

*Валерий Владимирович Мамаев, д-р техн. наук, первый заместитель директора (по научной работе); e-mail: respirator@mail.dnmchs.ru;*

*Николай Александрович Галухин, ст. науч. сотр.; e-mail: niigd.osmas-7@mail.ru*  
*Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела, пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор» МЧС ДНР*  
*283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: (+38 062) 332-78-36*

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЗАКАЧНОМ ПОРОШКОВОМ ОГНЕТУШИТЕЛЕ С ГАЗОВЫМ АККУМУЛЯТОРОМ**

*Valery Vladimirovich Mamayev, Dr. Sci. (Tech.), first deputy director (on science); e-mail: respirator@mail.dnmchs.ru;*

*Nikolay Aleksandrovich Galukhin, senior scientific associate; e-mail: niigd.osmas-7@mail.ru*  
*The “Respirator” State Scientific Research Institute of Mine-rescue Work, Fire Safety and Civil Protection of the MChS DPR*  
*283048, Donetsk, 157, ulitsa Artyoma. Phone: (+38 062) 332-78-36*

**MATHEMATICAL MODEL OF GAS-DYNAMIC PROCESSES IN DRY POWDER RECHARGEABLE FIRE EXTINGUISHER WITH GAS CHARGED ACCUMULATOR**

**Цель.** Разработка математической модели газодинамических процессов в рабочих полостях закачного порошкового огнетушителя с газовым аккумулятором для обоснования его конструктивных параметров и повышения эффективности работы.

**Методы.** Теоретические исследования процессов истечения газопорошковой смеси согласно основным законам газодинамики.

**Результаты.** Получена система дифференциальных и алгебраических уравнений, описывающая газодинамические процессы, для определения численными методами конструктивных и газодинамических параметров.

**Научная новизна.** Установлено отличие в характере протекания газодинамических процессов в полости газового аккумулятора и газопорошковой полости огнетушителя. Показано, что газодинамический процесс в газовом аккумуляторе – адиабатический, а в газопорошковой полости огнетушителя – изотермический. Получена система дифференциальных и алгебраических уравнений, которая учитывает отличие в протекании газодинамических процессов, предложен итерационный алгоритм ее решения.

**Практическая значимость.** Результаты исследования позволяют установить влияние конструктивных параметров закачного порошкового огнетушителя с газовым аккумулятором на процесс истечения газопорошковой струи и обосновать выбор его оптимальной конструкции.

**Ключевые слова:** *закачной порошковый огнетушитель; газопорошковая струя; газовый аккумулятор; газодинамические процессы; математическая модель.*

**Purpose.** Development of the mathematical model of the gas-dynamic processes in the working chambers of the dry powder rechargeable fire extinguisher with gas charged accumulator for substantiation of its construction parameters and for improvement of operational effectiveness.

**Methods.** Theoretical investigations of the gas-powder mixture discharge processes according to the principal laws of gasdynamics.

**Results.** The system of the differential and algebraic equations describing the gas-dynamic processes has been derived for determination of the construction and gas-dynamic parameters by the numerical methods.

**Scientific novelty.** The difference in behavior of the gas-dynamic processes in the gas charged accumulator chamber and in the gas-powder chamber of the fire extinguisher has been established. It has been demonstrated that the gas-dynamic process in the gas charged accumulator is adiabatic and the one in the gas-powder chamber of the fire extinguisher is isothermic. The system of the differential and algebraic equations has been derived factoring in the difference in behavior of the gas-dynamic processes; the iteration algorithm of its solution has been proposed.

**Practical value.** The results of the investigation make it possible to establish the influence of the construction parameters of the dry powder rechargeable fire extinguisher with gas charged accumulator on the process of the gas-powder jet discharge and to substantiate the choice of its optimal construction.

**Keywords:** *rechargeable dry powder fire extinguisher; gas-powder jet; gas accumulator; gas-dynamic processes; mathematical model.*

*Владимир Григорьевич Агеев, д-р техн. наук, директор; e-mail: respirator@mail.dnmchs.ru;  
Святослав Павлович Греков, д-р техн. наук, гл. науч. сотр.; e-mail: obep.niigd@list.ru;  
Виктория Петровна Орликова, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.;  
e-mail: orlikova.69@yandex.ua*

*Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела,  
пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор» МЧС ДНР  
283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: (+38 062) 332-79-07*

#### **ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ АДСОРБЦИИ АЗОТА ИСКОПАЕМЫМИ УГЛЯМИ**

*Vladimir Grigoryevich Ageyev, Dr. Sci. (Tech.), director; e-mail: respirator@mail.dnmchs.ru;  
Svyatoslav Pavlovich Grekov, Dr. Sci. (Tech.), senior scientific researcher;  
e-mail: obep.niigd@list.ru;*

*Viktoria Petrovna Orlikova, Cand. Sci. (Tech.), senior scientific associate;  
e-mail: orlikova.69@yandex.ua*

*The "Respirator" State Scientific Research Institute of Mine-rescue Work,  
Fire Safety and Civil Protection of the MChS DPR  
283048, Donetsk, 157, ulitsa Artyoma. Phone: (+38 062) 332-79-07*

#### **THEORETICAL INVESTIGATION OF PARAMETERS OF NITROGEN ADSORPTION BY MINERAL COAL**

**Цель.** Определить параметры, характеризующие процесс адсорбции азота ископаемыми углями из двухкомпонентной газовой смеси, для дальнейшего изучения процесса самонагрева твердого топлива.

**Методы.** Математическое моделирование поглощения азота на основе экспериментально полученных изотерм адсорбции исследуемого газа и феноменологический метод установления параметров этого процесса.

**Результаты.** Предложен метод определения относительной концентрации азота, адсорбированного на твердой поверхности частиц угля средней стадии метаморфизма. Получены коэффициенты адсорбции азота, находящегося в смеси с воздухом, и установлена динамика этого коэффициента за время основного поглощения газа.

**Научная новизна.** Впервые получены численные значения коэффициентов адсорбции азота, что позволит оценить влияние воздуха на процесс окисления и самонагрева угля.

**Практическая значимость.** Установленные величины коэффициентов адсорбции азота будут использованы совместно с параметрами адсорбции кислорода при изучении низкотемпературного окисления угля, что повысит достоверность прогноза эндогенной пожароопасности.

**Ключевые слова:** низкотемпературное окисление; адсорбция кислорода; диффузия; азот; уголь; математическое моделирование.

**Purpose.** To determine the parameters that characterize the process of nitrogen adsorption from a two-component gas mixture by the mineral coal for further investigation of the solid fuel spontaneous heating process.

**Methods.** Mathematical modeling of nitrogen adsorption based on the experimentally obtained isotherms of the adsorption of gas in question, and phenomenological method of determination of the process parameters.

**Results.** The method for determining the relative concentration of nitrogen adsorbed on the solid surface of coal particles of the medium metamorphic grade has been proposed. The adsorption coefficients have been obtained for the nitrogen contained in the mix with air, and the dynamics of this coefficient has been established during the period of main adsorption of gas.

**Scientific novelty.** The novel numeric values of the nitrogen adsorption coefficients have been obtained which will make it possible to assess the air influence on the oxidation process and the coal spontaneous heating.

**Practical value.** The derived values of the nitrogen adsorption coefficients will be used with the oxygen adsorption parameters in study of the coal low-temperature oxidation which will improve the precision of the spontaneous combustion hazard prediction.

**Keywords:** low-temperature oxidation; oxidation adsorption; diffusion; nitrogen; coal; mathematical modeling.

**Валерий Васильевич Шаповалов**, д-р хим. наук, проф., зав. каф.;

*e-mail:* wwshapovalov@gmail.com

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Донецкий национальный технический университет»

283001, Донецк, ул. Артема, 58. Тел.: (+38 062) 301-03-87

**Владислав Вячеславович Шлома**, инж. 1 кат.; *e-mail:* ilsin1995@gmail.com

Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела,  
пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор» МЧС ДНР

283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: (+38 062) 332-78-51

## **ЖИДКОФАЗНЫЙ АБСОРБЕНТ КИСЛОРОДА НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ КОБАЛЬТ(II) – ГИСТИДИН – АММИАК**

**Valery Vasilyevich Shapovalov**, Dr. Sci. (Chem.), prof., head of chair;

*e-mail:* wwshapovalov@gmail.com

The State Educational Institution of Higher Occupational Education

“Donetsk National Technical University”

283001, Donetsk, 58, ulitsa Artyoma. Phone: (+38 062) 301-03-87

**Vladislav Vyacheslavovich Shloma**, engineer of the 1<sup>st</sup> category; *e-mail:* ilsin1995@gmail.com

The “Respirator” State Scientific Research Institute of Mine-rescue Work,

Fire Safety and Civil Protection of the MChS DPR

283048, Donetsk, 157, ulitsa Artyoma. Phone: (+38 062) 332-78-51

## **COBALT(II) – HISTIDINE – AMMONIA SYSTEM-BASED LIQUID-PHASE ABSORBENT OF OXYGEN**

**Цель.** Получение жидкофазных абсорбентов кислорода на основе системы, содержащей соль двухвалентного кобальта и гистидина, модифицированной добавлением аммиака.

**Методы.** Информационно-аналитический и экспериментальный методы для анализа эффективности жидкофазных абсорбентов кислорода на основе систем кобальт(II) – гистидин, кобальт(II) – гистидин – аммиак.

**Результаты.** Исследование процесса поглощения кислорода жидкофазным абсорбентом показало, что использование систем позволяет снизить концентрацию кислорода в замкнутом объеме до уровня, при котором прекращается процесс горения.

**Научная новизна.** Состоит в возможности создания комбинированной противопожарной системы, основанной на связывании кислорода жидкофазными абсорбентами. В качестве абсорбентов предложены комплексные соединения кобальта с азотсодержащими лигандами. Теоретически и экспериментально обоснованы пути повышения активности абсорбентов по отношению к кислороду.

**Практическая значимость.** Результаты экспериментальных исследований помогут разработать новые системы пожаротушения, основанные на снижении концентрации кислорода в закрытом помещении до пожаробезопасного уровня.

**Ключевые слова:** *система пожаротушения; кобальт; гистидин; тетраборат натрия; аммиак; кислород; абсорбент кислорода.*

**Purpose.** Preparation of the liquid-phase oxygen absorbents based on the system containing cobalt(II) salt and histidine and modified by addition of ammonia.

**Methods.** Information-analytical and experimental methods for analyzing the effectiveness of the liquid-phase oxygen absorbents based on cobalt(II) – histidine, cobalt(II) – histidine – ammonia systems.

**Results.** The investigation of process of oxygen absorption by the liquid-phase absorbent has shown that employment of the systems permits to reduce the oxygen concentration in the confined volume down to the level when the burning process ceases.

**Scientific novelty.** It consists in the possibility of creating the combined fire-fighting system based on binding the oxygen by the liquid-phase absorbents. The complex compounds of cobalt with the nitrogen-containing ligands have been suggested as absorbents. The methods for improving the absorbents activity towards the oxygen have been theoretically and experimentally substantiated.

**Practical value.** The results of the experimental investigations will assist to develop the new fire-extinguishing systems based on the reduction of oxygen concentration in a confined space down to the fire safe level.

**Keywords:** *fire-extinguishing system; cobalt; histidine; sodium tetraborate; ammonia; oxygen; oxygen absorbent.*

*Андрей Юрьевич Коляда, нач. отд.; e-mail: kolyada1980@mail.ru;*

*Игорь Феликсович Дикенштейн, науч. сотр.; e-mail: opbush@mail.ru*

*Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела, пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор» МЧС ДНР  
283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: (+38 062) 332-78-40*

*Денис Александрович Тимошенко, начальник; e-mail: denistimoshenko8293@gmail.com  
59-я пожарно-спасательная часть ГПСО МЧС ДНР*

*287100, пгт. Тельманово, ул. Ленина, 171. Тел.: (+38 071) 311-73-74*

## **ПАРАМЕТРЫ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ ТОНКОРАСПЫЛЕННОЙ ВОДОЙ НА НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ РАЗВИТИЯ**

*Andrey Yuryevich Kolyada, head of department; e-mail: kolyada1980@mail.ru;*

*Igor Feliksovich Dikenshteyn, scientific associate; e-mail: opbush@mail.ru*

*The “Respirator” State Scientific Research Institute of Mine-rescue Work,  
Fire Safety and Civil Protection of the MChS DPR  
283048, Donetsk, 157, ulitsa Artyoma. Phone: (+38 062) 332-78-40*

*Denis Aleksandrovich Timoshenko, commander; e-mail: denistimoshenko8293@gmail.com  
The 59<sup>nd</sup> Firefighting and Rescue Department of the State Firefighting and Rescue Unit  
of MChS DPR*

*287100, Tel'manovo town settlement, 171, ulitsa Lenina. Phone: (+38 071) 311-73-74*

## **PARAMETERS OF EXTINGUISHING THE FIRES WITH WATER MIST AT THE INITIAL STAGE OF DEVELOPMENT**

**Цель.** Определение расчетных параметров средств тушения пожаров тонкораспыленной водой в начальной стадии развития.

**Методы.** Аналитические исследования параметров нагревания и испарения капель тонкораспыленной воды в очаге пожара и флегматизации пламенной зоны образующимся водяным паром.

**Результаты.** Получена зависимость испарения капель воды и замещения кислорода из зоны горения образующимся паром от интенсивности подачи тонкораспыленной воды в очаг пожара.

**Научная новизна.** Рассмотрен механизм флегматизации очага пожара образующимся при испарении капель воды водяным паром. Результаты подтверждают опытные данные по тушению отдельных очагов пожара тонкораспыленной водой из ранцевых огнетушителей.

**Практическая значимость.** Результаты могут быть использованы при проектировании средств пожаротушения тонкораспыленной водой и разработке тактики тушения пожаров ранцевыми огнетушителями.

**Ключевые слова:** тонкораспыленная вода; пожаротушение; интенсивность подачи; капля; время нагревания; время испарения; флегматизация.

**Purpose.** Determination of the computed parameters of water mist fire-extinguishing means at the initial stage of development.

**Methods.** Analytical investigations of the parameters of heating and evaporation of the water mist drops in a seat of fire and of the phlegmatization of flaming zone by generated water vapor.

**Results.** There has been derived the dependence of evaporation of the water drops and the oxygen replacement from the combustion zone by the generated vapor on the water mist delivery rate to the seat of fire.

**Scientific novelty.** The mechanism of the phlegmatization of the seat of fire by the water vapor generated by the water drops evaporation has been examined. The results confirm the experimental data on extinguishing the separate seats of fire with the water mist from knapsack tank fire extinguishers.

**Practical value.** The results may be applied for designing the water mist fire-extinguishing means and for development of the tactics of extinguishing the fires with the knapsack tank water fire extinguishers.

**Keywords:** water mist; fire extinguishment; delivery rate; drop; period of heating; period of evaporation; phlegmatization.

*Дмитрий Владимирович Захаров, зам. министра; e-mail: mchs-dnr@mail.ru;*

*Сергей Александрович Нека, директор департамента; e-mail: mchs-dnr@mail.ru*

*Министерство по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям  
и ликвидации последствий стихийных бедствий ДНР*

*283050, Донецк, ул. Щорса, 60. Тел.: (+38 062) 340-62-85*

*Елена Ивановна Добрякова, науч. сотр.; e-mail: respirator@mail.dnmchs.ru*

*Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела,*

*пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор»*

*283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: +(38 062) 332-78-44*

## **ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ И МЕСТ ИХ ДИСЛОКАЦИИ**

*Dmitry Vladimirovich Zakharov, deputy minister; e-mail: mchs-dnr@mail.ru;*

*Sergey Aleksandrovich Neka, head of department; e-mail: mchs-dnr@mail.ru*

*The Ministry for Civil Defence, Emergencies and Elimination*

*of Consequences of Natural Disasters of the Donetsk People's Republic*

*283050, Donetsk, ulitsa Shhorsa, 60. Phone: (+38 062) 340-62-85*

*Yelena Ivanovna Dobryakova, scientific associate; e-mail: respirator@mail.dnmchs.ru*

*The "Respirator" State Scientific Research Institute of Mine-rescue Work,*

*Fire Safety and Civil Protection of the MChS DPR*

*283048, Donetsk, 157, ulitsa Artyoma. Phone: (+38 062) 332-78-44*

## **SUBSTANTIATION OF REQUIRED QUANTITY OF FIRE-RESCUE SUBDIVISIONS AND PLACES OF THEIR LOCATION**

**Цель.** Обоснование необходимого количества пожарно-спасательных подразделений по Критериям образования государственных пожарно-спасательных подразделений в административно-территориальных единицах для своевременной ликвидации пожара на объекте.

**Методы.** Аналитические исследования проведены на основе Методики применения Критериев образования государственных пожарно-спасательных подразделений в административно-территориальных единицах и по результатам расчета необходимого количества пожарно-спасательных подразделений.

**Результаты.** На основании анализа приоритетности и взаимосвязи Критериев образования государственных пожарно-спасательных подразделений в административно-территориальных единицах систематизированы нормы численности пожарных подразделений в зависимости от пожарной опасности объектов защиты. Разработан алгоритм расчета необходимого количества пожарно-спасательных подразделений.

**Научная новизна.** По результатам мониторинга сети автомобильных дорог предложена математическая модель оценки соответствия времени прибытия пожарного автомобиля к объектам защиты Критериям образования государственных пожарно-спасательных подразделений в административно-территориальных единицах.

**Практическая значимость.** Полученные результаты предусмотрено применить для разработки программного обеспечения при оптимизации размещения пожарно-спасательных подразделений.

**Ключевые слова:** *пожар; время прибытия; пожарно-спасательное подразделение; скорость движения; критерии образования.*

**Purpose.** Substantiation of the required quantity of the fire-rescue subdivisions according to the Criteria of Formation of the State Fire-Rescue Subdivisions in the Administrative Divisions for elimination of fire at the object in a timely manner.

**Methods.** Analytical investigations have been conducted on the basis of Methodology of application of the Criteria of Formation of the State Fire-Rescue Subdivisions in the Administrative Divisions and according to the calculation results of the required quantity of the fire-rescue subdivisions.

**Results.** Based on the analysis of priority and interrelationship of the Criteria of Formation of the State Fire-Rescue Subdivisions in the Administrative Divisions the manpower number standards have been structured in dependence to the fire hazard of objects under protection. The calculation algorithm of the required quantity of the fire-rescue subdivisions has been developed.

**Scientific novelty.** The mathematical model for assessing the compliance of the time of fire truck arrival to the objects under protection with the Criteria of Formation of the State Fire-Rescue

Subdivisions in the Administrative Divisions has been suggested according to the results of the road network monitoring.

**Practical value.** The obtained results are to be applied in development of the software for optimization of the fire-rescue subdivisions location.

**Keywords:** *fire; arrival time; fire-rescue subdivision; driving speed; formation criteria.*

*Александр Михайлович Симонов, нач. отд.; e-mail: avrstla@mail.ru;*

*Александр Александрович Всякий, науч. соуп.; e-mail: sentyabr.eger@inbox.ru;*

*Александр Викторович Мавроди, науч. соуп.; e-mail: mavrodi-av@mail.ru;*

*Александр Владиславович Агарков, вед. инж.; e-mail: aleksander\_agarkov@mail.ru*

*Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела, пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор» МЧС ДНР*

*283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: (+38 062) 332-78-34*

### **МЕТОДИКА РАСЧЕТА ШТАТНОЙ ЧИСЛЕННОСТИ ОПЕРАТИВНОЙ И ОПЕРАТИВНО-МЕДИЦИНСКОЙ СЛУЖБ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ**

*Aleksandr Mikhaylovich Simonov, head of department; e-mail: avrstla@mail.ru;*

*Aleksandr Aleksandrovich Vsyakiy, scientific associate; e-mail: sentyabr.eger@inbox.ru;*

*Aleksandr Viktorovich Mavrodi, scientific associate; e-mail: mavrodi-av@mail.ru;*

*Aleksandr Vladislavovich Agarkov, advanced engineer; e-mail: aleksander\_agarkov@mail.ru*

*The "Respirator" State Scientific Research Institute of Mine-rescue Work,*

*Fire Safety and Civil Protection of the MChS DPR*

*283048, Donetsk, 157, ulitsa Artyoma. Phone: (+38 062) 332-78-34*

### **METHODOLOGY FOR CALCULATING MANPOWER OF OPERATIONAL AND OPERATIONAL-MEDICAL SERVICES OF MINE-RESCUE SUBDIVISIONS**

**Цель.** Разработка методики расчета штатной численности оперативной и оперативно-медицинской служб горноспасательных подразделений.

**Методы.** При проведении исследований использованы аналитический, статистический, теоретический и другие экономико-математические методы.

**Результаты.** Методика позволит рассчитывать оптимальное количество горноспасательных подразделений, а также штатную численность оперативной и оперативно-медицинской служб для обслуживания объектов.

**Научная новизна.** Впервые предложена методика расчета штатной численности оперативной и оперативно-медицинской служб горноспасательных подразделений, учитывающая такие критерии, как группы опасности обслуживаемых объектов по задействованию отделений при вызове на аварию в первоначальный период, выполнение дополнительных работ по запросам органов исполнительной власти, задействование сил и средств по обеспечению жизнедеятельности социально значимых объектов, разделение территории обслуживаемых объектов на агломерации и др.

**Практическая значимость.** Методика расчета штатной численности оперативной и оперативно-медицинской служб, входящих в состав горноспасательных подразделений, легла в основу нормативного документа для расчета количества горноспасательных подразделений по обслуживанию объектов.

**Ключевые слова:** *горноспасательная служба; обслуживание объектов; оптимальная штатная численность; критерии и методы определения; оперативная и оперативно-медицинская службы; методика расчета.*

**Purpose.** Development of the methodology for calculating the manpower of the operational and the operational-medical services of the mine-rescue subdivisions.

**Methods.** The analytical, statistical, theoretical and other economical and mathematical methods have been applied during conduction of the investigations.

**Results.** The methodology will make it possible to calculate the optimal number of the mine-rescue subdivisions as well as the manpower of the operational and the operational-medical services for maintaining the facilities.

**Scientific novelty.** The novel methodology has been proposed for calculating the manpower numbers of the operational and the operational-medical services of the mine-rescue subdivisions that factors in such criteria as the hazard class of the maintained facilities according to the number of the subdivisions involved in the initial period of the emergency response, the execution of additional works at the instance of the executive power bodies, the employment of the forces and equipment for life support of the socially significant facilities, the segregation of the territory of maintained facilities into agglomerations etc.

**Practical value.** The methodology for calculating the manpower of the operational and the operational-medical services being included in the mine-rescue subdivisions has laid the foundation for the regulatory document for calculating the number of the mine-rescue subdivisions for maintaining the facilities.

**Keywords:** *mine-rescue service; maintenance of facilities; optimum manpower number; criteria and methods of determination; operational and operational-medical service; methodology for calculating.*

*Виктория Валентиновна Лебедева, ст. науч. сотр.; e-mail: lebedenish@mail.ru;*

*Алексей Андреевич Козлитин, нач. отд.; e-mail: kozlitin1942@mail.ru;*

*Игорь Николаевич Непочатых, науч. сотр.; e-mail: tamdoka@mail.ru*

*Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела, пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор» МЧС ДНР  
283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: (+38 062) 332-78-55*

#### **ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ**

#### **НА ОГНЕЗАЩИТНУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОКРЫТИЯ**

*Viktoria Valentinovna Lebedeva, senior scientific associate; e-mail: lebedenish@mail.ru;*

*Aleksey Andreyevich Kozlitin, head of department; e-mail: kozlitin1942@mail.ru;*

*Igor Nikolayevich Nepochatykh, scientific associate; e-mail: tamdoka@mail.ru*

*The “Respirator” State Scientific Research Institute of Mine-rescue Work,  
Fire Safety and Civil Protection of the MChS DPR*

*283048, Donetsk, 157, ulitsa Artyoma. Phone: (+38 062) 332-78-55*

#### **INFLUENCE OF OPERATIONAL FACTORS**

#### **ON FIRE-RETARDANT EFFECTIVENESS OF COATING**

**Цель.** Исследовать влияние эксплуатационных факторов на устойчивость и огнезащитную эффективность покрытия на основе жидкого стекла.

**Методы.** Испытания по определению гигроскопичности и водостойкости покрытия гравиметрическим методом, экспериментальная оценка теплоизоляционной способности вспененного кокса и огнезащитной эффективности покрытия на лабораторной установке.

**Результаты.** Проведены исследования и оценка влияния воды, влаги на устойчивость и огнезащитную эффективность покрытия на основе жидкого стекла. Экспериментально установлено, что стационарное воздействие воды в течение 3 сут значительно снижает адгезионную прочность покрытия к металлу, воздействие влаги несущественно влияет на устойчивость покрытия. Выполнена модификация связующего вещества – жидкого стекла, щелочной фенолформальдегидной смолой Резолит Н для повышения водостойкости и

огнезащитных свойств покрытия. Установлено, что после модификации эксплуатационные факторы незначительно влияют на теплоизоляционные свойства вспененного кокса и огнезащитную эффективность покрытия: время наступления предельного состояния покрытия на стальных пластинах не сократилось после воздействия на него воды в течение 3 сут и влажности – 30 сут.

**Научная новизна.** Впервые установлены зависимости теплоизоляционных свойств вспененного кокса огнезащитного покрытия от влияния воды, влаги.

**Практическая значимость.** Методики испытаний содержат достоверные показатели об устойчивости огнезащитного покрытия к воздействию внешних факторов среды и позволяют оценить их влияние на огнезащитную эффективность покрытий для металлических конструкций. Испытания по данным методикам просты, не требуют сложного оборудования, позволяют контролировать изменение устойчивости огнезащитного покрытия к воздействию воды и влаги в ходе разработки. Предложенные методики могут стать основой для разработки единой оценки огнезащитной эффективности покрытия для предупреждения возникновения чрезвычайных ситуаций во время пожара.

**Ключевые слова:** *вспучивающееся покрытие; жидкое стекло; модификация; огнезащитная эффективность; эксплуатационный фактор.*

**Purpose.** To investigate the influence of the operational factors on resistance and fire-retardant effectiveness of the soluble silicate-based coating.

**Methods.** Tests for determination of hygroscopicity and water-resistance of the coating applying the gravimetric method, experimental assessment of the foamed coke heat-insulating ability and the coating fire-proof effectiveness in the laboratory-scale apparatus.

**Results.** The investigations and evaluation of the influence of the exposure to water and moisture on the resistance and the fire-retardant effectiveness of the soluble silicate-based coating have been fulfilled. It has been experimentally established that the stationary-state three-day exposure to water significantly reduces the coating adhesive strength to metal; the exposure to moisture does not affect considerably the coating resistance. In order to increase the water-resistance and fire-retardant properties of the coating the modification of the binding agent, i.e. soluble silicate, has been performed with the Резолит Н alkali phenol-formaldehyde resin. It has been established that after the modification the operational factors influence insignificantly the heat-insulating properties of the foamed coke and the fire-retardant effectiveness of the coating: the period of the coating limit state gain on the steel plates has not reduced after the three-day exposure to water and the thirty-day exposure to moisture.

**Scientific novelty.** The novel dependences of the foamed coke heat-insulating properties of the coating from the influence of water and moisture have been established.

**Practical value.** The testing methodologies contain the reliable indices of the fire-retardant coating resistance to the acting environment factors and make it possible to estimate their influence on the fire-retardant effectiveness of the coatings for the metal constructions. The tests according to these methodologies are simple and do not require the sophisticated equipment; they permit to monitor a change in the resistance of the fire-retardant coating to the water and moisture exposure in the development process. The proposed methodologies may become a foundation for development of the unified assessment of the fire-retardant effectiveness of the coating in order to prevent emergencies from occurrence during a fire.

**Keywords:** *intumescent coating; soluble silicate; modification; fire-retardant effectiveness; operational factor.*

*Андрей Юрьевич Коляда, нач. отд.; e-mail: opbush@mail.ru;*  
*Дмитрий Сергеевич Буряк, науч. сотр.; e-mail: buryak\_ds@rambler.ru*  
*Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела,*  
*пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор» МЧС ДНР*  
*283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: (+38 062) 332-78-40*

## **ОБОСНОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РУКАВНЫХ ЛИНИЙ**

*Andrey Yuryevich Kolyada, head of department; e-mail: opbush@mail.ru;*  
*Dmitry Sergeevich Buryak, scientific associate; e-mail: buryak\_ds@rambler.ru*  
*The “Respirator” State Scientific Research Institute of Mine-rescue Work,*  
*Fire Safety and Civil Protection of the MChS DPR*  
*283048, Donetsk, 157, ulitsa Artyoma. Phone: (+38 062) 332-78-40*

## **SUBSTANTIATION OF HYDRAULIC PARAMETERS OF FIRE-FIGHTING LINES**

**Цель.** Установить аналитические закономерности для определения расходно-напорных характеристик в точке отбора воды для пожаротушения.

**Методы.** Аналитические исследования гидравлических процессов при подаче воды по рукавным линиям для пожаротушения.

**Результаты.** Рассмотрены основные факторы, влияющие на гидравлические параметры подачи воды по рукавным линиям для пожаротушения. Установлена зависимость для определения значений расхода и напора воды в расчетной точке отбора с учетом геодезических отметок, протяженности, диаметра и удельных гидравлических сопротивлений рукавной линии.

**Научная новизна.** Полученная зависимость повышает точность определения гидравлических параметров рукавных линий.

**Практическая значимость.** Результаты исследований позволяют определить расходно-напорные характеристики применяемых пожарных рукавов, их оптимальное количество и выбрать рациональные схемы прокладки рукавных линий при подаче воды в очаг пожара.

**Ключевые слова:** *пожар; гидравлические параметры; рукавные линии; параллельная схема прокладки; последовательная схема прокладки.*

**Purpose.** To establish analytical regularities for determining flow rate-and-pressure characteristics in a point of water intake for fire extinguishment.

**Methods.** Analytical investigations of the hydraulic processes during supply of water through the fire-fighting lines for fire extinguishment.

**Results.** The main factors affecting the hydraulic parameters of water supply through the fire-fighting lines for fire extinguishment have been examined. The dependence for determining the water flow rate and pressure values in the water intake check point has been established factoring in geodesic marks, length, diameter and specific hydraulic resistances of a fire-fighting line.

**Scientific novelty.** The derived dependence improves the precision of determination of the hydraulic parameters of the fire-fighting lines.

**Practical value.** The results of the investigations permit to determine the flow rate-and-pressure characteristics of the fire hoses in use, their optimal amount and to select the rational lay-outs of fire-fighting lines during water supply to a seat of fire.

**Keywords:** *fire; hydraulic parameters; fire-fighting lines; parallel lay-out; sequential lay-out.*

*Анатолий Филиппович Долженков, д-р техн. наук, замдиректора по научной работе;*  
*e-mail: dolzhenkov\_52@mail.ru*

*Екатерина Кайржановна Джалетова, инж.; e-mail: ekaterinajaletova@yandex.ru*

Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела,  
пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор» МЧС ДНР  
283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: (+38 062) 332-78-43

*Анастасия Александровна Никулина, студентка; e-mail: nastay93726nikulina@mail.ru*  
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»  
286123, г. Макеевка, ул. Державина, 2. Тел.: (+38 071) 424-48-92

## **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ВЫБРОСАМИ КОТЕЛЬНЫХ МАЛОЙ МОЩНОСТИ**

*Anatoly Filippovich Dolzhenkov, Dr. Sci. (Tech.), deputy director (on science);*

*Yekaterina Kairzhanovna Dzhaletova, engineer;*

*The “Respirator” State Scientific Research Institute of Mine-rescue Work,  
Fire Safety and Civil Protection of the MChS DPR*

*283048, Donetsk, 157, ulitsa Artyoma. Phone: (+38 062) 332-78-43*

*Anastasia Aleksandrovna Nikulina, student;*

*The State Educational Institution of Higher Occupational Education*

*“Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture”*

*286123, Makeyevka, ulitsa Derzhavina, 2. Phone: (+38 071) 424-48-92*

## **ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT OF ATMOSPHERE POLLUTION BY EMISSIONS OF LOW-CAPACITY BOILER STATIONS**

**Цель.** Обоснование подходов к оценке экологического риска загрязнения атмосферы при эксплуатации коммунальных котельных малой мощности.

**Методы.** При решении поставленных задач были использованы анализ, обобщение и систематизация расчетов величин выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в соответствии с нормативными документами, устанавливающими порядок определения выбросов основных загрязняющих веществ и парниковых газов, поступающих в атмосферный воздух с дымовыми газами, образующимися во время сжигания органического топлива в энергетических установках.

**Результаты.** Рассмотрены требования к оценке экологического риска загрязнения атмосферы выбросами коммунальных котельных малой мощности, обусловленного выделением в атмосферу вредных веществ, являющихся продуктом неполного сгорания природного газа. Установлено, что замена котлов НИИСТУ-5 на котлы Viessmann Vitoplex 100 тип PV1 позволит сократить выброс парниковых газов в атмосферный воздух.

**Научная новизна.** Обоснованы методологические подходы к оценке экологического риска загрязнения атмосферы при эксплуатации коммунальных котельных малой мощности. Получены математические модели для оценки экологического риска загрязнения атмосферы выбросами коммунальных котельных малой мощности.

**Практическая значимость.** Полученные результаты позволят обосновать расход и состав использованного топлива и характеристики энергетических и газоочистных установок, оценить количественные значения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от котельных, оборудованных котлами малой мощности.

**Ключевые слова:** *источники теплоснабжения; котельные малой мощности; водогрейные котлы; экологический риск; опасные и вредные химические вещества.*

**Purpose.** Substantiation of approaches to the assessment of environmental risk of atmosphere pollution by operating municipal low-capacity boiler stations.

**Methods.** Analysis, generalization and systematization of calculations of values of pollutant emissions in the atmospheric air in compliance with the statutory documents establishing the procedure of determination of priority pollutants and green gases emissions entering the atmospheric air with exhaust gases generated in the process of burning the organic fuel by the power-producing units.

**Results.** The requirements for the environmental risk assessment of atmosphere pollution by the emissions of the municipal low-capacity boiler stations conditioned by emission of the noxious substances into the atmosphere which are the products of natural gas incomplete combustion have been considered. It has been established that the replacement of the НИИСТУ-5 boilers with the Viessmann Vitoplex 100 type PV1 boilers will make it possible to reduce the green gasses emission into the atmospheric air.

**Scientific novelty.** The methodological approaches to the assessment of environmental risk of atmosphere pollution by operating municipal low-capacity boiler stations have been substantiated. The mathematical models for assessment of the environmental risk of atmosphere pollution by emissions of low-capacity boiler stations have been derived.

**Practical value.** The obtained results will make it possible to substantiate the consumption and the composition of the used fuel and the characteristics of the power and gas-cleaning units, and to assess the quantity values of the emitted pollutants into the atmosphere by the boiler stations with installed low-capacity boilers.

**Keywords:** *sources of heat supply; low-capacity boiler stations; hot water boilers; risk of environmental pollution; hazardous and noxious chemical substances.*

*Татьяна Викторовна Князева, руководитель аппарата министра; e-mail: mchs-dnr@mail.ru*

*Министерство по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий ДНР*

*283050, Донецк, ул. Щорса, 60. Тел.: (+38 062) 340-62-80*

*Татьяна Олеговна Мороз, вед. инж.; e-mail: tatiana.moroz@rambler.ru*

*Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела, пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор» МЧС ДНР*

*283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: (+38 062) 332-78-43*

### **ТРЕХМЕРНАЯ МОДЕЛЬ ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ ПОЖАРНОГО В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР**

*Tatyana Viktorovna Knyazeva, head of Minister's office; e-mail: mchs-dnr@mail.ru*

*The Ministry for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters of the Donetsk People's Republic*

*283050, Donetsk, 60, ulitsa Shhorska. Phone: (+38 062) 340-62-80*

*Tatyana Olegovna Moroz, advanced engineer; e-mail: tatiana.moroz@rambler.ru*

*The "Respirator" State Scientific Research Institute of Mine-rescue Work, Fire Safety and Civil Protection of the MChS DPR*

*283048, Donetsk, 157, ulitsa Artyoma. Phone: (+38 062) 332-78-43*

### **THREE-DIMENSIONAL MODEL OF FIREFIGHTER'S BODY THERMAL STATUS IN CONDITIONS OF ELEVATED TEMPERATURES**

**Цель.** Разработать адекватную трехмерную физическую модель теплового состояния пожарного в специальной защитной одежде от повышенных тепловых воздействий и определить параметры этой модели для анализа и прогнозирования предельного времени работы пожарного при воздействии опасных факторов пожара.

**Методы.** Для определения параметров физической модели использован расчетно-экспериментальный подход – метод определения недостаточно изученных параметров модели путем их идентификации по данным экспериментов либо литературных источников.

**Результаты.** Разработана трехмерная физическая модель теплового состояния организма пожарного в специальной защитной одежде от повышенных тепловых воздействий. Представлены основные допущения, процессы и исходные данные модели.

Параметры модели определены по данным литературных источников и экспериментальных исследований теплового состояния пожарного.

**Научная новизна.** Построение усовершенствованной физической модели теплового состояния человека, параметры которой определяются по эксперименту, проведенному при комнатной температуре, которые затем используются для определения теплового состояния пожарного во время выполнения им функциональных обязанностей при повышенных температурах окружающей среды.

**Практическая значимость.** Для усовершенствования средств индивидуальной защиты внедрение модели оценки теплового состояния пожарного при выполнении работ повысит эффективность специальной защитной одежды от повышенных тепловых воздействий.

**Ключевые слова:** *тепловое состояние пожарного; специальная защитная одежда пожарных от повышенных тепловых воздействий; опасные факторы пожара; средства индивидуальной защиты; моделирование.*

**Purpose.** To develop an adequate three-dimensional physical model of the firefighter's body thermal status in the special clothing for protection against heat and to determine the parameters of this model for analysis and prediction of the maximum working time limit for the firefighter under exposure of hazardous fire factors.

**Methods.** In order to define the physical model parameters the computational-experimental approach, i.e. the method for determining insufficiently studied model parameters by identifying them according to data of the experiments or of the literature sources has been employed.

**Results.** The three-dimensional physical model of the body thermal status of the firefighter in the special clothing for protection against heat has been developed. The principal assumptions, the processes and the source data of the model have been presented. The parameters of the model have been determined according to the data of the literature sources and the experimental investigations of the firefighter's body thermal status.

**Scientific novelty.** Design of the improved physical model of the human body thermal status with parameters determined by the experiment conducted at the room indoor temperature and then applied for determining the firefighter's body thermal status during his performance of the functional responsibilities at the elevated temperatures of the environment.

**Practical value.** For improvement of the personal protective equipment the implementation of the assessment model of the firefighter's body thermal status during carrying-out of the works will enhance the effectiveness of the special clothing for protection against heat.

**Keywords:** *firefighter's body thermal status; special clothing for firemen protection against heat; hazardous fire factors; personal protective equipment; modeling.*

*Любовь Алексеевна Зборщик, ст. науч. сотр.; e-mail: lzborschik@yandex.ru;*

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

*Виктор Иванович Францев, вед. инж.; e-mail: oszd\_niigd\_3@mail.ru*

*Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела, пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор» МЧС ДНР  
283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: (+38 062) 332-78-45*

## **ВЛИЯНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА И ВЫСОТЫ СЛОЯ ПОГЛОТИТЕЛЯ ХП-И НА ЕГО СОРБЦИОННУЮ ЕМКОСТЬ**

*Lyubov Alekseyevna Zborshchik, senior scientific associate; e-mail: lzborschik@yandex.ru;*

*Ruslan Sergeevich Pletenetskiy, senior scientific associate; e-mail: zoloto-russland@yandex.ru;*

*Viktor Ivanovich Frantsev, advanced engineer; e-mail: oszd\_niigd\_3@mail.ru*

*The "Respirator" State Scientific Research Institute of Mine-rescue Work,*

## **INFLUENCE OF FRACTIONAL COMPOSITION AND LAYER HEIGHT OF THE ХП-И ABSORBENT ON ITS SORPTION CAPACITY**

**Цель.** Повышение сорбционной емкости химического поглотителя известкового ХП-И для защитных дыхательных аппаратов.

**Методы.** Экспериментальные методы исследований химических поглотителей.

**Результаты.** Установлены зависимости сорбционной емкости химического поглотителя известкового ХП-И от высоты слоя сорбента в регенеративном патроне и гранулометрического состава.

**Научная новизна.** Впервые определены значения высоты слоя химического поглотителя известкового ХП-И в регенеративном патроне и его гранулометрический состав для оптимизации сорбции.

**Практическая значимость.** Полученные результаты исследований позволят оптимизировать параметры конструкции дыхательных аппаратов, уменьшая массу используемого сорбента и повышая их защитную способность.

**Ключевые слова:** *известковый химический поглотитель; дыхательный аппарат; защитная способность; сорбция; сорбент; диоксид углерода; фракционный состав.*

**Purpose.** Enhancement of sorption capacity of the ХП-И chemical lime absorbent for protective breathing apparatuses.

**Methods.** Experimental methods of investigations of chemical absorbents.

**Results.** The dependences of the sorption capacity of the ХП-И chemical lime absorbent from the sorbent layer height in the regenerative cartridge and the fractional composition have been established.

**Scientific novelty.** There have been determined the novel height values of the ХП-И chemical lime absorbent layer in the regenerative cartridge and its granulometric composition for sorption optimization.

**Practical value.** The obtained results of the investigations will make it possible to optimize the construction parameters of the breathing apparatuses reducing the mass of the sorbent in use and enhancing their protective ability.

**Keywords:** *chemical lime absorbent; breathing apparatus; protective ability; sorption; sorbent; carbon dioxide; fractional composition.*

*Владимир Михайлович Медгаус, нач. отд.; e-mail: vladimir\_medgaus@mail.ru;*

*Ольга Владимировна Папазова, ст. науч. сотр.; e-mail: papazova-olya.1950@yandex.ru;*

*Николай Николаевич Попов, науч. сотр.; e-mail: popov-nikolay.1963@yandex.ru;*

*Владислав Вячеславович Шлома, инж. 1 кат.; e-mail: ilsin1995@gmail.com*

*Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела, пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор» МЧС ДНР*

*283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: (+38 062) 332-78-51*

## **КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АППАРАТОВ ИВЛ ДЛЯ ПРОДЛЕНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ**

*Vladimir Mikhaylovich Medgaus, head of department; e-mail: vladimir\_medgaus@mail.ru;*

*Olga Vladimirovna Papazova, senior scientific associate; e-mail: papazova-olya.1950@yandex.ru;*

*Nikolay Nikolayevich Popov, scientific associate; e-mail: popov-nikolay.1963@yandex.ru;*

*Vladislav Vyacheslavovich Shloma, engineer of the 1<sup>st</sup> category; ilsin1995@gmail.com*

*The "Respirator" State Scientific Research Institute of Mine-rescue Work,*

## **CONTROL OF TECHNICAL CONDITION OF ARTIFICIAL LUNG VENTILATION APPARATUSES FOR EXTENSION OF THEIR USEFUL LIFE**

**Цель.** Возможность продления срока службы аппаратов искусственной вентиляции легких при длительной эксплуатации в подразделениях ГВГСС МЧС ДНР.

**Методы.** Аналитические исследования технического состояния составных частей длительно эксплуатируемых аппаратов для восстановления дыхательной функции, имеющих тенденцию к старению и деформации материалов.

**Результаты.** Полученные данные можно использовать для разработки мер по продлению назначенных сроков службы и порядка исследования технического состояния аппаратов для восстановления дыхательной функции с длительным сроком службы, а также рекомендаций по техническому обслуживанию.

**Научная новизна.** На основании анализа технического состояния вспомогательного оснащения подразделений ГВГСС установлены причины прогнозируемого снижения показателей надежности при длительной эксплуатации.

**Практическая значимость.** Предложен методологический подход к исследованию аппаратов ИВЛ для разработки Методики оценки технического состояния вспомогательного оснащения и повышения эффективности его работы.

**Ключевые слова:** *вспомогательное оснащение; догоспитальный этап; травматический шок; восстановление дыхательной функции; аппараты искусственной вентиляции легких; длительный срок эксплуатации; физико-механические свойства; надежность.*

**Purpose.** Possibility of extending the useful life of the long-lived artificial lung ventilation apparatuses deployed by the subdivisions of the State Para-military Mine-Rescue Service of the Ministry for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters of the Donetsk People's Republic.

**Methods.** Analytical investigations of the technical condition of the components of the long-lived apparatuses for respiratory function restoration which are prone to aging and deformation of materials.

**Results.** The obtained data may be used for development of measures for extension of the assigned useful life and the procedure of the technical condition investigation of the long-lived apparatuses for respiratory function restoration as well as of the recommendations for technical maintenance.

**Scientific novelty.** The reasons of predicted decrease in dependability indices during the long-lived operation have been investigated based on the analysis of the technical condition of the auxiliary equipment items of the State Para-military Mine-Rescue Service subdivisions.

**Practical value.** The methodological approach to the investigation of the artificial lung ventilation apparatuses has been proposed for development of the Methodology for assessment of technical condition of auxiliary equipment items and enhancement of effectiveness of its operation.

**Keywords:** *auxiliary equipment; pre-hospital phase; traumatic shock; respiratory function restoration; artificial lung ventilation apparatuses; long-lived operation life; physical and mechanical properties; dependability.*