывным временем.

Результаты. Для конкретного предприятия было установлено, что изменение сроков диагностики системы релейной защиты коммутационных аппаратов 10 кВ на подстанции 110/10 кВ с $\Theta = 1$ год на $\Theta = 0,5$ года позволило в 3,33 раза уменьшить ожидаемое число возгораний изоляции оборудования 10 кВ при коротких замыканиях в сети промышленного предприятия.

Научная новизна. Впервые получены расчетные зависимости, которые полностью характеризуют надежность системы релейной защиты в динамическом режиме работы.

Практическая значимость. Разработанная методика расчетов позволяет определить характеристики надежности системы релейной защиты и оценить влияние сроков диагностики системы релейной защиты на пожарную безопасность защищаемой сети.

Ключевые слова: трансформаторная подстанция; надежность средств защиты; короткое замыкание; сроки диагностики; коэффициент готовности.

Для цитирования: Ковалев А. П., Якимшина В. В. Влияние надежности автоматических средств защиты на пожарную безопасность сети 6–10 кВ // Научный вестник НИИ «Респиратор». – 2025. – № 4 (62). – С. 17–25. – EDN DPZDMB

Objective: To evaluate the impact of the diagnostic time of the relay protection system of a switching device on ensuring fire safety of a 6–10 kV cable network in dynamic mode.

Methods: Theoretical studies of changes in the state of an automatic protection system over time were carried out using Markov processes with two discrete states and continuous time.

Results: For a specific enterprise, it was found that changing the diagnostic time of the 10 kV relay protection system at a 110/10 kV substation from $\Theta = 1$ year to $\Theta = 0.5$ years allowed for a 3.33-fold reduction in the expected number of fires in the insulation of 10 kV equipment during short circuits in the industrial enterprise network.

Scientific novelty: Calculation formulas have been obtained that fully characterize the reliability of the relay protection system in dynamic operation.

Practical significance: The above calculation method allows us to obtain the reliability characteristics of the relay protection system and assess the impact of the timing of the diagnosis of the relay protection system on the fire safety of the protected network.

Keywords: *transformer substation; reliability of protective equipment; short circuit; diagnostic time; availability factor.*

For citation: Kovalev A. P., Yakimishina V. V. Influence of reliability of automatic protective equipment on fire safety of 6–10 kV network. *Scientific Bulletin of the NII «Respirator»*, 2025, no. 4 (62), pp. 17–25. EDN DPZDMB

Ильдар Фанилевич Хафизов, д-р техн. наук, проф.; e-mail: ildar.hafizov@mail.ru

Государственное бюджетное научное учреждение «Академия наук Республики Башкортостан»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Рифкат Мухатьярович Султанов, д-р хим. наук, проф.; e-mail: sultanov55@mail.ru

Дамир Робертович Бакиров, аспирант; e-mail: damir.bakirov.99@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

450062, Уфа, ул. Матвея Пинского, 4. Тел. +7 (347) 242-03-70

Ildar Fanilevich Khafizov, Dr. of Tech. Sci., Professor; e-mail: ildar.hafizov@mail.ru

Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan

Ufa State Petroleum Technological University

Rifkat Mukhatyamovich Sultanov, Dr. of Chem. Sci., Professor; e-mail: sultanov55@mail.ru

Damir Robertovich Bakirov, Postgraduate Student; e-mail: damir.bakirov.99@mail.ru

Ufa State Petroleum Technological University

450062, Ufa, Matveya Pinskogo St., 4. Phone: +7 (347) 242-03-70

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ НА ОСНОВЕ ПОЛИАКРИЛАТА НАТРИЯ

INVESTIGATION OF THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES AND FIRE-RETARDANT EFFICACY OF A SODIUM POLYACRYLATE-BASED CORROSION INHIBITOR

Цель. Комплексное исследование физико-химических свойств и противопожарной эффективности нового ингибитора коррозии на основе полиакрилата натрия для повышения безопасности объектов магистральных нефтепроводов.

Методика. Для оценки свойств ингибитора применялись стандартизованные методы: определение температуры застывания (ГОСТ 20287-91), кинематической вязкости (ГОСТ 33-2000) и плотности (ГОСТ 18995.1-73). Совместимость с пластовыми флюидами изучалась путем визуального контроля смесей с нефтью и пластовой водой. Оценка влияния на пожарную безопасность проводилась методом построения «деревьев событий» и расчетом рисков в программном комплексе TOXI+^{Risk} для участка магистрального нефтепровода.

Результаты. Установлено, что ингибитор обладает оптимальными эксплуатационными характеристиками: низкая температура застывания (-8°C), кинематическая вязкость $1,42 \text{ mm}^2/\text{s}$ и полная совместимость с пластовыми флюидами без выпадения осадка. Расчеты демонстрируют, что его применение снижает индивидуальный пожарный риск до допустимых значений.

Научная новизна. Впервые проведена комплексная оценка ингибитора на основе полиакрилата натрия, доказывающая не только его высокие защитные свойства (эффективность 90 %), но и прямое влияние

на снижение вероятности аварийных ситуаций, связанных с коррозионными повреждениями, и как следствие – на уровень пожарного риска.

Практическая значимость. Разработанный ингибитор является экологичной и экономически эффективной альтернативой традиционным нитрит- и фосфатсодержащим составам. Его внедрение на объектах трубопроводного транспорта позволит значительно повысить промышленную безопасность за счет снижения частоты разгерметизации трубопроводов и, как следствие, минимизации риска возникновения пожаров и взрывов.

Ключевые слова: коррозия; ингибитор; полиакрилат натрия; пожарный риск.

Для цитирования: Хафизов И. Ф., Султанов Р. М., Бакиров Д. Р. Исследование физико-химических свойств и противопожарной эффективности ингибитора коррозии на основе полиакрилата натрия // Научный вестник НИИ «Респиратор». – 2025. – № 4 (62). – С. 26–34. – EDN OTOMCI

Objective. Comprehensive study of the physicochemical properties and fire protection efficiency of a new sodium polyacrylate-based corrosion inhibitor for application at main oil pipeline facilities.

Methodology. Standardized methods were used to evaluate the inhibitor properties: determination of the pour point (GOST 20287-91), kinematic viscosity (GOST 33-2000), and density (GOST 18995.1-73). Compatibility with reservoir fluids was studied by visual monitoring of mixtures with oil and formation water. Assessment of the impact on fire safety was carried out using event tree analysis and risk calculations in the TOXI^{+Risk} software package for a section of a main oil pipeline.

Results. The inhibitor was found to have optimal performance characteristics: low pour point (-8°C), kinematic viscosity of $1.42 \text{ mm}^2/\text{s}$, and full compatibility with reservoir fluids without sediment formation. Calculations demonstrate that its application reduces individual fire risk to acceptable levels.

Scientific novelty. For the first time, a comprehensive assessment of a sodium polyacrylate-based inhibitor has been conducted, proving not only its high protective properties (90 % efficiency) but also its direct impact on reducing the probability of accidents related to corrosion damage and, consequently, on the level of fire risk.

Practical significance. The developed inhibitor is an environmentally friendly and cost-effective alternative to traditional nitrite- and phosphate-containing compositions. Its implementation at pipeline transport facilities will significantly enhance industrial safety by reducing the frequency of pipeline leaks and, as a result, minimizing the risk of fires and explosions.

Key words: corrosion; inhibitor; sodium polyacrylate; fire risk.

For citation: Khafizov I. F., Sultanov R. M., Bakirov D. R. Investigation of the physicochemical properties and fire-retardant efficacy of a sodium polyacrylate-based corrosion inhibitor. *Scientific bulletin of the NII «Respirator»*, 2025, no. 4 (62), pp. 26-34. EDN OTOMCI

Сергей Геннадьевич Алексеев, канд. хим. наук, доцент, ст. науч. сотр.; e-mail: 3608113@mail.ru
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научно-инженерный центр
«Надежность и ресурс больших систем и машин» Уральского отделения РАН
620049, Екатеринбург, ул. Студенческая, 54-а. Тел.: +7 (343) 374-16-82

Sergey Gennad'evich Alexeev, Cand. of Chem. Sci., Associate Professor, Senior Researcher;
e-mail: 3608113@mail.ru
Science and Engineering Center «Reliability and Safety of Large Systems and Machines»
of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences
620049, Yekaterinburg, Studencheskaya St., 54-a. Phone: +7(343) 374-16-82

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ УДАРНОЙ ВОЛНЫ В РЕЖИМЕ ДЕТОНАЦИИ

COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS TO PREDICT OVERPRESSURE OF AIR SHOCK WAVE IN DETONATION MODE

Цель. Повышение эффективности мероприятий по взрывопожарной защите промышленных объектов на основе выявления наиболее оптимального метода прогнозирования последствий взрывов топливно-воздушных смесей в режиме детонации.

Методы. Аналитические методы исследования, приведенные в руководстве по безопасности «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей» от 2022 г. (метод 1) и ГОСТ Р 12.3.047-2012 (метод 2), а также мультиэнергетический метод Нидерландской организации прикладных

научных исследований (метод 3), метод Бейкера-Стрелоу-Танга (метод 4) и программа «Расчет параметров взрыва газопаровоздушных смесей. Версия 2» (метод 5).

Результаты. Установлено, что метод 2 и метод 4 неоправданно завышают коэффициент участия горючего вещества во взрыве (Z), поэтому их использование для определения избыточного давления воздушной ударной волны при детонации топливно-воздушной смеси не рекомендуется.

Методы 1, 3 и 5 дают приемлемые результаты оценки воздействия воздушной ударной волны, однако для применения метода 1 требуется внесение дополнительных изменений, расширяющих круг веществ, которые могут взрываться в режиме детонации.

Научная новизна. Показана возможность применения альтернативных способов оценки последствий взрыва топливно-воздушных смесей в режиме детонации.

Практическая значимость. Полученные результаты исследования позволяют повысить эффективность планирования и реализации мероприятий по взрывопожарной защите промышленных объектов.

Ключевые слова: взрыв; пожар; топливно-воздушная смесь; детонация; авария.

Для цитирования: Алексеев С. Г. Сравнительный анализ методик прогнозирования избыточного давления воздушной ударной волны в режиме детонации // Научный вестник НИИ «Респиратор». – 2025. – № 4 (62). – С. 35–41. – EDN CNQBNZ

Objective. Enhancing the effectiveness of industrial fire protection measures by identifying the most optimal method for predicting the effects of fuel-air mixture explosions in the detonation mode.

Methods. Analytical methods of the study given in the safety manual «Methodology for assessing the consequences of accidental explosions of fuel-air mixtures» from 2022 (method 1) and GOST R 12.3.047-2012 (method 2), as well as multi-energy method of the Netherlands Organization for Applied Scientific Research / Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (method 3), the Baker-Strehlow-Tang (method 4) and the Program «Calculation of explosion parameters of gas-vapor-air mixtures. Version 2» (method 5).

Results. Methods 2 and 4 have been found to inappropriately overstate the fuel factor in the explosion (Z), so their use for determining the excess pressure of an air shock wave when detonating a fuel-air mixture (hereinafter TBC) is not recommended.

Methods 1, 3 and 5 provide acceptable results for the evaluation of the effects of an air shock wave, but the application of method 1 requires additional modifications to expand the range of substances that can be detonated in the detonation mode.

Scientific novelty. The possibility of using alternative ways to estimate the consequences of explosion of fuel-air mixtures in detonation mode is shown.

Practical significance. Taking into account the results of the study will make it possible to plan and implement activities for the explosion-fire protection of industrial facilities more effectively.

Key words: explosion; fire; fuel-air mixture; detonation; accident.

For citation: Алексеев С. Г. Comparative analysis of methods to predict overpressure of air shock wave in detonation mode. *Scientific bulletin of the NII «Respirator»*, 2025, no. 4 (62), pp. 35-41. EDN CNQBNZ

Светлана Александровна Гарелина, канд. техн. наук., доц., профессор кафедры;
e-mail: s.garelina@agz.50.mchs.gov.ru

Константин Павлович Латышенко, д-р техн. наук, проф., профессор кафедры;
e-mail: kplat@mail.ru

Алексей Юрьевич Скрыников, старший преподаватель Института развития МЧС России;
e-mail: skrynnikov@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Академия гражданской защиты Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени генерал-лейтенанта Д. И. Михайлика»
141435, Московская обл., г. Химки, мкр. Новогорск, ул. Соколовская, 1А. Тел.: 8 (498) 699-05-59

Svetlana Aleksandrovna Garelina, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, Professor of the Department;
e-mail: s.garelina@agz.50.mchs.gov.ru

Konstantin Pavlovich Latyshenko, Dr. of Tech. Sci., Professor, Professor of the Department;
e-mail: kplat@mail.ru

Alexey Yuryevich Skrynnikov, Senior Lecturer of the Institute of Development of the Ministry of Emergency Situations of Russia; e-mail: skrynnikov@yandex.ru

К ВОПРОСУ ОБОСНОВАНИЯ СИСТЕМЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

ON THE ISSUE OF SUBSTANTIATION OF THE LOCALIZATION SYSTEM SPILLS OF OIL AND PETROLEUM PRODUCTS

Цель. Сокращение времени проведения мероприятий по локализации разливов нефти и нефтепродуктов путем обоснования системы локализации разливов нефти и нефтепродуктов, с целью комплексного подхода к мероприятиям по локализации и применению мобильных технических средств локализации в рамках ограничений, определяемых существующими нормативно-техническими актами и экономическими условиями.

Методика. Подход основан на анализе существующих решений к формированию систем, определению их элементов и взаимосвязи между ними. Объединение элементов различной природы в единую систему формирует взаимосвязь их параметров, в том числе мобильных технических средств и мероприятий с их применением, что обеспечивает сочетание теоретической обоснованности и практической применимости.

Результаты. Выявлены системные признаки и обоснован состав системы локализации разливов нефти и нефтепродуктов. На основании анализа нормативно-технических документов введены ограничения. Обоснован перечень параметров исследуемой системы.

Система локализации разливов нефти и нефтепродуктов включает три взаимосвязанных элемента: мероприятия по локализации разливов, мобильные технические средства локализации разливов, нормативно-технические документы, требования которых формируют ограничения и обосновывают ее параметры. Для проведения мероприятий по локализации разливов нефти и нефтепродуктов на опасных производственных объектах предложена конструкция мобильного технического средства локализации разливов, применение которого может оказать значительное влияние на параметры системы локализации разливов нефти и нефтепродуктов.

Научная новизна. Заключается в комплексном подходе к исследованию эффективности мероприятий по локализации разливов ННП путем их объединения с техническими средствами и финансово-нормативными ограничениями в систему локализации разливов нефти и нефтепродуктов.

Практическая значимость. Позволит определить в рамках выделенных средств рациональные параметры технических средств локализации разливов ННП и проводимых мероприятий с учетом существующих ограничений.

Ключевые слова: нефть и нефтепродукты; авария с разливом нефти и нефтепродуктов; чрезвычайная ситуация; мероприятия по локализации разливов; технические средства локализации; система локализации разливов нефти и нефтепродуктов; ущерб при чрезвычайных ситуациях.

Для цитирования: Гарелина С. А., Латышенко К. П., Скрыников А. Ю. К вопросу обоснования системы локализации разливов нефти и нефтепродуктов // Научный вестник НИИ «Респиратор». – 2025. – № 4 (62). – С. 42–48. – EDN GEOQRW

Objective. Improving the efficiency of measures to localize oil and oil products spills by substantiating the oil and oil products spill containment system, in order to take an integrated approach to measures for localization and the use of mobile technical means of containment within the limits determined by existing regulatory and technical acts and economic conditions.

Methods. The approach is based on the analysis of existing solutions to the formation of systems, the definition of their elements and the relationship between them. The combination of elements of different nature into a single system forms the interconnection of their parameters, including mobile technical means and measures with their application, which provides a combination of theoretical validity and practical applicability.

Results. Systemic features are identified and the composition of the oil and oil products spill containment system is substantiated. Based on the analysis of regulatory and technical documents, restrictions have been introduced. The list of parameters of the system under study is substantiated. The oil and petroleum products spill containment system include three interrelated elements: spill containment measures, mobile technical means of spill containment, regulatory and technical documents, the requirements of which form restrictions, and also substantiate the parameters of the system under study. In order to carry out measures to localize oil and oil product spills at hazardous production

facilities, the design of a mobile technical means of spill containment is proposed, the use of which can have a significant impact on the parameters of the oil and oil products spill containment system.

Scientific novelty. It consists in an integrated approach to the study of the effectiveness of measures to localize oil and petroleum products spills by combining them with technical means and financial and regulatory restrictions into a system for localizing oil and petroleum products spills.

Practical significance. It will make it possible to determine, within the allocated funds, the rational parameters of technical means for the containment of NNP spills and the measures taken, taking into account the existing restrictions.

Key words: *oil and oil products; oil and oil products spill accident; emergency; spill containment measures; technical means of containment; oil and oil products spill containment system; damage in emergency situations.*

For citation: Gareina S. A., Latyshenko K. P., Skrynnikov A. Yu. On the issue of substantiation of the localization system spills of oil and petroleum products. *Scientific bulletin of the NII «Respirator»*, 2025, no. 4 (62), pp. 42-48. EDN GEOQRW

Руслан Сергеевич Плетенецкий, ст. науч. comp.; e-mail: zoloto-russland@yandex.ru

Федеральное государственное казенное учреждение

«Научно-исследовательский институт «Респиратор» МЧС России»

283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: +7 (856) 252-78-45

Ruslan Sergeyevich Pletenetskiy, Senior Researcher; e-mail: zoloto-russland@yandex.ru

Federal State Institution «The Scientific Research Institute «Respirator» EMERCOM of Russia»

283048, Donetsk, Artema St., 157. Phone: +7 (856) 252-78-45

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ СОРБЦИИ В РЕГЕНЕРАТИВНОМ ДЫХАТЕЛЬНОМ АППАРАТЕ

MATHEMATICAL MODEL OF SORPTION DYNAMICS IN A REGENERATIVE BREATHING APPARATUS

Цель. Разработка математической модели динамики хемосорбции диоксида углерода кислородсодержащим продуктом на основе надпероксида калия для увеличения времени защитного действия и снижения температуры вдыхаемой газовой смеси.

Методы. Методы математического моделирования процессов адсорбции диоксида углерода кислородсодержащим продуктом.

Результаты. Предложена математическая модель динамики хемосорбции диоксида углерода кислородсодержащим продуктом с учетом тепломассообмена в реакциях регенерации газовой дыхательной смеси.

Научная новизна. Предложенная математическая модель динамики хемосорбции диоксида углерода отличается тем, что учитывает энталпии сорбента и потока газовоздушной смеси, а также коэффициент теплоотдачи, отнесенный к единице объема слоя зернистого поглотителя.

Практическая значимость. Полученные результаты исследований могут являться научным обоснованием по совершенствованию и разработке дыхательных аппаратов с оптимальными техническими параметрами.

Ключевые слова: *дыхательный аппарат; средства индивидуальной защиты органов дыхания; респиратор; регенерация; сорбция; хемосорбция; регенеративный продукт; кислородсодержащий продукт.*

Для цитирования: Плетенецкий Р. С. Математическая модель динамики сорбции в регенеративном дыхательном аппарате // Научный вестник НИИ «Респиратор». – 2025. – № 4 (62). – С. 49–57. – EDN LGDOZA

Purpose. Development of a mathematical model of the dynamics of chemisorption of carbon dioxide with an oxygen-containing product based on potassium superoxide to improve the technical parameters of the respirator, in particular, to increase the protective action time.

Methods. Analytical methods for investigation of adsorption processes of regenerative products.

Results. Mathematical model of dynamics of chemisorption of carbon dioxide with oxygen-containing product is proposed.

Scientific novelty. Proposed mathematical model of dynamics of carbon dioxide chemisorption differs by taking into account enthalpy of sorbent and flow of gas-air mixture, as well as heat transfer coefficient related to unit volume of granular absorber layer.

Practical significance. The research results obtained can be used in the development of new models of respirators with improved technical characteristics.

Keywords: breathing apparatus; personal respiratory protection equipment; respirator; regeneration; sorption; chemisorption; regenerative product; oxygen-containing product.

For citation: Pletenetskiy R. S. Mathematical model of sorption dynamics in a regenerative breathing apparatus. *Scientific Bulletin of the NII «Respirator»*, 2025, no. 4 (62), pp. 49-57. EDN LGDOZA

Виктория Валентиновна Лебедева, канд. техн. наук, нач. отд.; e-mail: v.lebedeva@80.mchs.gov.ru

Олег Владимирович Храпоненко, ст. науч. сотр.; e-mail: o.hraponenko@80.mchs.gov.ru

Оксана Николаевна Щербакова, науч. сотр.; e-mail: astra-jasmin@mail.ru

Федеральное государственное казенное учреждение

«Научно-исследовательский институт «Респиратор» МЧС России»

283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: +7 (856) 252-78-55

Victoria Valentinovna Lebedeva, Cand. of Tech. Sci., Head of Dep.; e-mail: v.lebedeva@80.mchs.gov.ru

Oleg Vladimirovich Khraponenko, Senior Researcher; e-mail: o.hraponenko@80.mchs.gov.ru

Oksana Nikolaevna Shcherbakova, Researcher; e-mail: astra-jasmin@mail.ru

Federal State Institution «The Scientific Research Institute «Respirator» EMERCOM of Russia»

283048, Donetsk, Artema St., 157. Phone: +7 (856) 252-78-55

ВЛИЯНИЕ МЕТАКАОЛИНА НА СВОЙСТВА БЫСТРОТВЕРДЕЮЩЕГО МАТЕРИАЛА ВЗРЫВОУСТОЙЧИВЫХ ПЕРЕМЫЧЕК

INFLUENCE OF METAKAOLIN ON THE PROPERTIES OF FAST-SETTING MATERIAL EXPLOSIVE-RESISTANT SEALINGS

Цель. Экспериментальная оценка влияния содержания метакаолина на сроки схватывания и прочность на сжатие материала для возведения шахтных взрывоустойчивых перемычек.

Методы. Стандартные методы определения сроков схватывания цементно-шлакового раствора и предела прочности при сжатии отверженного материала.

Результаты. Исследовано влияние высокоактивной аморфной добавки метакаолина ВМК-45 в диапазоне концентраций 5...15 масс. % на время начала и окончания схватывания цементно-шлакового раствора, а также на предел прочности при сжатии отверженного материала. В качестве вяжущего использован портландцемент без минеральных добавок ЦЕМ I 42,5Н в сочетании с доменным отвальным шлаком Донецкого металлургического завода. Приведен анализ экспериментальных данных, обосновывающих наиболее рациональную массовую концентрацию метакаолина в компонентном составе быстротвердеющего материала.

Научная новизна. Установлено процентное содержание метакаолина в цементно-шлаковом составе, позволяющее получить быстротвердеющий материал с необходимыми реологическими и высокими прочностными характеристиками.

Практическая значимость. Результаты исследований имеют важное практическое значение не только для создания быстротвердеющего материала с ранним набором механической прочности для возведения взрывоустойчивых изолирующих сооружений в угольных шахтах, но и в аспекте повышения уровня экологической безопасности за счет использования промышленных отходов – доменного отвального металлургического шлака.

Ключевые слова: высокоактивная аморфная добавка; водотвердое отношение; цементно-шлаковая смесь; механическая прочность; подвижность цементно-шлакового раствора.

Для цитирования: Лебедева В. В., Храпоненко О. В., Щербакова О. Н. Влияние метакаолина на свойства быстротвердеющего материала взрывоустойчивых перемычек // Научный вестник НИИ «Респиратор». – 2025. – № 4 (62). – С. 58–63. – EDN PHMDUK

Purpose. Experimental evaluation of the effect of metakaolin addition on the setting time and compressive strength of cement-slag material for the construction of mine explosion-resistant lintels.

Methods. Standard methods for determining the setting time of cement-slag mortar and the compressive strength of the cured material.

Results. The effect of a highly active amorphous additive, VMK-45, at concentrations of 5...15 mass. %, on the start and end times of setting of a cement-slag mortar, as well as on the compressive strength of the cured material, has been studied. Portland cement CEM I 42.5N was used as a binder, combined with blast furnace slag from the Donetsk Metallurgical Plant. The article provides an analysis of experimental data that substantiates the most rational mass concentration of metakaolin in the component composition of the fast-hardening material.

Scientific novelty. The most rational content of metakaolin in the cement-slag composition has been determined, which allows for the production of a fast-hardening material with the necessary rheological and high strength characteristics.

Practical significance. The research results are of great practical importance not only for creating a fast-hardening material with early mechanical strength for the construction of explosion-resistant isolation structures in coal mines, but also for improving environmental safety by using industrial waste, such as blast furnace slag.

Keywords: *highly active amorphous additive; water-solid ratio; cement-slag mixture; mechanical strength; and fluidity of cement-slag mortar.*

For citation: Lebedeva, V. V., Khraponenko, O. V., Shcherbakova, O. N. Influence of metakaolin on the properties of fast-setting material explosive-resistant sealings. *Scientific Bulletin of the NII «Respirator»*, 2025, no. 4 (62), pp. 58-63. EDN PHMDUK

Валерий Дмитриевич Ашихмин, ст. науч. сотр.; e-mail: dmitrievich.valery@yandex.ru

ГБУ «Макеевский научно-исследовательский институт по безопасности работ в горной промышленности»

Тел.: +7 (949) 442-54-59

Роман Александрович Тишин, канд. техн. наук, вед. науч. сотр.; e-mail: r.tishin@80.mchs.gov.ru

Александр Викторович Мавроди, канд. техн. наук, нач. отд.; e-mail: a.mavrodi@80.mchs.gov.ru

Федеральное государственное казенное учреждение

«Научно-исследовательский институт «Респиратор» МЧС России»

283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: +7 (856) 252-78-43

Valery Dmitrievich Ashikhmin, Senior Researcher; e-mail: dmitrievich.valery@yandex.ru

State Budgetary Institution «Makeyevka Research Institute for Safety in the Mining Industry»

Phone: +7 (949) 442-54-59

Roman Aleksandrovich Tishin, Cand. of Tech. Sci., Leading Researcher; e-mail: r.tishin@80.mchs.gov.ru

Aleksandr Viktorovich Mavrodi, Cand. of Tech. Sci., Head of Dep.; e-mail: mavrodi-av@mail.ru

Federal State Institution «The Scientific Research Institute «Respirator» EMERCOM of Russia»

283048, Donetsk, Artema St., 157. Phone: +7 (856) 252-78-43

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕГАЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ СТОЛБОВОЙ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF DEGASSING IN THE CONDITIONS OF THE PILLAR MINING SYSTEM

Цель. Оценка эффективности дегазации подрабатываемых угольных пластов и пластов-спутников скважинами для разработки требований безопасного функционирования средств дегазации.

Методика. Анализ и обобщение результатов теоретических и натурных исследований эффективности дегазации угольных шахт Донбасса.

Результаты. Получены зависимости эффективности дегазации: от создаваемого разрежения в скважинах при различных их диаметрах, количества одновременно работающих дегазационных скважин и газовыделения из дегазируемых пластов-спутников.

Научная новизна. Установлена зависимость эффективности дегазации: от разрежения в дегазационных скважинах и газовыделения из дегазируемых пластов-спутников.

Практическая значимость. Полученные результаты позволяют повысить эффективность дегазации подрабатываемых пластов-спутников дегазационными скважинами в среднем на 30–35 %, а также безопасность ведения горных работ угольных шахт.

Ключевые слова: *столбовая система разработки; подрабатываемый угольный пласт; метановыделение; пласт-спутник; дегазационная скважина; эффективность дегазации; каптаж метана.*

Для цитирования: Ашихмин В. Д., Тишин Р. А., Мавроди А. В. Оценка эффективности дегазации в условиях столбовой системы разработки // Научный вестник НИИ «Респиратор». – 2025. – № 4 (62). – С. 64–76. – EDN BAPWLT

Purpose. Evaluation of the effectiveness of degassing of coal seams and satellite seams by wells, as well as setting requirements for degassing equipment for its safe operation.

Methods. Analysis and generalization of the results of theoretical and field studies of the effectiveness of degassing of coal mines in Donbass. The data obtained characterize the distribution of total methane emissions by individual satellites in half of all degassed mines in Donbass. Such a sample is quite sufficient to judge the maximum possible effectiveness of de-gassing in general.

Results. The dependences of the degassing efficiency are obtained: on the discharge in wells at different diameters, on the number of simultaneously operating degassing wells, on the discharge in degassing wells and gas release from degassed satellites.

Scientific novelty. The dependence of the degassing efficiency on the discharge in degassing wells and gas release from degassed satellites has been established.

Practical significance. The results obtained will increase the efficiency of degassing of the satellites being worked by degassing wells by an average of 30-35 % and thereby reduce gas contamination and fire safety in mining operations.

Keywords: pillar mining system; mined coal seams and interlayers (satellites); methane release; degassing wells; parameters of degassing wells; degassing efficiency; methane production.

For citation: Ashikhmin V. D., Tishin R. A., Mavrodi A. V. Evaluation of the efficiency of degassing in the conditions of the pillar mining system. *Scientific Bulletin of the NII «Respirator»*, 2025, no. 4 (62), pp. 64-76. EDN BAPWLT

Андрей Петрович Кирьян, канд. техн. наук, начальник института; e-mail: andrei-kiryan@mail.ru

Федеральное государственное казенное учреждение

«Научно-исследовательский институт «Респиратор» МЧС России»

283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: +7 (856) 252-78-01

Andrey Petrovich Kiryan, Cand. of Tech. Sci., Head of the Institute; e-mail: andrei-kiryan@mail.ru

Federal State Institution «The Scientific Research Institute «Respirator» EMERCOM of Russia»

283048, Donetsk, Artema St., 157. Phone: +7 (856) 252-78-01

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ПРОТИВОГАЗОТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ РАБОТНИКОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ И ГОРНОСПАСАТЕЛЕЙ

ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF IMPLEMENTATION OF NEW MEANS OF INDIVIDUAL GAS AND HEAT PROTECTION FOR COAL MINING WORKERS AND MINE RESCUE WORKERS

Цель. Выполнить оценку финансово-экономической эффективности внедрения новых средств индивидуальной противогазотепловой защиты работников угольных шахт и горноспасателей для повышения безопасности труда и эффективности ликвидации аварий.

Методы. Аналитический и теоретический метод исследования с обработкой результатов при использовании пакетов прикладных компьютерных программ.

Результаты. Проведена оценка финансово-экономической эффективности внедрения новых средств индивидуальной противогазотепловой защиты. Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения предложенных средств, увеличения производительности труда горноспасателей и снижения ущерба при тушении подземных пожаров составит 45 908 тыс. руб.

Научная новизна. Предложены новые технические средства индивидуальной противогазотепловой защиты работников угольных шахт и горноспасателей, внедрение которых в производственную деятельность угольных шахт и подразделения горноспасательной службы позволит сохранить жизнь и здоровье горнорабочих и горноспасателей при высоких эрготермических нагрузках и при этом получить социальный и экономический эффекты путем повышения безопасности труда и эффективности ведения горноспасательных работ.

Практическая значимость. Внедрение новых средств индивидуальной противогазотепловой защиты позволит повысить безопасность труда работников угольных шахт и горноспасателей, а также эффективность ведения горноспасательных работ.

Ключевые слова: угольная шахта; аварийный участок; горная выработка; противогазотепловая защита; горнорабочий; горноспасатель; повышение безопасности труда; повышение эффективности ликвидации аварий; оценка финансово-экономического эффекта.

Для цитирования: Кирьян А. П. Оценка эффективности внедрения новых средств индивидуальной противогазотепловой защиты работников угольных шахт и горноспасателей // Научный вестник НИИ «Респиратор». – 2025. – № 4 (62). – С. 77–87. – EDN CTJFMN

Purpose. Conduct an assessment of the financial and economic efficiency of introducing new means of individual gas and heat protection for coal mine workers and mine rescuers to improve occupational safety and the efficiency of accident response.

Methods. Analytical and theoretical research methods were used with the processing of results using application software packages.

Results. Research has been conducted to assess the financial and economic efficiency of introducing new personal gas and heat protection equipment. The expected annual economic effect from introducing the proposed equipment, increasing the productivity of mine rescuers and reducing damage when extinguishing underground fires will amount to 55,487 thousand rubles.

Scientific novelty. New technical means of individual gas and heat protection for coal mine workers and mine rescuers are proposed, the introduction of which into the production activities of coal mines and mine rescue service units will help preserve the lives and health of miners and mine rescuers under high ergothermic loads and at the same time achieve social and economic effects by increasing labor safety and the efficiency of emergency mine rescue operations.

Practical value. Introducing new means of individual gas and heat protection will improve the safety of coal mine workers and rescuers, as well as the effectiveness of mine rescue operations.

Keywords: coal mine; emergency area; mine workings; gas and heat protection; miner; mine rescuer; improving occupational safety; improving the efficiency of accident response; assessing the financial and economic effect.

For citation. Kiryan A. P. Assessment of the efficiency of implementation of new means of individual gas and heat protection for coal mining workers and mine rescue workers. *Scientific Bulletin of the NII «Respirator»*, 2025, no. 4 (62), pp. 77-87. EDN CTJFMN

Светлана Александровна Гарелина, канд. техн. наук., доц., профессор кафедры;
e-mail: s.garelina@agz.50.mchs.gov.ru

Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Академия гражданской защиты Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени генерал-лейтенанта Д. И. Михайлика»

141435, Московская обл., г. Химки, мкр. Новогорск, ул. Соколовская, 1А. Тел.: 8 (498) 699-05-59

Svetlana Aleksandrovna Garelina, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, Professor of the Department;
e-mail: s.garelina@agz.50.mchs.gov.ru
Federal State Budget Military Educational Institution of Higher Education
«The Civil Defence Academy of EMERCOM of Russia»
141435, Moscow region, Khimki, md. Novogorsk, Sokolovskaya st., 1A. Phone: 8(498)699-05-59

КОНЦЕПЦИЯ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

THE CONCEPT OF A RISK-ORIENTED SYSTEM OF TECHNICAL MEANS FOR THE PREVENTION OF EMERGENCIES AT INDUSTRIAL ENTERPRISES

Цель. Обоснование параметров интегрированной системы технических средств, объединяющей мониторинг производственного процесса и переработку отходов в рамках риск-ориентированного подхода, для снижения техногенного риска на промышленных предприятиях.

Методы. В работе использован системный подход, основанный на интеграции метрологических характеристик средств мониторинга и контроля с параметрами переработки отходов в модели количественной

оценки техногенного риска. Применено математическое моделирование для установления зависимости между неопределенностью измерений и величиной потенциального ущерба, а также для обоснования рациональных сроков эксплуатации полигонов и оптимального момента запуска переработки отходов в условиях ограниченности ресурсов.

Результаты. Получены аналитические соотношения, связывающие неопределенность измерений (среднюю квадратическую погрешность) с оценкой потенциального ущерба; обоснована асимметрия последствий ошибок I и II рода (ложные срабатывания ведут к избыточным затратам, пропуски опасных событий – к росту ущерба от развития сценариев). Сформулирован критерий «ущерб – средняя квадратическая погрешность» для обоснования требований к точности средств мониторинга и контроля. Предложена модель годового техногенного риска для полигонов отходов, в которой риск выражен через скорость накопления и площадь размещения. На основе компромиссной функции затрат на предупреждение и компенсацию ущерба показано существование оптимума и выведены условия расчёта оптимальных параметров (в том числе времени эксплуатации полигона и момента запуска переработки) при заданных исходных данных и ресурсных ограничениях.

Научная новизна. Впервые предложен критерий «ущерб – средняя квадратическая погрешность» для количественной оценки влияния метрологических характеристик на уровень техногенного риска. Разработана концепция интеграции мониторинга и переработки отходов в единую систему технических средств для предупреждения ЧС техногенного характера на промышленных предприятиях. Сформирована модель оптимизации сроков эксплуатации полигонов и запуска переработки, учитывающая риск и ресурсные ограничения. Это позволяет перейти от фрагментарных решений к целостному риск-ориентированному управлению промышленной безопасностью.

Практическая значимость. Возможность применения предложенного подхода при обосновании финансовых решений, разработке программ повышения промышленной безопасности и выборе приоритетных направлений модернизации технической инфраструктуры объектов с высоким техногенным риском. Это особенно актуально в условиях ограниченного бюджета и необходимости соблюдения экологических нормативов.

Ключевые слова: *риск-ориентированный подход; предупреждение ЧС; промышленная безопасность; неопределенность измерений; переработка отходов; средства мониторинга и контроля; количественная оценка риска; материальный ущерб.*

Для цитирования: Гарелина С. А. Концепция риск-ориентированной системы технических средств для предупреждения чрезвычайных ситуаций на промышленных предприятиях // Научный вестник НИИ «Респиратор». – 2025. – № 4 (62). – С. 88–100. – EDN GHKFHX

Objective. To reduce man-made risk at industrial enterprises through the substantiation of parameters of an integrated system of technical means that combines process monitoring and waste processing within a risk-oriented approach.

Methods. The study employs a system approach, which considers the enterprise as an integrated set of interrelated elements. The metrological characteristics of monitoring and control instruments are analyzed in conjunction with waste-processing parameters within a quantitative risk assessment model. Mathematical modeling is applied to establish the relationship between measurement uncertainty and potential damage, as well as to substantiate rational landfill operation periods and the optimal timing for initiating waste processing under resource constraints.

Results. Analytical relationships have been obtained linking measurement uncertainty (root mean square error) with the delay in detecting a threshold state and the estimation of potential damage. The asymmetry of the consequences of Type I and Type II errors has been substantiated: false alarms lead to excessive costs, while missed hazardous events result in increased damage due to the development of accident scenarios. A «damage–root mean square error» criterion has been formulated to justify the accuracy requirements for monitoring and control systems. A model of annual technogenic risk for waste disposal sites has been proposed, in which the risk is expressed through the waste accumulation rate and the disposal area. Based on a compromise function of prevention and damage compensation costs, the existence of an optimum has been demonstrated, and conditions have been derived for calculating optimal parameters – including landfill operation time and the initiation moment of waste processing – under specified initial data and resource constraints.

Scientific novelty. For the first time, the «damage – root mean square error» criterion is proposed for the quantitative assessment of the influence of metrological characteristics on risk levels. A concept is developed for integrating monitoring and waste processing into a unified system of technical means for the prevention of man-made emergencies at industrial enterprises. A model has been formed for optimizing landfill operation periods and the initiation of waste processing, taking into account integral risk and resource limitations. This makes it possible to shift from fragmented solutions to a holistic risk-oriented management of industrial safety.

Practical value. The practical significance of the proposed approach lies in its applicability for substantiating financial decisions, developing programs to enhance industrial safety, and selecting priority directions for the

modernization of technical infrastructure at high-risk facilities. This is particularly relevant under conditions of limited budgets and strict environmental regulations.

Keywords: *risk-oriented approach; emergency prevention; industrial safety; measurement uncertainty; waste processing; monitoring and control instruments; quantitative risk assessment; material damage.*

For citation: Gareina S. A. The concept of a risk-oriented system of technical means for the prevention of emergencies at industrial enterprises. *Scientific bulletin of the NII «Respirator»*, 2025, no. 4 (62), pp. 88-100. EDN GHKFHX

Анатолий Иосифович Фомин, д-р техн. наук, профессор кафедры; e-mail: fai.aotp@kuzstu.ru

Александр Иванович Копытов, д-р техн. наук, профессор кафедры; e-mail: kai.spssh@kuzstu.ru

Владимир Геннадьевич Михайлов, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой; e-mail: mvg.eohp@kuzstu.ru

Ренат Рашитович Рафиков, аспирант, e-mail: renat_rafikov@bk.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

650000, Кемеровская область, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28. Тел.: +7 (3842) 39-63-70

Anatoly Iosifovich Fomin, Dr. of Tech. Sci., Professor of the Department; e-mail: fai.aotp@kuzstu.ru

Alexander Ivanovich Kopytov, Dr. of Tech. Sci., Professor of the Department; e-mail: kai.spssh@kuzstu.ru

Vladimir Gennadievich Mikhaylov, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, Head of the Department; e-mail: mvg.eohp@kuzstu.ru

Renat Rashitovich Rafikov, Postgraduate Student, e-mail: renat_rafikov@bk.ru

T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

650000, Kemerovo Region, Kemerovo, Vesennaya St., 28. Phone: +7 (3842) 39-63-70

ВНЕДРЕНИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ В ЗАЩИТНЫЕ КАСКИ

INTRODUCTION OF INTEGRATED VENTILATION SYSTEMS INTO PROTECTIVE HELMETS

Цель. Исследовать процессы воздействия повышенных температур на человека при выполнении технологических операций на химическом производстве для повышения эффективности управления тепловой нагрузкой путем применения интегрированных вентиляционных систем в защитные каски и оценки преимущества и потенциала внедрения вентиляторов в каски для активного отвода тепла.

Методы. Исследование базируется на современных представлениях о процессах, происходящих с работником при производстве работ в условиях повышенной температуры и влажности, оценке условий трудовой деятельности при проведении специальной оценки условий труда на рабочих местах, выявлении вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса.

Результаты. Проведенные исследования позволили разработать интегрированную в каску фронтальную и тыльную вентиляционную систему.

Научная новизна. Предлагаемый авторами новый технический подход снижения тепловой нагрузки на голову является инновационным решением в области совершенствования и создания новых современных средств индивидуальной защиты, позволяющий снизить риски общих и профессиональных заболеваний работников и производственного травматизма, создать более комфортные условия труда.

Практическая значимость. Предлагаемая конструкция средства индивидуальной защиты головы – защитная каска не только обеспечивает защиту от внешних воздействий, но и предотвращает тепловой стресс, позволяет управлять тепловой нагрузкой, обеспечивает комфортные и безопасные условия труда на предприятиях химической промышленности, повышать безопасность и эффективность производства, сохранять жизнь и здоровье персонала.

Ключевые слова: *защитные каски; СИЗ; технологии вентиляции; тепловой стресс; температурный режим; эффективность и безопасность труда.*

Для цитирования: Фомин А. И., Копытов А. И., Михайлов В. Г., Рафиков Р. Р. Внедрение интегрированных вентиляционных систем в защитные каски // Научный вестник НИИ «Респиратор» – 2025. – № 4 (62). – С. 101–108. – EDN NXRDMD

Objective. To investigate the processes of the effect of elevated temperatures on a person when performing technological operations in a chemical production and to improve the efficiency of heat load management by applying

integrated ventilation systems in protective helmets and to evaluate the advantages and potential of introducing fans in helmets for active heat dissipation.

Methods. The study is based on modern ideas about the processes that occur to an employee when performing work in conditions of high temperature and humidity, assessing the working conditions during a special assessment of working conditions at workplaces, and identifying harmful and dangerous factors of the production environment and the work process.

Results. The conducted research made it possible to develop a front and rear ventilation system integrated into the helmet.

Scientific novelty. The new technical solution proposed by the authors is an innovative solution in the field of improving and creating new modern personal protective equipment.

Practical significance. The proposed design of a personal protective headgear – a protective helmet not only provides protection against external influences, but also prevents heat stress, allows for the management of thermal load, provides comfortable and safe working conditions in chemical industry enterprises, increase the safety and efficiency of production, preserve the life and health of personnel.

Keywords: protective helmets; personal protective equipment; ventilation technologies; heat stress; temperature conditions; efficiency and occupational safety.

For citation: Fomin A. I., Kropytov A. I., Mikhailov V. G., Rafikov R. R. Introduction of integrated ventilation systems into protective helmets. *Scientific bulletin of the NII «Respirator»*, 2025, no. 4 (62), pp. 101-108. EDN NXRDMD

Алексей Николаевич Янченко, начальник управления гражданской обороны и защиты населения; e-mail: a.yanchenko@80.mchs.gov.ru

Главное управление МЧС России по Донецкой Народной Республике
283048, Донецк, ул. Щорса, 60. Тел.: +7 (856) 340-62-88

Екатерина Кайржановна Джаletova, мл. науч. сотр.; e-mail: e.dzhaletova@80.mchs.gov.ru

Максим Константинович Томилов, мл. науч. сотр.; e-mail: m.tomilov@80.mchs.gov.ru

Федеральное государственное казенное учреждение

«Научно-исследовательский институт «Респиратор» МЧС России»
283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: +7 (856) 252-78-43

Alexey Nikolaevich Yanchenko, Head of the Department of Civil Defence and Population Protection; e-mail: a.yanchenko@80.mchs.gov.ru

Main Directorate of the EMERCOM of Russia for the Donetsk People's Republic
283048, Donetsk, Shchorsa St., 60. Phone: +7 (856) 340-62-88

Ekaterina Kairzhanovna Dzhaletova, Junior Researcher; e-mail: e.dzhaletova@80.mchs.gov.ru

Maksim Konstantinovich Tomilov, Junior Researcher; e-mail: m.tomilov@80.mchs.gov.ru

Federal State Institution «The Scientific Research Institute «Respirator» EMERCOM of Russia»
283048, Donetsk, Artema St., 157. Phone: +7 (856) 252-78-43

ОБОСНОВАНИЕ КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ УРОВНЯ ЗАЩИЩЕННОСТИ ПРОСТЕЙШИХ УКРЫТИЙ

JUSTIFICATION OF A SET OF MEASURES TO INCREASE THE SECURITY OF SIMPLE HIDES

Цель работы. Обоснование требований к переводу простейшего укрытия в разряд защитных сооружений гражданской обороны при военных конфликтах и при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера с учетом оценки его фактического технического состояния, защищенности в целом или отдельных элементов и технических систем.

Методы. Расчетные методы определения объемно-планировочных решений основных и вспомогательных помещений защитных сооружений гражданской обороны.

Результаты. Рекомендации о пригодности и возможности перепрофилирования простейшего укрытия, представленного в виде подвального помещения административного пятиэтажного здания, в убежище в условиях современных угроз и чрезвычайных ситуаций.

Научная новизна. Впервые обоснованы требования к простейшему укрытию для перевода его в разряд защитных сооружений гражданской обороны при военных конфликтах и при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на базе существующих инфраструктурных элементов.

Практическая значимость. На основании проведенных исследований разработаны рекомендации по адаптации простейшего укрытия, представленного в виде подвального помещения административного здания, к требованиям, предъявляемым к убежищам в условиях военных конфликтов и при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера для повышения защищенности укрываемых.

Ключевые слова: гражданская оборона; защитные сооружения гражданской обороны; простейшие укрытия; убежища; чрезвычайная ситуация; изменение типа защитных сооружений гражданской обороны; объемно-планировочные решения.

Для цитирования: Янченко А. Н., Джасалетова Е. К., Томилов М. К. Обоснование комплекса мероприятий по повышению уровня защищенности простейших укрытий // Научный вестник НИИ «Респиратор». – 2025. – № 4 (62). – С. 109–117. – EDN KYPVOT

Objective. To conduct an assessment of a simple shelter, represented by a basement room of an administrative five-story building, in order to evaluate its actual technical condition, including overall protection level or individual elements and technical systems. The goal is to substantiate requirements for upgrading it to the category of civil defence protective structures in case of military conflicts and emergencies of natural and man-made origin.

Methods. Calculation methods for determining the volumetric and planning solutions of the main and auxiliary rooms of civil defence protective structures.

Results. Recommendations regarding the suitability and possibility of re-purposing the simple shelter, represented by a basement room of an administrative five-story building, into a shelter suitable for modern threats and emergencies.

Scientific novelty. For the first time, the requirements for a simple shelter have been substantiated in order to convert it into a civil defense shelter in the event of military conflicts and natural and man-made emergencies based on existing infrastructure elements.

Practical significance. Based on the conducted research, recommendations have been developed for adapting the simplest shelter, which is a basement in an administrative building, to the requirements for shelters in the event of military conflicts and natural and man-made emergencies, in order to increase the safety of those who are sheltered.

Keywords: civil defence; civil defence protective structures; shelters; simple shelters; emergency situation; change of type of civil defence protective structures; space-planning solutions.

For citation: Yanchenko A. N., Dzhaletova E. K., Tomilov M. K. Justification of a set of measures to increase the security of simple hides. *Scientific Bulletin of the NII «Respirator»*, 2025, no. 4 (62), pp. 109-117. EDN KYPVOT
