

**Станислав Александрович Калякин**, д-р техн. наук, проф.; e-mail: [yglenit@gmail.com](mailto:yglenit@gmail.com);  
**Константин Николаевич Лабинский**, д-р техн. наук, доцент;  
e-mail: [science.donntu@mail.ru](mailto:science.donntu@mail.ru)

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Донецкий национальный технический университет»  
283001, Донецк, ул. Артема, 58. Тел.: +7 (949) 399-14-71; +7 (949) 303-61-83

**Евгений Александрович Головченко**, канд. техн. наук, нач. отд.; e-mail: [ennio\\_80@mail.ru](mailto:ennio_80@mail.ru);  
**Михаил Александрович Белокобыльский**, инж.; e-mail: [obep.niigd@list.ru](mailto:obep.niigd@list.ru)

Федеральное государственное казенное учреждение  
«Научно-исследовательский институт «Респиратор» МЧС России»  
283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел. +7 (949)-340-97-96; +7 (949) 381-61-96

**Stanislav Aleksandrovich Kalyakin**, Dr. Sci. (Tech.), professor; e-mail: [yglenit@gmail.com](mailto:yglenit@gmail.com);  
**Konstantin Nikolayevich Labinskiy**, Dr. Sci. (Tech.), associate professor;  
e-mail: [science.donntu@mail.ru](mailto:science.donntu@mail.ru)

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education  
«Donetsk national technical university»  
283001, Donetsk, Artema street, 58.

Phone: +7 (949) 303-61-83; +7 (949) 399-14-71.

**Yevgeny Aleksandrovich Golovchenko**, Cand. Sci. (Tech.), head of department;  
e-mail: [ennio\\_80@mail.ru](mailto:ennio_80@mail.ru);

**Mikhail Aleksandrovich Belokobylskiy**, engineer; e-mail: [obep.niigd@list.ru](mailto:obep.niigd@list.ru)

Federal State Institution “The Scientific Research Institute “Respirator” EMERCOM of Russia”  
283048, Donetsk, Artema street, 157. Phones: +7 (856) 332-78-83; +7 (949) 340-97-96

## СВЯЗЬ ЭНЕРГИИ АКТИВАЦИИ УГОЛЬНОГО АЭРОЗОЛЯ С ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТЬЮ THE CONNECTION OF ACTIVATION ENERGY OF A COAL AEROSOL WITH FLAMMABILITY AND EXPLOSIBILITY

**Цель.** Установить зависимость энергии активации угольной пыли от критической температуры самовозгорания для оценки ее пожаровзрывоопасности.

**Методы.** Экспериментальные и аналитические исследования энергии активации процесса окисления угольного аэрозоля различных шахтопластов Донбасса.

**Результаты.** Проведенные исследования показали, что уменьшение размера фракций угольной пыли до состояния аэрозоля влияет на химическую активность угля и энергию активации процесса окисления всех исследуемых шахтопластов и марок угля. Для углей различной степени склонности к самовозгоранию установлены зависимости энергии активации от критической температуры самовозгорания

**Научная новизна.** Впервые для фракций угольного аэрозоля установлены корреляционные зависимости энергии активации с пожаровзрывоопасностью угольной пыли.

**Практическая значимость.** Полученные результаты необходимо учитывать для оценивания опасности развития процесса самовозгорания в образующихся скоплениях угольной пыли. Установленные зависимости энергии активации от критической температуры самовозгорания позволяют повысить точность оценки пожаровзрывоопасных свойств угольного аэрозоля и безопасность ведения горных работ.

**Ключевые слова:** энергия активации; химическая активность угля; критическая температура самовозгорания; угольная пыль; угольный аэрозоль; пожаровзрывоопасность.

**Для цитирования:** Калякин С. А., Лабинский К. Н., Головченко Е. А., Белокобыльский М. А. Связь энергии активации угольного аэрозоля с пожаровзрывоопасностью // Научный вестник НИИ «Респиратор». – 2024. – № 3(61). – С. 7–16. EDN AHNXMA.

**Objective.** Determination relationship of the activation energy of coal dust on the critical temperature of spontaneous combustion to assess with flammability and explosibility.

**Methods.** Experimental and analytical studies of the activation energy of the oxidation process of coal aerosol of various of the Donets coalfields.

**Results.** The conducted studies showed that reducing the size of coal dust fractions to an aerosol state affects both the chemical activity of coal and the activation energy of the oxidation process of all studied coal seams and grades of coal. For coals with varying degrees of propensity to spontaneous combustion, the dependences of the activation energy on the critical temperature of spontaneous combustion have been established.

**Scientific novelty.** For the first time, correlations have been established for coal aerosol fractions, establishing a connection between the activation energy with flammability and explosibility of coal dust.

**Practical value.** The derived results should be considered in the assessment of the hazard of spontaneous combustion development in cases where there is a possibility of coal dust accumulations formation. The established relationships of the combustion and spontaneous combustion temperature of coal dust make it possible to increase the accuracy of assessing the fire and explosion hazard properties of the coal dust nanoparticles and the safety of the mining works.

**Keywords:** *activation energy; coal chemical activity; critical temperature of spontaneous combustion; coal dust; coal aerosol; flammability and explosibility.*

**For citation:** Kalyakin S. A., Labinsky K. N., Golovchenko Ye. A., Belokobylsky M. A. The connection of activation energy of a coal aerosol with flammability and explosibility. *Nauchnyy vestnik NII "Respirator"*, 2024, № 3(61), pp. 7-16. EDN AHNXMA.

**Валерий Владимирович Мамаев**, д-р техн. наук, гл. науч. сотр.;

e-mail: [respirator@80mchs.gov.ru](mailto:respirator@80mchs.gov.ru);

**Александр Владиславович Агарков**, канд. техн. наук, нач. отд.;

e-mail: [aleksander\\_agarkov@mail.ru](mailto:aleksander_agarkov@mail.ru);

**Дмитрий Сергеевич Буряк**, ст. науч. сотр.; e-mail: [buryak\\_ds@mail.ru](mailto:buryak_ds@mail.ru);

**Игорь Феликсович Дикенштейн**, науч. сотр.; e-mail: [opbush@mail.ru](mailto:opbush@mail.ru)

Федеральное государственное казенное учреждение

«Научно-исследовательский институт «Респиратор» МЧС России»

283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: +7 (856) 332-78-39

**Valery Vladimirovich Mamayev**, Dr. Sci. (Tech.), senior scientific researcher;

e-mail: [respirator@80mchs.gov.ru](mailto:respirator@80mchs.gov.ru);

**Aleksandr Vladislavovich Agarkov**, Cand. Sci. (Tech.), head of department;

e-mail: [aleksander\\_agarkov@mail.ru](mailto:aleksander_agarkov@mail.ru);

**Dmitry Sergeevich Buryak**, senior scientific. coll.; e-mail: [buryak\\_ds@mail.ru](mailto:buryak_ds@mail.ru);

**Igor Feliksovich Dikenshtein**, scientific assotiate; e-mail: [opbush@mail.ru](mailto:opbush@mail.ru)

Federal State Institution "The Scientific Research Institute "Respirator" of EMERCOM of Russia"

283048, Donetsk, 157, ulitsa Artyoma. Phone: +7 (856) 332-78-39

**МЕТОД ОЦЕНКИ ТЕМПЕРАТУРЫ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ ШАХТ ПО КОНЦЕНТРАЦИЯМ ПОЖАРНЫХ ГАЗОВ**

**METHOD OF ASSESSING TEMPERATURE IN MINING WORKINGS BASED ON FIRE GASES CONCENTRATIONS**

**Цель.** Исследовать процессы тепломассообмена и разработать метод оценки температуры в горных выработках шахт по концентрациям пожарных газов при ведении аварийно-спасательных работ.

**Методы.** Использован комплексный метод, включающий анализ проведенных теоретических исследований, сравнение полученных результатов с экспериментальными данными, а также методы математической статистики для обработки результатов исследований.

**Результаты.** Установлены зависимости температуры от скорости воздуха в горных выработках при различных концентрациях оксида углерода, разработан метод оценки температуры по концентрациям пожарных газов, представлен пример расчета ожидаемой температуры в зоне горения и скорости распространения очага пожара в аварийном участке шахты.

**Научная новизна.** Разработан метод оценки температуры в горных выработках шахт по концентрациям пожарных газов, отличающийся от известных возможностью прогнозирования температуры согласно мониторингу концентраций оксида углерода, а также определения скорости распространения очага пожара с учетом термического расширения газов.

**Практическая значимость.** Результаты исследований позволяют оценивать температуру в горных выработках по концентрациям пожарных газов для разработки научно обоснованных рекомендаций по их использованию горноспасательными подразделениями при ведении аварийно-спасательных работ в угольных шахтах.

**Ключевые слова:** угольная шахта; горная выработка; концентрация пожарных газов; тепломассообменные процессы; метод оценки.

**Для цитирования:** Мамаев В. В., Агарков Ал. В., Буряк Д. С., Дикенштейн И. Ф. Метод оценки температуры в горных выработках шахт по концентрациям пожарных газов // Научный вестник НИИ «Респиратор». – 2024. – № 3(61). – С. 15–24. EDN AMPKKB.

**Purpose.** To study heat and mass transfer processes and develop a method for assessing the temperature in mine workings based on fire gas concentrations during emergency rescue operations.

**Methods.** A comprehensive method was used, including an analysis of the theoretical studies conducted, a comparison of the results obtained with experimental data, as well as methods of mathematical statistics for processing the research results.

**Results.** The dependences of temperature on air velocity in mine workings at different concentrations of carbon monoxide have been established, a method for estimating temperature based on concentrations of fire gases has been developed, and an example of calculating the expected temperature in the combustion zone and the rate of fire spread in the emergency section of the mine is presented.

**Scientific novelty.** A method has been developed for assessing the temperature in mine workings based on concentrations of fire gases, which differs from known methods by the ability to predict the temperature based on monitoring carbon monoxide concentrations, as well as to determine the rate of spread of a fire, taking into account the thermal expansion of gases.

**Practical value.** The results of the research allow us to estimate the temperature in mine workings based on the concentrations of fire gases in order to develop scientifically based recommendations for their use by mine rescue units during emergency rescue operations in coal mines.

**Keywords:** coal mine; mine workings; concentration of fire gases; heat and mass transfer processes; assessment method.

**For citation.** Mamayev V. V., Agarkov Al. V., Buryak D. S., Dikenshtein I. F. Method for assessing temperature in mine workings by concentrations of fire gases. *Nauchnyy vestnik NII "Respirator"*, 2024, no. 3(61), pp. 15-24. EDN AMPKKB.

*Александр Михайлович Симонов, нач. отд.; e-mail: [simonov54\\_54@mail.ru](mailto:simonov54_54@mail.ru);*

*Александр Викторович Мавроди, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.;*

*e-mail: [mavrodi-av@mail.ru](mailto:mavrodi-av@mail.ru);*

*Андрей Викторович Ивахненко, инж. II кат.; e-mail: [andrey\\_ivahnenko@mail.ru](mailto:andrey_ivahnenko@mail.ru)*

*Федеральное государственное казенное учреждение*

*«Научно-исследовательский институт «Респиратор» МЧС России»*

*283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: +7 (856) 332-78-34*

*Aleksandr Mikhaylovich Simonov, head of department; e-mail: [simonov54\\_54@mail.ru](mailto:simonov54_54@mail.ru);*

*Aleksandr Viktorovich Mavrodi, Cand. Sci. (Tech.), senior scientific associate;*

*e-mail: [mavrodi-av@mail.ru](mailto:mavrodi-av@mail.ru);*

*Andrey Viktorovich Ivakhnenko, engineer of the 2<sup>nd</sup> category;*

*e-mail: [andrey\\_ivahnenko@mail.ru](mailto:andrey_ivahnenko@mail.ru)*

*Federal State Institution "The Scientific Research Institute "Respirator" EMERCOM of Russia"*

*283048, Donetsk, 157, ulitsa Artyoma. Phone: +7 (856) 332-78-34*

## **ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПЕРЕХОДНОГО ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА В ИЗОЛИРОВАННОМ ПОЖАРНОМ УЧАСТКЕ ШАХТЫ THE DURATION OF THE TRANSIENT GAS DYNAMIC PROCESS IN AN ISOLATED FIRE SECTION OF THE MINE**

**Цель.** Теоретические исследования продолжительности переходного газодинамического процесса в изолированном пожарном участке шахты при закорачивании и реверсировании вентиляционной струи для прогнозирования безопасного времени выполнения аварийно-спасательных работ.

**Методы.** Информационно-аналитические исследования, включающие анализ литературных источников, проведение теоретических исследований и сравнение результатов с данными, полученными эмпирическим методом.

**Результаты.** Проанализирован переходной газодинамический процесс в изолированном пожарном участке шахты в зависимости от расхода воздуха, объема выработанного пространства и величины депрессии, воздействующей на аварийный участок.

**Научная новизна.** Впервые предложены зависимости для определения времени переходного газодинамического процесса в изолированном пожарном участке шахты при выполнении аварийно-спасательных работ горноспасательными подразделениями.

**Практическая значимость.** Полученные зависимости позволяют спрогнозировать время переходного газодинамического процесса в изолированном пожарном участке шахты, что будет способствовать повышению безопасности горноспасателей при выполнении аварийно-спасательных работ.

**Ключевые слова:** *газодинамический процесс; изолированный участок; переходной период; изолирующая перемычка; аэродинамическое сопротивление; депрессия; шахта; пожар.*

**Для цитирования:** *Симонов А. М., Мавроди А. В., Ивахненко А. В. Продолжительность переходного газодинамического процесса в изолированном пожарном участке шахты // Научный вестник НИИ «Респиратор». – 2024. – № 3(61). – С. 24–32. EDN AVLDQK.*

**Objective.** Theoretical studies of the duration of the transient gas dynamic process in an isolated fire section of the mine during shorting and reversing of the ventilation jet to predict the safe time of emergency rescue operations.

**Methods.** Information and analytical research, including the analysis of literary sources, conducting theoretical research and comparing the results with the data obtained by the empirical method.

**Results.** The transient gas dynamic process in an isolated fire section of the mine is analyzed depending on the air flow rate, the volume of the developed space and the magnitude of the depression affecting the emergency area.

**Scientific novelty.** For the first time, dependencies are proposed for determining the time of the transient gas dynamic process in an isolated fire section of a mine when performing emergency rescue operations by mining rescue units.

**Practical value.** The obtained dependences make it possible to predict the time of the transient gas dynamic process in an isolated fire section of the mine, which will contribute to improving the safety of rescuers during emergency rescue operations.

**Keywords:** *gas dynamic process; isolated area; transition period; insulating jumper; aerodynamic drag; depression; mine; fire.*

**For citation:** Simonov A.M., Mavrodi A.V., Ivakhnenko A.V. Duration of the transient gas dynamic process in an isolated fire section of the mine. *Nauchnyy vestnik NII "Respirator"*, 2024, № 3(61), pp. 24–32. EDN AVLDQK.

**Виктория Валентиновна Лебедева**, нач. отд.; e-mail: [v.lebedeva@80.mchs.gov.ru](mailto:v.lebedeva@80.mchs.gov.ru);

**Максим Константинович Томилов**, инж.; e-mail: [m.tomilov@80.mchs.gov.ru](mailto:m.tomilov@80.mchs.gov.ru)

Федеральное государственное казенное учреждение

«Научно-исследовательский институт «Респиратор» МЧС России»

283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: +7 (856) 332-78-55

**Viktoriya Valentinovna Lebedeva**, head of department; e-mail: [v.lebedeva@80.mchs.gov.ru](mailto:v.lebedeva@80.mchs.gov.ru);

**Maksim Konstantinovich Tomilov**, engineer; e-mail: [m.tomilov@80.mchs.gov.ru](mailto:m.tomilov@80.mchs.gov.ru)

Federal State Institution "The Scientific Research Institute "Respirator" EMERCOM of Russia"

283048, Donetsk, 157, ulitsa Artyoma. Phone: +7 (856) 332-78-55

## **ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ИХ ОГNETУШАЩУЮ СПОСОБНОСТЬ** **THE EFFECT OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF AQUEOUS COMPOSITIONS ON THE FIRE EXTINGUISHING ABILITY**

**Цель.** Обоснование огнетушащей способности водных композиций, модифицированных разработанными добавками, путем установления зависимостей влияния их физических свойств на эффективность тушения модельного очага пожара в лабораторных условиях.

**Методы.** Стандартные методы по определению плотности и вязкости водных композиций, лабораторные методы определения коэффициента поверхностного натяжения и огнетушащей способности водных композиций.

**Результаты.** Исследовано влияние физических свойств водных композиций, которые содержат разработанные добавки, на их огнетушащую способность. Показана возможность управления свойствами разработанной огнетушащей композиции при помощи введения в ее состав химических модификаторов. Установлены зависимости влияния плотности, вязкости, поверхностного натяжения модифицированных водных композиций на эффективность тушения модельного очага пожара в лабораторных условиях.

**Научная новизна.** Разработана рецептура добавки, повышающая огнетушащую способность воды в 3,5 раза и отличающаяся от известных улучшенными физическими свойствами. Впервые установлены зависимости огнетушащей способности композиций на основе разработанного состава химических добавок к воде от их плотности, кинематической, динамической вязкости и поверхностного натяжения.

**Практическая значимость.** Разработанные методика и лабораторная установка могут быть использованы для экспериментальной оценки эффективности тушения модельных очагов пожара водными композициями.

**Ключевые слова:** *пожарная безопасность; огнетушащая способность; вязкость композиции; плотность композиции; поверхностное натяжение.*

**Для цитирования:** Лебедева В. В., Томилов М. К. Влияние физических свойств водных композиций на их огнетушащую способность // Научный вестник НИИ «Респиратор». – 2024. – № 3(61). – С. 32–40. EDN CDJZVJ.

**Objective.** Substantiation of the fire extinguishing ability of aqueous compositions modified with the developed additives by establishing the dependences of the influence of their physical properties on the effectiveness of extinguishing a model fire source in laboratory conditions.

**Methods.** Standard methods for determining the density and viscosity of aqueous compositions, laboratory methods for determining the surface tension coefficient and fire extinguishing capacity of aqueous compositions.

**Results.** Using the influence of the physical properties of aqueous compositions containing the developed additives on the fire extinguishing ability has been studied. The possibility of controlling the properties of the developed fire extinguishing composition by introducing chemical modifiers into its composition is shown. The dependences of the influence of density, viscosity, and surface tension of modified aqueous compositions on the effectiveness of extinguishing a model fire source in laboratory conditions have been established.

**Scientific novelty.** An additive formulation has been developed that increases the fire extinguishing capacity of water by 3.5 times and differs from the known ones by improved physical properties. For the first time, the dependences of the fire extinguishing ability of compositions based on the developed composition of chemical additives to water on their density, kinematic, dynamic viscosity and surface tension were established.

**Practical value.** The developed technique and laboratory setup can be used to experimental evaluate the effectiveness of extinguishing model fires with water compositions.

**Keywords:** *fire safety, fire extinguishing ability, viscosity of the composition, density of the composition, surface tension.*

**For citation:** Lebedeva V. V., Tomilov M. K. The effect of the physical properties of aqueous compositions on the fire extinguishing ability. *Nauchnyy vestnik NII "Respirator"*, 2024, vol. 3(61), pp. 32-40. EDN CDJZVJ.

*Никита Александрович Канищев, студ.; e-mail: [Nikita.121@yandex.ru](mailto:Nikita.121@yandex.ru);*

*Геннадий Вячеславович Завьялов, канд. техн. наук, доц. каф.;*

*e-mail: [zavyavol.g.v@gmail.com](mailto:zavyavol.g.v@gmail.com)*

*Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А. Н. Костякова  
«Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К. А. Тимирязева»  
(ФГБОУ – МСХА им. К. А. Тимирязева)*

*127434, Москва, ул. Большая Академическая, д. 44, корп. 2. Тел.: +7 (910) 545-94-18;  
+7 (985) 661-94-64*

*Nikita Aleksandrovich Kanishchev, student, e-mail: [Nikita.121@yandex.ru](mailto:Nikita.121@yandex.ru);*

*Gennady Vyacheslavovich Zavyalov, Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor of Technosphere  
Safety Department, e-mail: [zavyavol.g.v@gmail.com](mailto:zavyavol.g.v@gmail.com)*

*A. N. Kostyakov Institute of Land Reclamation, Water Management and Construction*

*“К. А. Timiryazev Russian State Agrarian University – К. А. Timiryazev Moscow State Agrarian  
University” (FGBOU – К. А. Timiryazev Moscow State Agrarian University)*

*127434, Moscow, Bolshaya Akademicheskaya str., 44, build. 2. Phone: +7(910) 545-94-18;  
+7(985) 661-94-64*

**ОБОСНОВАНИЕ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-  
БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**JUSTIFICATION OF FIRE PROTECTION OF PULP AND PAPER INDUSTRY  
FACILITIES**

**Цель.** Обеспечение противопожарной защиты объектов целлюлозно-бумажной промышленности на основании сокращения времени прохождения сообщения о пожаре и прибытия пожарно-спасательных подразделений.

**Методы.** Аналитические исследования развития пожаров в зависимости от времени их свободного развития в зданиях и сооружениях целлюлозно-бумажной промышленности России.

**Результаты.** Проведенные исследования показали, что создание объектовых пожарно-спасательных частей позволяет существенно снизить время прибытия их на объекты и начало тушения пожара.

**Научная новизна.** Впервые на основании реальных скоростей движения пожарной техники к месту пожара подтверждена необходимость создания объектовой пожарно-спасательной части для защиты целлюлозно-бумажного комбината на примере ООО «Кондровский бумажный комбинат».

**Практическая значимость.** На примере развития пожара в производственных помещениях комбината рассмотрены особенности обеспечения пожарной безопасности предприятий целлюлозно-бумажной промышленности, необходимость организации объектовой пожарно-спасательной части по защите предприятия, размещения приемного устройства пожарной сигнализации на пункте связи части для сокращения времени прохождения информации о пожаре и ущерба от его последствий.

**Ключевые слова:** *целлюлозно-бумажный комбинат; площадь пожара; ущерб от пожара; противопожарная защита объекта; пожарно-спасательная часть; пункт связи пожарно-спасательной части; пожарная сигнализация; ущерб от пожара.*

**Для цитирования:** *Канищев Н. А., Завьялов Г. В. Обоснование противопожарной защиты объектов целлюлозно-бумажной промышленности // Научный вестник НИИ «Респиратор». – 2024. – № 3(61). – С. 41–49. EDN CEZQXO.*

**Objective.** To substantiate the need to increase fire protection of pulp and paper mills in Russia from fires.

**Methods.** Analytical studies of the development of fires depending on the time of their free development in buildings and structures of the pulp and paper industry in Russia.

**Results.** The conducted research has shown that the creation of object fire and rescue units can significantly reduce the time of their arrival at the facilities and the beginning of fire extinguishing.

**Scientific novelty.** For the first time, based on the actual speeds of movement of fire equipment to the fire site, the need to create an object fire and rescue unit to protect the pulp and paper mill was confirmed on the example of Kondrovsky Paper Mill LLC.

**Practical value.** Using the example of the development of a fire in the industrial premises of the combine, the features of ensuring fire safety of pulp and paper industry enterprises, the need to organize an object fire and rescue unit to protect the enterprise, placing a fire alarm receiver at the communication point of the unit to reduce the time of passing information about the fire and damage from its consequences are considered.

**Keywords:** *pulp and paper mill; fire area; fire damage; fire protection of the facility; fire and rescue unit; communication point of the fire and rescue unit; fire alarm system; fire damage.*

**For citation:** *Kanishchev N. A., Zavyalov G. V. Justification of fire protection of pulp and paper industry facilities. Nauchnyy vestnik NII "Respirator", 2024, no. 3(61), pp. 41–49. EDN CEZQXO.*

*Светлана Ивановна Кулакова, канд. техн. наук; e-mail: [kulakova\\_si@mail.ru](mailto:kulakova_si@mail.ru);*

*Валерий Иванович Павлов, канд. техн. наук; e-mail: [pavlow2005@rambler.ru](mailto:pavlow2005@rambler.ru)*

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение*

*высшего образования «Донбасский государственный технический университет»*

*294204, Луганская Народная Республика, г. Алчевск, пр-т Ленина, д. 16. Тел.: +7 (85742) 2-60-43*

*Svetlana Ivanovna Kulakova, Cand. Sci. (Tech.); e-mail: [kulakova\\_si@mail.ru](mailto:kulakova_si@mail.ru);*

*Valery Ivanovich Pavlov, Cand. Sci. (Tech.); e-mail: [pavlow2005@rambler.ru](mailto:pavlow2005@rambler.ru)*

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education*

*“Donbass State Technical University”*

*294204, Luhansk People's Republic, Alchevsk, Lenin prospekt, 16. Phone: +7 (85742) 2-60-43*

## **ПРИЧИНЫ ГАЗОВОЙ АВАРИЙНОСТИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ ДОНБАССА В ПОСТПРИВАТИЗАЦИОННЫЙ ПЕРИОД CAUSES OF GAS ACCIDENTS IN THE COAL MINES OF DONBAS DURING THE POST-PRIVATIZATION PERIOD**

**Цель.** Установить основные причины газовой аварийности угольных шахт Донбасса в постприватизационный период для выбора направления совершенствования технологических мероприятий по повышению безопасности пылегазового режима.

**Методы.** В работе использован аналитический обзор результатов работы комиссий по расследованию аварий, связанных с нарушением пылегазового режима. Расчет показателей аварийности выполнен с помощью методов математической статистики.

**Результаты.** Определены средние показатели работы и газовой аварийности угольных шахт Донбасса по четырем периодам: период государственной собственности, период начала приватизационных процессов, период влияния приватизационных процессов на работу угольных шахт и постприватизационный период. Констатирован рост среднегодовой аварийности, приходящейся на одну действующую шахту в постприватизационный период.

**Научная новизна.** Впервые установлено, что высокий уровень газовой аварийности в постприватизационный период обусловлен ослаблением государственного контроля безопасности ведения горных работ и возросшей значимостью материальных стимулов для руководства и исполнителей производственного процесса, что наблюдается на фоне резкого повышения угледобычи.

**Практическая значимость.** По результатам анализа причин аварийности сформулированы первоочередные направления совершенствования технологических мероприятий по повышению безопасности пылегазового режима: разработка нормативной методики ежесуточного планирования нагрузки на очистной забой с учетом газового фактора, дополнительное специальное программно-техническое обеспечение непрерывного автоматического контроля и ограничение работы очистного оборудования по газовому фактору.

**Ключевые слова:** *газовая аварийность; приватизация; закрытие шахт; угледобыча; травматизм; человеческий фактор; аппаратура газового контроля; планирование нагрузки.*

**Для цитирования:** *Кулакова С. И., Павлов В. И. Причины газовой аварийности угольных шахт Донбасса в постприватизационный период // Научный вестник НИИ «Респиратор». – 2024. – № 3(61). – С. 50–58. EDN CYNMQQ.*

**Objective.** To identify the main causes of gas accidents in the coal mines of Donbas during the post-privatization period in order to determine the direction for improving technological measures to enhance the safety of the dust-gas regime.

**Methods.** This study utilizes an analytical review of the results from commissions investigating accidents related to violations of the dust-gas regime. The calculation of accident rates was performed using methods of mathematical statistics.

**Results.** The average indicators of operation and gas accidents of Donbass coal mines have been determined for four periods: the period of state ownership, the period of the beginning of privatization processes, the period of influence of privatization processes on the operation of coal

mines and the post-privatization period. An increase in the average annual accident rate per operating mine during the post-privatization period was noted.

**Scientific novelty.** For the first time, it was established that the high level of gas accidents in the post-privatization period is due to the increased significance of material incentives for management and production process executors. This is expressed in a sharp rise in coal extraction while government safety oversight of mining operations weakened.

**Practical value.** Based on the analysis of accident causes, directions for improving measures to enhance the safety of the dust-gas regime were proposed. These include developing a normative method for daily planning of the load on the coalface, taking into account the gas factor, and additional special software and technical support for continuous automatic monitoring and limitation of coalface equipment operation based on the gas factor.

**Keywords:** *gas accidents; privatization; mine closures; coal extraction; injuries; human factor; gas monitoring equipment; load planning.*

*Владимир Алексеевич Канин, д-р техн. наук, вед. науч. сотр.; e-mail: [vlkanin2@yandex.ru](mailto:vlkanin2@yandex.ru);*

*Юрий Анатольевич Пивень, канд. техн. наук, вед. науч. сотр.; e-mail: [piven22@internet.ru](mailto:piven22@internet.ru)*

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение*

*«Республиканский академический научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт горной геологии, геомеханики, геофизики и маркшейдерского дела»*

*283001, Донецк, ул. Челюскинцев, 291. Тел.: +7 (949) 368-06-21*

*Vladimir Alekseyevich Kanin, Dr. Sci. (Tech.), leading Scientific associate;*

*e-mail: [vlkanin2@yandex.ru](mailto:vlkanin2@yandex.ru);*

*Yury Anatolyevich Piven, Cand. Sci. (Tech.), leading Scientific associate; e-mail: [piven22@internet.ru](mailto:piven22@internet.ru)*

*Federal State Budget Scientific Institution “Republican Academic Research and Design Institute of Mining Geology, Geomechanics, Geophysics and Mine Surveying”*

*83001, Donetsk, ulitsa Chelyuskintsev, 291. Phone: +7 (949) 368-06-21*

## **ОСНОВНЫЕ ПРИОРИТЕТЫ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРНЫХ РАБОТ MAIN PRIORITIES OF IMPROVING THE SAFETY OF MINING WORKS**

**Цель.** Исследование генезиса углеводородных газов, поступающих в горные выработки угольных шахт, как одного из приоритетных направлений повышения безопасности ведения горных работ.

**Методы.** Определение компонентного состава рудничного газа на хроматографе «Кристалл-2000М» и соотношения изотопов углерода  $C^{12}$  и  $C^{13}$  на масс-спектрометре МИ-1201В.

**Результаты.** Различия изотопно-геохимических характеристик шахтного метана дают возможность в пределах шахтных полей выявлять участки аномального газонасыщения, которые являются источниками повышенного выделения рудничного газа в горные выработки, воспламенения и взрывов метановоздушной смеси.

**Научная новизна.** Впервые установлено, что геохимическими критериями наличия миграции в угольные шахты газов глубинного происхождения служат концентрация гелия (более 0,1 %) и изотопный состав углерода метана  $\delta^{13}C_{CH_4}$  не менее минус 28,8 ‰.

**Практическая значимость.** Установлено, что зоны аномального газонасыщения горного массива формируются в зонах влияния разломов кристаллического фундамента, по которым происходит непрерывная миграция углеводородов термогенного и эндогенного генезиса.

**Ключевые слова:** *компонентный и изотопный анализ шахтного метана; разломы кристаллического фундамента земной коры; зоны аномального газовыделения в горные выработки; рудничный газ; безопасность горных работ.*

**Для цитирования:** Канин В. А., Пивень Ю. А. Основные приоритеты повышения безопасности горных работ // Научный вестник НИИ «Респиратор». – 2024. – № 3(61). – С. 58–68. EDN CZTVZS.

**Objective.** The study of the genesis of hydrocarbon gases entering the mining operations of coal mines as one of the priority directions for improving the safety of mining operations.

**Methods.** Determination of the component composition of mine gas on the Crystal-2000M chromatograph and the ratio of carbon isotopes  $C^{12}$  and  $C^{13}$  on the MI-1201B mass spectrometer.

**Results.** Differences in the isotope-geochemical characteristics of mine methane make it possible to identify areas of abnormal gas saturation within mine fields, which are the sources of increased release of mine gas into mining operations, ignition and explosions of the methane-air mixture.

**Scientific novelty.** For the first time, it was established that the geochemical criteria for the presence of migration into coal mines of gases of deep origin are the concentration of helium (more than 0.1 %) and the carbon isotopic composition of methane  $\delta^{13}C_{CH_4}$  not less than minus 28.8 ‰.

**Practical value.** It was established that the zones of anomalous gas saturation of the mountain massif are formed in the zones of influence of the faults of the crystalline basement, along which there is a continuous migration of hydrocarbons of thermogenic and endogenous genesis.

**Key words:** component and isotopic analysis of mine methane; fractures of the crystalline foundation of the earth's crust; zones of abnormal gas release in mining; mine gas; mining safety.

**For citation:** Kanin V. A., Piven Yu. A. Main priorities for improving the safety of mining works. *Nauchnyy vestnik NII "Respirator"*, 2024, № 3(61), pp. 58-68. EDN CZTVZS.

*Сергей Павлович Драган, д-р техн. наук, доц., зав. отд.; e-mail: [s.p.dragan@rambler.ru](mailto:s.p.dragan@rambler.ru);*

*Роман Константинович Ковалёв, аспирант; e-mail: [kovalevrk@bmstu.ru](mailto:kovalevrk@bmstu.ru);*

*Алексей Валерьевич Богомолов, д-р техн. наук, проф., вед. научн. сотр.;*

*e-mail: [a.v.bogomolov@gmail.com](mailto:a.v.bogomolov@gmail.com);*

*Владимир Юрьевич Лизунов, канд. мед. наук, доц., ст. науч. сотр.;*

*e-mail: [profimedliz@narod.ru](mailto:profimedliz@narod.ru)*

*Федеральное государственное бюджетное учреждение*

*«Государственный научный центр РФ – Федеральный медицинский биофизический центр имени А. И. Бурназяна» ФМБА России*

*123098, Москва, ул. Маршала Новикова, д. 23. Тел.: +7 (499) 638-32-58; +7 (499) 190-85-55*

*Sergey Pavlovich Dragan, Dr. Tech. Sciences, Associate Professor;*

*e-mail: [s.p.dragan@rambler.ru](mailto:s.p.dragan@rambler.ru);*

*Roman Konstantinovich Kovalyev, graduate student; e-mail: [kovalevrk@bmstu.ru](mailto:kovalevrk@bmstu.ru);*

*Alexey Valer'evich Bogomolov, Dr. Tech. Sciences, Professor;*

*e-mail: [a.v.bogomolov@gmail.com](mailto:a.v.bogomolov@gmail.com);*

*Vladimir Yurievich Lizunov, Cand. Med. Sciences, Associate Professor;*

*e-mail: [profimedliz@narod.ru](mailto:profimedliz@narod.ru)*

*Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the FMBA of Russia*

*123098, Moscow, ulitsa Marshala Novikova, 23. Phone: +7 (499) 638-32-58; +7 (499) 190-85-55*

## **КРИТЕРИИ РЕГИСТРАЦИИ АКУСТИЧЕСКОГО РЕФЛЕКСА ОРГАНА СЛУХА CRITERIA FOR REGISTRATION OF THE ACOUSTIC REFLEX OF THE HEARING ORGAN**

**Цель.** Теоретико-экспериментальное обоснование критерия регистрации акустического рефлекса для определения безопасных условий труда работников, подвергающихся сверхнормативному воздействию высокоинтенсивного широкополосного шума.

**Методы.** Измерения акустических импедансных характеристик наружного слухового прохода у 37 практически здоровых испытуемых возраста от 22 до 62 лет проведены

с применением аппаратно-программного комплекса, реализующего двухмикрофонную технику акустических измерений. Обработка результатов измерений проводилась с применением методов математической статистики.

**Результаты.** Показано, что изменение резонансной частоты, определенное по изменению знака реактивной компоненты импеданса наружного слухового прохода, – необходимое и достаточное условие объективного определения порога акустического рефлекса. При этом для когорты практически здоровых людей при использовании стимулирующего сигнала частоты 500 Гц с уровнем звукового давления 82...100 дБ вероятность правильной регистрации акустического рефлекса будет составлять около 0,8, что достаточно для решения задач скрининговых медицинских исследований.

**Научная новизна.** Показано, что акустический рефлекс, как защитная реакция организма, чаще формируется на частотах 500 и 1000 Гц, а не на частотах максимальной чувствительности органа слуха, и определяется общим воздействием сверхнормативного шума. Обоснован критерий объективной регистрации акустического рефлекса органа слуха применительно к решению задач разработки мероприятий по сохранению здоровья, обеспечения работоспособности и продлению профессионального долголетия персонала, подвергающегося сверхнормативному воздействию высокоинтенсивного широкополосного шума.

**Практическая значимость.** Разработанный критерий регистрации акустического рефлекса позволяет объективно оценить безопасность условий труда (с точки зрения характеристик акустической обстановки) и эффективность (с точки зрения защиты органа слуха от шума) любых средств защиты от шума.

**Ключевые слова:** *безопасность труда; акустическая безопасность; защита от шума; акустический рефлекс; высокоинтенсивный шум; сверхнормативный шум; широкополосный шум; эффективность противозащитных средств.*

**Для цитирования:** Драган С. П., Ковалёв Р. К., Богомолов А. В., Лизунов В. Ю. Критерии регистрации акустического рефлекса органа слуха // Научный вестник НИИ «Респиратор». – 2024. – № 3(61). – С. 69–81. EDN FCEALU.

**Objective.** Theoretical and experimental substantiation of the criterion for recording the acoustic reflex to determine safe working conditions for workers exposed to excess exposure to high-intensity broadband noise.

**Methods.** Measurements of the acoustic impedance characteristics of the external auditory canal in 37 practically healthy subjects aged from 22 to 62 years were carried out using a hardware and software complex that implements a two-microphone acoustic measurement technique. Processing of measurement results was carried out using methods of mathematical statistics.

**Results.** It has been shown that the variation of the resonant frequency determined by the sign change of the reactive component of the impedance of the external auditory passage is a necessary and sufficient condition for the objective determination of the acoustic reflex threshold. Thus for a cohort of practically healthy people when using a stimulus signal of frequency 500 Hz with a sound pressure level of 82-100 dB the probability of correct registration of the acoustic reflex will be about 0.8, which is acceptable for solving medical research screening problems.

**Scientific novelty.** It has been shown that the acoustic reflex, as a protective response of the body, is more often formed at frequencies of 500 and 1000 Hz rather than at the frequencies of maximum sensitivity of the auditory organ, and is determined by the overall exposure to supernormal noise. The criterion of objective registration of the acoustic reflex of the organ of hearing is justified in relation to solving the problems of developing measures to preserve health, ensure performance and prolong occupational longevity of personnel exposed to supernormal exposure to high-intensity broadband noise.

**Practical value.** The developed criterion for recording the acoustic reflex allows us to objectively assess the safety of working conditions (from the point of view of the characteristics of the acoustic

environment) and the effectiveness (from the point of view of protecting the hearing organ from noise) of any means of noise protection.

**Keywords:** *occupational safety; acoustic safety; noise protection; acoustic reflex; high-intensity noise; excess noise; broadband noise; effectiveness of noise protection.*

**For citation:** Dragan S. P., Kovalyev R. K., Bogomolov A. V., Lizunov V. Yu. Criteria for recording the acoustic reflex of the hearing organ. *Nauchnyy vestnik NII "Respirator"*, 2024, no. 3(61), pp. 69–81. EDN FCEALU.

*Владимир Григорьевич Агеев, д-р техн. наук, ст. науч. сотр.; e-mail: [respirator@mail.dnmchs.ru](mailto:respirator@mail.dnmchs.ru);*

*Георгий Иванович Пештибай, канд. техн. наук, нач. отд.; e-mail: [niigd.osmas-1@mail.ru](mailto:niigd.osmas-1@mail.ru);*

*Николай Александрович Галухин, ст. науч. сотр.; e-mail: [niigd.osmas-7@mail.ru](mailto:niigd.osmas-7@mail.ru);*

*Владимир Михайлович Медгаус, нач. отд.; e-mail: [vladimir\\_medgaus@mail.ru](mailto:vladimir_medgaus@mail.ru)*

*Федеральное государственное казенное учреждение*

*«Научно-исследовательский институт «Респиратор» МЧС России»*

*283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: +7 (856) 332-78-36*

*Vladimir Grigoryevich Ageyev, Dr. Sci. (Tech.), director; e-mail: [respirator@mail.dnmchs.ru](mailto:respirator@mail.dnmchs.ru);*

*Georgiy Ivanovich Peshibay, Cand. Sci. (Tech.), head of department;*

*e-mail: [niigd.osmas-1@mail.ru](mailto:niigd.osmas-1@mail.ru);*

*Nikolay Aleksandrovich Galukhin, senior scientific associate; e-mail: [niigd.osmas-7@mail.ru](mailto:niigd.osmas-7@mail.ru);*

*Vladimir Mikhaylovich Medgaus, head of department; e-mail: [vladimir\\_medgaus@mail.ru](mailto:vladimir_medgaus@mail.ru).*

*Federal State Institution "The Scientific Research Institute "Respirator" EMERCOM of Russia"*

*283048, Donetsk, 157, ulitsa Artyoma. Phone: +7 (856) 332-78-36*

## **МЕТОДЫ ТЕОРИИ ДВУХФАЗНЫХ ТЕЧЕНИЙ В ЗАДАЧЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТЕЙ ГАЗОВОГО И КАПЕЛЬНОГО ПОТОКОВ НА ВХОДЕ СОПЛА**

## **METHODS OF THE THEORY OF TWO-PHASE FLOWS IN THE PROBLEM OF DETERMINING THE VELOCITIES OF GAS AND DROPLET FLOWS AT THE INPUT OF A GAS-DROPLET NOZZLE**

**Цель.** Обоснование выбора начальных условий системы дифференциальных уравнений двухфазного потока для повышения точности газодинамических расчетов.

**Методы.** Аналитические методы исследований двухфазных течений в камере смешивания газового и капельного потоков.

**Результаты.** Приведен алгоритм определения скоростей течения со скольжением газовой и капельной фаз в камере смешивания на входе газокапельного сопла, выполнены два варианта числовых расчетов.

**Научная новизна.** Впервые аналитическое определение скоростей течения со скольжением газовой и капельной фаз в камере смешивания газокапельного сопла сведено к решению задачи установления истинных скоростей двухфазного течения в трубопроводе.

**Практическая значимость.** Разработанный алгоритм позволяет аналитически обосновать и численно определить начальные условия на входе в газокапельное сопло (скорости газа и капель) для решения дифференциальных уравнений движения газокапельного потока, что повышает точность и достоверность результатов расчетов и эффективность газокапельного сопла.

**Ключевые слова:** *газокапельное сопло; газовая фаза; капельная фаза; истинная скорость газа; истинная скорость капель; двухфазное течение; камера смешивания.*

**Для цитирования:** *Агеев В. Г., Пештибай Г. И., Галухин Н. А., Медгаус В. М. Методы теории двухфазных течений в задаче определения скоростей газового и капельного потоков*

на входе сопла // Научный вестник НИИ «Респиратор». – 2024. – № 3(61). – С. 82–92. EDN FJLCIZ.

**Objective.** Increasing the level of validity of the calculation of gas-dynamic parameters due to the analytical determination of the velocities of the gas and droplet phase flows at the entrance to the gas-droplet nozzle.

**Methods.** Analytical methods for calculating two-phase flows in a mixing chamber for gas and droplet flows.

**Results.** A sequence of calculation relationships for determining the flow velocities with sliding of the gas and droplet phases in the mixing chamber at the inlet of the gas-droplet nozzle is given; two variants of numerical calculations are performed.

**Scientific novelty.** For the first time, the analytical calculation of flow velocities with sliding of gas and droplet phases in the mixing chamber of a gas-droplet nozzle is reduced to the problem of determining the velocities of a two-phase flow in a pipeline. Numerical calculations are performed.

**Practical value.** The proposed sequence of expressions allows us to analytically substantiate and numerically determine the initial conditions at the entrance to the gas-droplet nozzle (gas and droplet velocities) for the differential equations of the gas-droplet flow motion, thereby increasing the accuracy and validity of mathematical calculations, and, consequently, the efficiency of the gas-droplet nozzle.

**Keywords:** *gas-droplet nozzle, gas phase, droplet phase, true gas velocity, true droplet velocity, two-phase flow, mixing chamber.*

**For citation:** Ageyev V. G., Peftibai G. I., Galukhin N. A., Medgaus V. M. Methods of the theory of two-phase flows in the problem of determining the velocities of gas and droplet flows at the input of a gas-droplet nozzle // *Nauchnyy vestnik NII "Respirator"*, 2024, № 3(61), pp. 82-92. EDN FJLCIZ.

*Владимир Владимирович Черкесов, профессор, д-р мед. наук, ст. науч. сотр.;*  
*e-mail: [cherkesov.vv@gmail.com](mailto:cherkesov.vv@gmail.com);*

*Александр Викторович Петров, доцент, канд. техн. наук; e-mail: [petroff77@list.ru](mailto:petroff77@list.ru)*  
*ФГКОУ ВО «Донецкий институт ГПС МЧС России»*

*283050, Донецк, ул. Розы Люксембург, 34а. Тел.: +7 (949) 331-29-68; +7 (949) 331-29-68*

*Vladimir Vladimirovich Cherkesov, Professor, Doctor of Medical Sciences, senior scientific researcher; e-mail: [cherkesov.vv@gmail.com](mailto:cherkesov.vv@gmail.com);*

*Alexander Viktorovich Petrov, Associate Professor, Cand. Sci. (Tech.); e-mail: [petroff77@list.ru](mailto:petroff77@list.ru)*  
*FGKOU VO "Donetsk Institute of GPS of the Ministry of Emergency Situations of Russia"*

*283050, Donetsk, ulitsa Rosa Luxemburg, 34a. Phone: +7 (949) 331-29-68; +7 (949) 331-29-68*

## **ВОЗМОЖНОСТИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ СПАСАТЕЛЕЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОВРЕМЕННОЙ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

**(Информационно-аналитический анализ. Часть 1)**

## **THE POSSIBILITIES OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL ADAPTATION OF RESCUERS USING MODERN TECHNOLOGY**

### **EMERGENCY RESCUE EQUIPMENT**

**(Information and analytical analysis. Part 1)**

**Цель.** Повысить эффективность аварийно-спасательных работ пожарных-спасателей МЧС с использованием современной аварийно-спасательной техники и с позиции максимальной адаптации элементов системы «человек – машина».

**Методы.** Информационно-аналитический системный анализ.

**Результаты.** Обосновано перспективное направление профессиональной подготовки пожарных-спасателей МЧС при использовании новой пожарно-спасательной техники с учетом базовых принципов инжиниринга – взаимoadaptации элементов системы «человек – машина» и с обязательным учетом психосоматических ее компонентов.

**Научная новизна.** Внедрение принципа взаимного резервирования представляет собой новое теоретическое решение проблемы распределения функций между спасателем-оператором и пожарно-спасательной техникой, что дает возможность формировать гибкую стратегию изменения степени автоматизации в процессах управления сложной техникой.

**Практическая ценность.** Доказана перспективность и необходимость разработки специальных тренажеров новой пожарно-спасательной техники для формирования эффективных навыков у пожарных-спасателей по ее использованию при ведении аварийно-спасательных и других неотложных работ.

**Ключевые слова:** *пожарные-спасатели; пожарно-спасательная техника; инжиниринг; психосоматическая адаптация; система «человек – машина».*

**Для цитирования:** Черкесов В. В., Петров А. В. Возможности психофизиологической адаптации спасателей при использовании современной аварийно-спасательной техники (Информационно-аналитический анализ. Часть 1) // Научный вестник НИИ «Респиратор». – 2024. – № 3(61). – С. 93–103. EDN FSVHUQ.

**Purpose.** To increase the efficiency of emergency rescue operations of fire rescue workers of the Ministry of Emergency Situations using modern emergency rescue equipment and from the position of maximum adaptation of the elements of the “man-machine” system.

**Methods.** Information and analytical system analysis.

**Results.** The perspective direction of professional training of firefighters and rescuers of the Ministry of Emergency Situations is substantiated when using new fire and rescue equipment, taking into account the basic principles of engineering – the mutual adaptation of elements of the “man-machine” system and with mandatory consideration of its psychosomatic components.

**Practical value.** The prospects and the need to develop special simulators of new fire and rescue equipment for the formation of effective skills for firefighters and rescuers to use it in the conduct of ASDNR are proved.

**Keywords:** *firefighters-rescuers; fire-rescue equipment; engineering; psycho-somatic adaptation; “man-machine” system.*

**For citation:** Cherkesov V. V., Petrov A. V. The possibilities of psychophysiological adaptation of rescuers using modern technology emergency rescue equipment. (Information and analytical analysis. Part 1). *Nauchnyy vestnik NII “Respirator”*, 2024, № 3(61), pp. 93-103. EDN FSVHUQ.

**Владимир Алексеевич Канин**, д-р техн. наук, вед. науч. сотр.; e-mail: [vlkanin2@yandex.ru](mailto:vlkanin2@yandex.ru)

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Республиканский академический научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт горной геологии, геомеханики, геофизики и маркшейдерского дела»

283001, Донецк, ул. Челюскинцев, 291. Тел.: +7 (949) 368-06-21

**Олег Владимирович Храпоненко**, науч. сотр.; e-mail: [olghrap@mail.ru](mailto:olghrap@mail.ru);

**Оксана Николаевна Щербакова**, вед. инж.; e-mail: [astra-jasmin@mail.ru](mailto:astra-jasmin@mail.ru)

Федеральное государственное казенное учреждение

«Научно-исследовательский институт «Респиратор» МЧС России»

283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: +7 (856) 332-78-55

**Vladimir Alekseyevich Kanin**, Dr. Sci. (Tech.), leading Scientific associate; e-mail: [vlkanin2@yandex.ru](mailto:vlkanin2@yandex.ru)

Federal State Budget Scientific Institution “Republican Academic Research and Design Institute of Mining Geology, Geomechanics, Geophysics and Mine Surveying”

83001, Donetsk, ulitsa Chelyuskintsev, 291. Phone: +7 (949) 368-06-21

**Oleg Vladimirovich Khraponenko**, scientific associate; e-mail: [olghrap@mail.ru](mailto:olghrap@mail.ru);

*Oksana Nikolaevna Shcherbakova, leader engineer; e-mail: [astra-jasmin@mail.ru](mailto:astra-jasmin@mail.ru)  
Federal State Institution "The Scientific Research Institute "Respirator" EMERCOM of Russia"  
283048, Donetsk, 157, ulitsa Artyoma. Phone: +7 (856) 332-78-55*

## **ОПТИМИЗАЦИЯ СВОЙСТВ ПРОПИТКИ ДЛЯ ОГНЕЗАЩИТНОЙ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ OPTIMIZATION OF THE FLAME RETARDANT PROPERTIES OF THE IMPREGNATION FOR WOOD**

**Цель.** Оптимизация свойств пропиточного состава для древесины по его огнезащитным свойствам при выборе наиболее рациональной рецептуры пропитки.

**Методы.** Стандартный метод определения потери массы образцами после огневых испытаний, трехфакторный симплекс-решетчатый метод планирования эксперимента, графический метод представления результатов в виде треугольной диаграммы «состав – свойство».

**Результаты.** Выполнена оптимизация свойств пропиточного состава, установлены рациональные соотношения компонентов антипиреновой группы, определяющие высокие огнезащитные показатели пропиточного состава для древесины. Получена адекватная регрессионная модель процесса изменения потери массы экспериментальных образцов от массового содержания антипиреновой системы: гидрохинон – оксиэтилендифосфоновая кислота – смесь диаммонийфосфата, моноаммонийфосфата и карбамида в рецептуре пропиточного состава. Построена треугольная диаграмма «состав – потеря массы».

**Научная новизна.** Разработана новая рецептура огнезащитной пропитки для поверхностной обработки древесины. Получено аналитическое выражение приведенного полинома неполного третьего порядка для зависимости потери массы от компонентного состава пропитки.

**Практическая значимость.** Экспериментальные исследования позволили установить рациональное массовое содержание и соотношение целевых добавок в рецептуре огнезащитной пропитки. Обработка древесины разработанной огнезащитной пропиткой предотвратит возгорание и распространение пламени по поверхности элементов строительных конструкций из древесины и материалов на ее основе и снизит риск быстрого обрушения зданий и сооружений в условиях пожара.

**Ключевые слова:** *антипиреновая система; группа огнезащитной эффективности; огнезащита древесины; полином неполного третьего порядка; потеря массы; пожарная безопасность.*

**Для цитирования:** *Канин В. А., Храпоненко О. В., Щербакова О. Н. Оптимизация свойств пропитки для огнезащитной обработки древесины // Научный вестник НИИ «Респиратор». – 2024. – № 3(61). – С. 104–111. EDN FYZYIY.*

**Objective.** Optimization of the properties of the impregnation composition for wood according to its flame retardant properties to select the most rational impregnation formulation.

**Methods.** A standard method for determining the mass loss of samples after fire tests, a three-factor simplex-lattice method for planning an experiment, a graphical method for presenting the results in the form of a triangular composition-property diagram.

**Results.** Optimization of the properties of the impregnation composition has been performed, as a result of which rational ratios of the components of the flame retardant group have been established, which determine the high flame retardant properties of the impregnation composition for wood. An adequate model of the process of changing the mass loss of experimental samples from the mass content in the formulation of the impregnation composition of the flame retardant system: hydroquinone – hydroxyethylenediphosphonic acid – a mixture of diammonium phosphate, monoammonium phosphate and carbamide. A triangular diagram "composition-mass loss" is constructed.

**Scientific novelty.** A new formulation of flame retardant impregnation for surface treatment of wood has been developed. An analytical expression of the reduced polynomial of the incomplete third order is obtained, which establishes the dependence of mass loss on the component composition of the impregnation.

**Practical value.** Experimental studies have made it possible to establish a rational mass content and ratio of target additives in the formulation of flame retardant impregnation. The treatment of wood with the developed flame retardant impregnation will prevent ignition and spread of flame over the surface of elements of building structures made of wood and materials based on it and reduce the risk of rapid collapse of buildings and structures in fire conditions.

**Keywords:** *flame retardant system; flame retardant efficiency group; fire protection of wood; incomplete third-order polynomial; mass loss; fire safety.*

**For citation.** Kanin V. A., Khraponenko O. V., Shcherbakova, O. N. Optimization of the flame retardant properties of the impregnation for wood. *Nauchnyy vestnik NII "Respirator"*, 2024, vol. 3(61), pp. 104-111. EDN FYZYIY.

*Александр Викторович Кузьмин, канд. техн. наук, доцент; e-mail: [avkuzmin16@gmail.com](mailto:avkuzmin16@gmail.com)  
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет  
им. А. Н. Туполева – КАИ»*

*420111, г. Казань, ул. Толстого, 15. Тел.: +7 (909) 311-57-22*

*Аделя Ринатовна Исаева, гл. спец.; e-mail: [isaevaar17@mail.ru](mailto:isaevaar17@mail.ru)*

*Главное управление МЧС России по Республике Татарстан*

*420088, г. Казань, улица Академика Губкина, д. 50. Тел.: +7 (965) 590-79-77*

*Роман Николаевич Зинкевич, ст. пожарный-спасатель; e-mail: [60psch.7pso@mail.ru](mailto:60psch.7pso@mail.ru)*

*60-я пожарно-спасательная часть 7-го пожарно-спасательного отряда ФПС ГПС  
Главного управления МЧС России по Республике Татарстан*

*420076, г. Казань, улица Лесопарковый переулок, д. 19. Тел.: +7 (8432) 23-93-41*

*Alexander Viktorovich Kuzmin, Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor;*

*e-mail: [avkuzmin16@gmail.com](mailto:avkuzmin16@gmail.com)*

*Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev – KAI*

*420111, Kazan, ulitsa Tolstogo, 15. Phone: +7 (909) 311-57-22*

*Adela Rinatovna Isaeva, glavspets.; e-mail: [isaevaar17@mail.ru](mailto:isaevaar17@mail.ru)*

*The Main Directorate of the EMERCOM of Russia in the Republic of Tatarstan*

*420088, Kazan, ulitsa Akademika Gubkina 50. Phone: +7 (965) 590-79-77*

*Roman Nikolaevich Zinkevich, senior firefighter and rescuer; e-mail: [60psch.7pso@mail.ru](mailto:60psch.7pso@mail.ru)*

*The 60<sup>th</sup> fire and rescue unit of the 7<sup>th</sup> fire and rescue squad of the FPS GPS of the Main  
Directorate of the EMERCOM of Russia in the Republic of Tatarstan*

*420076, Kazan, Lesoparkovuyu pereulok, 19. Phone: +7 (8432) 23-93-41*

## **МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РИСКОВ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПАСПОРТА БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ A METHODOLOGY FOR ASSESSING NATURAL RISKS TO DEVELOP A SAFETY PASSPORT FOR THE TERRITORY**

**Цель.** Совершенствование механизмов обеспечения безопасности жизнедеятельности населения на основе прогнозирования быстроразвивающихся опасных природных процессов для всестороннего анализа возможных последствий чрезвычайных ситуаций.

**Методы.** Применен комплексный метод исследования, включающий анализ литературных источников, проведение теоретических исследований с использованием математических расчетов.

**Результаты.** Методика оценки рисков, предложенная в работе, представляет собой комбинацию существующих методов и современных технологий, что позволяет провести

детальный анализ возможных последствий чрезвычайных ситуаций природного характера для конкретных территорий с учетом их географических, экономических и социальных особенностей.

**Научная новизна.** Систематизация и ранжирование опасных природных процессов с последующей оценкой риска природных чрезвычайных ситуаций.

**Практическая значимость.** Результаты приведенной методики могут быть взяты за основу при формировании нормативных правовых документов в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций на региональном и муниципальном уровнях, в том числе в паспорте безопасности территории.

**Ключевые слова:** *целеполагание; чрезвычайные ситуации; оценка риска; комплексная безопасность; МЧС России.*

**Для цитирования:** Кузьмин А. В., Исаева А. Р., Зинкевич Р. Н. Методика оценки рисков природного характера при формировании паспорта безопасности территории // Научный вестник НИИ «Респиратор». – 2024. – № 3(61). – С. 112–120. EDN DGNVKA.

**Objective.** Improving mechanisms for ensuring the safety of life of the population based on forecasting rapidly developing hazardous natural processes

**Methods.** A comprehensive research method was used, including analysis of literary sources, theoretical research using mathematical formulas.

**Results.** The risk assessment methodology proposed in the work is a combination of existing methods and modern technologies, which allows for a detailed analysis of the possible consequences of natural emergencies for specific territories, taking into account their geographical, economic and social characteristics

**Scientific novelty.** Systematization and ranking of hazardous natural processes with subsequent assessment of the risk of natural emergencies.

**Practical value.** The results of the above methodology can be taken as a basis for the formation of regulatory documents in the field of protecting the population and territories from emergency situations at the regional and municipal levels, including in the territory's safety passport.

**Keywords:** *goal setting, emergency situations; risk assessment; comprehensive security; EMERCOM of Russia.*

**For citation:** Kuzmin A. V., Isaeva A. R., Zinkevich R. N. A methodology for assessing natural risks to develop a safety passport for the territory. *Nauchnyy vestnik NII "Respirator"*, 2024, № 3(61), pp. 112-120. EDN DGNVKA.