

*Святослав Павлович Греков, д-р техн. наук, гл. науч. сотр.; e-mail: obep.niigd@list.ru*  
Государственное бюджетное учреждение

«Научно-исследовательский институт «Респиратор» МЧС ДНР»

283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: (+7 856) 332-79-07

## **ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ КИСЛОРОДА НА КИНЕТИКУ ХЕМОСОРБЦИИ ГАЗОНАСЫЩЕННЫХ УГЛЕЙ**

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

*State Budgetary Establishment “The Scientific Research Institute “Respirator”*

*of the Ministry of the Donetsk People’s Republic for Civil Defence,*

*Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters”*

*238048, Donetsk, 157, ulitsa Artyoma. Phone: (+7 856) 332-79-07*

## **INFLUENCE OF OXYGEN CONCENTRATION ON GAS-SATURATED COAL CHEMISORPTION KINETICS**

**Цель.** Разработать аналитический метод построения кинетических кривых адсорбции и химического реагирования кислорода разной концентрации с газонасыщенными углями на основе ранее проведенных экспериментов для предотвращения самонагрева угля.

**Методы.** Теоретические исследования неизотермической адсорбции веществ микропористыми адсорбентами на основе уравнения мономолекулярной адсорбции Ленгмюра и математическое моделирование этого процесса с использованием экспериментальных данных, хроматографический метод.

**Результаты.** Предложен метод построения кинетических кривых адсорбции кислорода различной концентрации газонасыщенными углями. На примере угля высокой степени метаморфизма установлена зависимость количества кислорода, поглощенного и вступившего в химическую реакцию, от его концентрации в адсорбтиве.

**Научная новизна.** Впервые предложен аналитический метод определения кинетики адсорбции кислорода углями при их низкотемпературном окислении с учетом разной концентрации окислителя в шахтном воздухе.

**Практическое значение.** Определение концентрации адсорбированного и прореагировавшего с углем кислорода позволит оценить количество выделяемой при этом теплоты и контролировать температуру самонагрева твердого топлива.

**Ключевые слова:** адсорбция; химическая реакция; концентрация; температура; низкотемпературное окисление; уголь.

**Purpose.** To develop an analytical method for plotting the kinetic curves of adsorption and chemical reaction of various concentrations of oxygen with gas-saturated coal based on the previously conducted experiments for preventing the spontaneous heating of coal.

**Methods.** Theoretical studies of non-isothermal adsorption of substances by microporous adsorbents based on the Langmuir monomolecular adsorption equation, the mathematical modeling of this process applying the experimental data as well as the chromatography.

**Results.** The method for plotting the kinetic curves of adsorption of various concentrations of oxygen by the gas-saturated coal has been proposed. Using the coal of a high degree of metamorphism as an example the dependence between the amount of oxygen absorbed and entered into the chemical reaction and its concentration in the adsorptive has been established.

**Scientific novelty.** The novel analytical method for determination of the kinetics of oxygen adsorption by coal during its low-temperature oxidation has been proposed factoring in the different concentrations of the oxidizing agent in the mine air.

**Practical value.** The determination of the concentration of oxygen adsorbed and reacted with coal will make it possible to estimate the amount of heat released during it and to control the temperature of spontaneous heating of the solid fuel.

**Keywords:** *adsorption; chemical reaction; concentration; temperature; low-temperature oxidation; coal.*

*Александр Михайлович Симонов, нач. отд.; e-mail: simonov54\_54@mail.ru;*

*Николай Викторович Карнаух, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.; e-mail: avrstla@mail.ru;*

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

*Государственное бюджетное учреждение*

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

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

## **СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ И СХЕМЫ ПРОВЕТРИВАНИЯ ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКОВ ПРИ ОТРАБОТКЕ ВЫБРОСООПАСНЫХ ПЛАСТОВ**

*Aleksandr Mikhailovich Simonov, head of department; e-mail: simonov54\_54@mail.ru;*

*Nikolay Viktorovich Karnaukh, Cand. Sci. (Tech.), senior scientific associate;*

*e-mail: avrstla@mail.ru;*

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

*State Budgetary Establishment “The Scientific Research Institute “Respirator”*

*of the Ministry of the Donetsk People’s Republic for Civil Defence,*

*Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters”*

*238048, Donetsk, 157, ulitsa Artyoma. Phone: (+7 856) 332-78-34*

## **MINING SYSTEMS AND VENTILATION SCHEMES OF WORKING AREAS DURING EXTRACTION OF OUTBURST-PRONE SEAMS**

**Цель.** Выбор систем разработки и схем проветривания при отработке выбросоопасных пластов для снижения газовыделения на выемочных участках шахт.

**Методы.** Использован аналитический метод исследования.

**Результаты.** Установлено, что на безопасность ведения горных работ при отработке выбросоопасных пластов, количество и интенсивность внезапных выбросов влияют горнотехнические факторы, сложные горно-геологические условия и системы разработки выемочных участков. Охарактеризованы основные требования к схемам проветривания участков при разработке газообильных выбросоопасных пластов.

**Научная новизна.** Научно обосновано применение прогрессивных систем разработки и схем проветривания выемочных участков шахт при отработке выбросоопасных угольных пластов с обособленным разбавлением вредностей по источникам их выделения и наличием двух горных выработок со свежей струей воздуха, примыкающих к очистному забою, для обеспечения безопасности и создания комфортных условий труда шахтеров, повышения максимальной нагрузки на очистной забой по газовому фактору, исключения образования местных и слоевых скоплений метана на сопряжении забоя с вентиляционным штреком и в нем, снижения газообильности и температуры воздуха в лаве.

**Практическая значимость.** Разработаны схемы выемочных участков с различными системами разработки, схемами проветривания, зонами выбросов и безопасными зонами. Обосновано, что прямоточные схемы проветривания с подачей к лаве свежего воздуха по горным выработкам, обеспечивающие два запасных выхода людей в выработки со свежей струей воздуха из зоны выброса и полное обособленное разбавление вредностей (газ, пыль, тепло), – наиболее безопасные и эффективные, что рекомендовано учитывать в процессе проектирования новых полей, блоков и выемочных участков.

**Ключевые слова:** *угольная шахта; выемочный участок; системы разработки; схемы проветривания; выбросоопасные пласты угля; безопасность шахтеров.*

**Purpose.** Selection of mining systems and ventilation schemes during extraction of the outburst-prone seams for reducing the gas emission at the working areas of mines.

**Methods.** The analytical method of investigation has been applied.

**Results.** It has been determined that during the extraction of the outburst-prone seams the safety of mining operations, the rate and intensity of sudden outbursts are affected by the mining engineering factors, the complex mining and geological conditions and mining systems of the working areas. The basic requirements to the ventilation schemes of the areas during extraction of the gas-saturated outburst-prone seams have been characterized.

**Scientific novelty.** The application of progressive mining systems and ventilation schemes of the mining areas during the extraction of outburst-prone coal seams with separated dilution of contaminants according to the sources of their emission and the presence of two working areas adjacent to the breakage face containing the fresh air stream has been scientifically grounded in order to provide the safety and to create the comfortable work conditions for miners, to elevate the maximum load of the breakage face by the gas factor, to exclude the formation of local and layer methane accumulations at the roadheads of face and airway and inside of it, to reduce the gas content and air temperature in the face.

**Practical value.** The schematic diagrams of working areas with various mining systems, ventilation schemes, outburst areas and safe zones have been developed. It has been substantiated that the draw-through ventilation schemes with fresh air feeding to the face through the mining areas providing two means of egress for people out of the outburst zone to the working areas with fresh air stream as well as fully separated dilution of contaminants (gas, dust, heat) are the most safe and effective ones which is recommended to take into account in designing the new fields, blocks and working areas.

**Keywords:** *coal mine; working area; extraction systems; ventilation schemes; outburst-prone coal seams; safety of miners.*

**Ирина Геннадьевна Старикова**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.;

*e-mail: ir-starik@yandex.ru*

Государственное бюджетное учреждение

«Институт физики горных процессов»

283114, Донецк, ул. Розы Люксембург, 72. Тел.: +7(949) 332-12-36

**МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ САМОНАГРЕВАНИЯ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА**

**Irina Gennadiyevna Starikova**, *Cand. Sci. (Tech.), senior scientific associate;*

*e-mail: ir-starik@yandex.ru*

State Budgetary Establishment “Institute of Physics of Mining Processes”

283114, Donetsk, 72, ulitsa Rozy Luxemburg. Phone: (+7 949) 332-12-36

**METHOD OF DETERMINATION OF COAL SEAM SPONTANEOUS HEATING PERIOD**

**Цель.** Установление количественных закономерностей влияния массопереноса кислорода и теплопередачи во вмещающие породы на кинетику температурного режима угольного пласта и способность его к самовозгоранию для повышения достоверности оценки пожароопасности угольного пласта.

**Методы.** Использованы методы физического и математического моделирования, современные методы асимптотического и численного анализа уравнений в частных производных, описывающие тепло- и массоперенос в горных выработках, проводились адекватные физические эксперименты на стандартном теплофизическом оборудовании для установления условий зарождения и развития очагов самовозгорания.

**Результаты.** Получен критерий самовозгорания угольного пласта, установлен его инкубационный период.

**Научная новизна.** Обоснован новый критерий самовозгорания, учитывающий в количественном виде теплоотдачу из угля во вмещающие породы, скорость сорбции

кислорода углем, толщину угольных слоев в пласте, пустотность угля и локальную концентрацию кислорода на его поверхности.

**Практическая значимость.** Разработана методика прогноза времени самонагрева и самовозгорания угольных массивов разной степени нарушенности для повышения достоверности оценки склонности к самовозгоранию угля.

**Ключевые слова:** *уголь; коэффициент теплоотдачи; тепловой поток; температура; теплоемкость; самовозгорание.*

**Purpose.** Determination of quantitative regularities of dependence of the influence of oxygen mass and heat transfer into adjacent rocks on the temperature mode kinetics of a coal seam and its spontaneous combustion ability in order to improve the reliability of coal seam fire hazard assessment.

**Methods.** The methods of physical and mathematical modeling have been applied as well as the present-day techniques of asymptotic and numerical analysis of equations in partial derivatives describing heat and mass transfer in mine workings; the adequate physical experiments have been conducted on the conventional thermophysical equipment have been conducted in order to determine the conditions for inception and development of spontaneous combustion points of origin.

**Results.** The criterion of spontaneous combustion of coal seam has been obtained, its incubation period has been determined.

**Scientific novelty.** The new criterion of spontaneous combustion has been substantiated taking into account the quantitative heat transfer from coal into adjacent rocks, the rate of oxygen sorption by coal, the width of coal layers in the strata, cavitation of coal and local concentration of oxygen on its surface.

**Practical value.** The technique for predicting the period of spontaneous heating and combustion of coal massifs with different degree of tectonic decomposition has been developed in order to improve the reliability of assessment of coal propensity to spontaneous combustion.

**Keywords:** *coal; heat transfer coefficient; heat flow; temperature; heat capacity; spontaneous combustion.*

**Станислав Александрович Калякин**, д-р техн. наук, проф.; e-mail: [yglenit@gmail.com](mailto:yglenit@gmail.com)  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Донецкий национальный технический университет»  
283001, Донецк, ул. Артема, 58. Тел.: (+7 949) 399-14-71

**Евгений Александрович Головченко**, 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)  
Государственное бюджетное учреждение

«Научно-исследовательский институт «Респиратор» МЧС ДНР»

283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: (+7 949) 340-97-96

## **ЗАВИСИМОСТЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ ОТ ВЫХОДА ЛЕТУЧИХ ВЕЩЕСТВ**

**Stanislav Aleksandrovich Kalyakin**, Dr. Sci. (Tech.), professor; e-mail: [yglenit@gmail.com](mailto:yglenit@gmail.com)

State Educational Institution of Higher Professional Education

“Donetsk National Technical University”

283001, Donetsk, 58, ulitsa Artyoma. Phone: (+7 949) 399-14-71

**Yevgeny Aleksandrovich Golovchenko**, 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)

State Budgetary Establishment “The Scientific Research Institute “Respirator”

of the Ministry of the Donetsk People’s Republic for Civil Defence,

Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters”

238048, Donetsk, 157, ulitsa Artyoma. Phone: (+7 856) 332-79-07

## DEPENDENCE OF COAL DUST COMBUSTION TEMPERATURE ON VOLATILE SUBSTANCES EMISSION

**Цель.** Установление зависимости температуры воспламенения угольной пыли разной степени метаморфизма от выхода летучих веществ с поверхности частиц угля и газокинетических факторов для повышения пожарной безопасности ведения горных работ.

**Методы.** Экспериментальные исследования степени воспламенения частиц пыли угля.

**Результаты.** Проведенные исследования позволили установить зависимость температуры воспламенения угольной пыли различной степени метаморфизма от выхода летучих веществ и от размеров частиц пыли.

**Научная новизна.** Впервые для различных фракций угольной пыли определены полиномиальные зависимости ее температуры воспламенения от выхода летучих веществ, которые показывают существенное влияние наночастиц угольной пыли на пожаровзрывоопасность.

**Практическая значимость.** Полученные зависимости позволяют значительно улучшить оценку пожаровзрывоопасных свойств наночастиц угольной пыли различной степени метаморфизма и пожарную безопасность ведения горных работ.

**Ключевые слова:** *наночастица; угольная пыль; пожаровзрывоопасность; температура воспламенения; температура самовоспламенения; выход летучих веществ.*

**Purpose.** Determination of dependence between the dust of different metamorphic grade coal combustion temperature and the volatile substances emission from the surface of coal particles and gas-kinetic factors in order to improve the fire safety of conducted mining works.

**Methods.** Experimental investigations of the degree of coal dust particles combustion on its grade of metamorphism and fractional dimension of dust particles.

**Results.** The dependences of the temperature of coal dust of different metamorphic grades on the volatile substances emission and coal dust dimensions have been established.

**Scientific novelty.** The novel polynomial dependences of the combustion temperature from the volatile substances emission have been established for the different fractions of coal dust; the dependences show the significant effect of the nanoparticles on fire and explosion hazard of the coal dust.

**Practical value.** The established dependences of the combustion temperature of the coal dust particles allow improving the precision of estimation of the fire and explosion hazardous characteristics of the nanoparticles of coal dust of different metamorphic grades and the fire safety of conducting the mining works.

**Keywords:** *nanoparticle; coal dust; fire and explosion hazard; combustion temperature; spontaneous combustion temperature; volatile substances emission.*

*Александр Петрович Ковалев, д-р техн. наук, проф., науч. сотр.; e-mail: abrecap@mail.ru*

*Государственное бюджетное учреждение*

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

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

*Любовь Ивановна Колесник, канд. техн. наук, доц.; e-mail: lyu2630@yandex.ru*

*Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования*

*«Донецкий национальный университет»*

*283001, Донецк, ул. Университетская, 24. Тел.: (+7 949) 379-19-20*

## РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ И ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТИ СЛОЖНЫХ ПО СТРУКТУРЕ ВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ

*Aleksandr Petrovich Kovalyov, Dr. Sci. (Tech.), prof., scientific associate; e-mail:*

*abrecap@mail.ru*

*State Budgetary Establishment "The Scientific Research Institute "Respirator"*

*of the Ministry of the Donetsk People's Republic for Civil Defence,  
Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters”  
283048, Donetsk, 157, ulitsa Artyoma. Phone: (+7 856) 332-78-36*

*Lyubov Ivanovna Kolesnik, Cand. Sci. (Tech.), assistant professor; e-mail: lyu2630@yandex.ru  
State Educational Institution of Higher Professional Education  
“Donetsk National University”*

*283001, Donetsk, 24, ulitsa Universitetskaya. Phone: (+7 949) 379-19-20*

## **CALCULATION OF DEPENDABILITY AND FIRE SAFETY OF STRUCTURALLY COMPLEX RESTORABLE IN PROCESS OF OPERATION SYSTEMS**

**Цель.** Разработать метод оценки надежности и пожаробезопасности структурно-сложных восстанавливаемых в процессе эксплуатации систем электроснабжения потребителей электрической энергии, элементы которых могут находиться в трех несовместных состояниях.

**Методы.** Использован новый способ преобразования логического «треугольника» в эквивалентную по надежности логическую «звезду» и трансформации ее в эквивалентный по надежности «треугольник» для приведения сложных по структуре схем замещения систем электроснабжения к одному эквивалентному по надежности элементу.

**Результаты.** Разработан инженерный метод преобразования сложной по структуре схемы замещения систем электроснабжения потребителей электрической энергии к одному эквивалентному по надежности элементу, что позволит в дальнейшем оценить надежность и пожаробезопасность узлов нагрузки, используя известные формулы.

**Научная новизна.** Используя разработанный способ преобразования («треугольник – звезда» и «звезда – треугольник») для сложных по структуре схем замещения систем электроснабжения потребителей электрической энергии, представляется возможным получить новые аналитические зависимости, которые характеризуют надежность и пожаробезопасность узлов нагрузки.

**Практическая значимость.** Получен простой в использовании инженерный метод для оценки надежности и пожаробезопасности узлов нагрузки системы электроснабжения потребителей электрической энергии, при условии, что каждый ее элемент может находиться в трех несовместных состояниях.

**Ключевые слова:** *сложная по структуре схема замещения; надежность; пожаробезопасность; узел нагрузки; обрыв цепи; короткое замыкание; отказ в срабатывании.*

**Purpose.** To develop a method for assessment of dependability and fire safety of structurally complex restorable in operation systems supplying power to the electrical power consumers, the elements of these systems may operate in three incompatible states.

**Methods.** The novel method of transforming the logical “triangle” into equally reliable logical “star” and turning it into equally reliable “triangle” in order to reduce the structurally complex circuits substituting the systems of power supply to one equally reliable element.

**Results.** The engineering method for transforming the structurally complex circuit substituting the systems of power supply to electrical power consumers into one equally reliable element which will make it possible to further assess the dependability and fire safety of load nodes applying the known formula.

**Scientific novelty.** Applying the developed method (“triangle – star” and “star – triangle”) for transforming structurally complex circuits substituting the systems of power supply to electrical power consumers it turns out to be possible to derive new analytical dependences which characterize the dependability and fire safety of the load nodes.

**Practical novelty.** The simple and user friendly engineering method has been composed for assessing the dependability and fire safety of the load nodes of the system for power supply to electrical power consumers under condition that every single element of this system may operate in three incompatible states.

**Keywords:** *structurally complex substitution system; dependability; fire safety; load node; open-circuit fault; short circuit; miss operation.*

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

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

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

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

*Государственное бюджетное учреждение*

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

*283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: (+7 856) 332-78-45*

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПУНКТАМ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ В РЕЗЕРВНЫЕ ШАХТНЫЕ САМОСПАСАТЕЛИ**

*Valery Vladimirovich Mamayev, Dr. Sci. (Tech.), first deputy director (on science);*

*e-mail: respirator@mail.dnmchs.ru;*

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

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

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

*State Budgetary Establishment “The Scientific Research Institute “Respirator”*

*of the Ministry of the Donetsk People’s Republic for Civil Defence,*

*Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters”*

*238048, Donetsk, 157, ulitsa Artyoma. Phone: (+7 856) 332-78-45*

## **MODERN REQUIREMENTS FOR MINE CHANGE-OVER STATIONS**

**Цель.** Исследование возможности усовершенствования многоступенчатой системы эвакуации с использованием пунктов переключения в самоспасатели для повышения безопасности подземных работ на горнодобывающих предприятиях.

**Методы.** Аналитические методы исследований существующих средств коллективной защиты, применяемых при многоступенчатой системе эвакуации подземного персонала горнодобывающих предприятий.

**Результаты.** Установлены преимущества и недостатки существующих средств коллективной защиты, используемых на этапах многоступенчатой системы эвакуации шахтеров с аварийного участка.

**Научная новизна.** Рассмотрено функционирование современных систем самоспасения и средств коллективной защиты подземного персонала с позиций теории массового обслуживания.

**Практическая значимость.** Выполненные исследования позволили определить направления совершенствования средств коллективной защиты и систем самоспасения шахтеров.

**Ключевые слова:** *дыхательный аппарат; шахтный самоспасатель; средство коллективной защиты органов дыхания; многоступенчатая система эвакуации; пункт переключения в резервные самоспасатели; эвакуационный маршрут.*

**Purpose.** Investigation of a possibility to improve multistage evacuation system utilizing the mine reserve self-rescuers change-over stations in order to increase the safety of underground works at the mining enterprises.

**Methods.** Analytical methods of investigations of the current collective protection equipment utilized in the multistage evacuation system for the underground personnel of the mining enterprises.

**Results.** The advantages and disadvantages of the existing collective protection equipment utilized at the stages of multistage evacuation of the miners from the accident area have been established.

**Scientific novelty.** The functioning of the modern self-rescue systems and collective protection equipment of the underground personnel has been considered from the perspective of the queuing theory.

**Practical value.** The conducted investigations have permitted to define the directions for improvement of the collective protection equipment and the miners' self-rescue systems.

**Keywords:** *breathing apparatus; mine self-rescuer; respiratory collective protection equipment; multistage evacuation system; mine reserve self-rescuers change-over station; evacuation route.*

**Черкесов Владимир Владимирович**, д-р мед. наук, ст. науч. сотр.;

*e-mail: cherkesov.vv@gmail.com*

*Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования*

*«Академия гражданской защиты МЧС ДНР»*

*283050, Донецк, ул. Розы Люксембург, 34а. Тел.: (+7 856) 304-43-76*

### **ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ РИСК СПАСАТЕЛЯ МЧС. РОЛЬ МЕДИКО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ГОТОВНОСТИ И АДАПТАЦИИ К РИСКУ**

*Vladimir Vladimirovich Cherkesov, Dr. Sci. (Med.), senior scientific associate;*

*e-mail: cherkesov.vv@gmail.com*

*The Civil Defence Academy of EMERCOM of the DPR*

*283050, Donetsk, 34a, ulitsa Rozy Luxemburg. Phone: (+7 856) 304-43-76*

### **OCCUPATIONAL RISK OF EMERCOM RESCUER. INFLUENCE OF MEDICAL AND PSYCHOLOGICAL FACTORS OF READINESS AND ADAPTATION TO RISK**

**Цель.** Анализ и оценка проблемы личностной готовности к риску спасателя МЧС, которая в данной работе рассматривается как базовый функциональный паттерн в системе единого интеллектуально-личностного потенциала человека, для повышения стрессоустойчивости в экстремальных чрезвычайных ситуациях.

**Методы.** Экспериментальные и информационно-аналитические исследования.

**Результаты.** Обоснованы методические подходы и критерии оценки психосоматического состояния спасателей, позволяющие поддерживать оптимальный уровень адаптации организма при ведении аварийно-спасательных и других неотложных работ в условиях чрезвычайных ситуаций.

**Научная новизна.** Впервые обоснованы и предложены методы оценки психосоматического состояния спасателей, позволяющие повысить эффективность профессиональных действий в условиях слабо прогнозируемой и часто неуправляемой ситуации, а также снизить риск развития у них как синдрома профессионального выгорания, так и психосоматических расстройств.

**Практическая значимость.** Исследованные системные (психосоматические) подходы к оценке готовности спасателя МЧС к профессиональному риску позволят в условиях тактической неопределенности выбрать оптимальные решения, основанные на балансе психических и физиологических функций организма.

**Ключевые слова:** *спасатели МЧС; чрезвычайные ситуации; профессиональные риски; психологические факторы риска; адаптация.*

**Purpose.** Analysis and estimation of a problem of EMERCOM rescuer's personal readiness to the risk which is considered in this research as a basic functional pattern within the system of unified intellectual and personal human potential in order to improve the stress tolerance in extreme emergency situations.

**Methods.** Experimental and informational and analytical investigations.

**Results.** There have been the methodological approaches and estimation criteria of the rescuers' psychosomatic state substantiated making it possible to sustain an optimal level of

organism adaptation during carrying out the emergency rescue and other urgent operations in conditions of emergency situations.

**Scientific novelty.** For the first time ever the methods for assessment of rescuers' psychosomatic state have been substantiated and proposed making it possible to improve the effectiveness of professional actions in conditions of hard-to-predict and often uncontrollable situation as well as to reduce the risk of development a syndrome of professional burnout and psychosomatic disorders of the rescuers.

**Practical value.** The investigated system (psychosomatic) approaches to the evaluation of EMERCOM rescuer's readiness to the risk will permit to choose the optimal solutions based on the balance of psychic and physiological functions of the body.

**Keywords:** *EMERCOM rescuers; emergency situations; occupational risks; psychological risk factors; adaptation.*

*Елена Ивановна Добрякова, науч. сотр.; e-mail: respirator@mail.dnmchs.ru;  
Александр Анатольевич Булатников, инж. I кат.; e-mail: respirator@mail.dnmchs.ru  
Государственное бюджетное учреждение*

*«Научно-исследовательский институт «Респиратор» МЧС ДНР»  
283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: (+7 856) 332-78-44*

## **ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ**

*Yelena Ivanovna Dobryakova, scientific associate; e-mail: respirator@mail.dnmchs.ru;  
Aleksandr Anatolyevich Bulatnikov, engineer of the 1<sup>st</sup> category; respirator@mail.dnmchs.ru  
State Budgetary Establishment "The Scientific Research Institute "Respirator"  
of the Ministry of the Donetsk People's Republic for Civil Defence,  
Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters"  
283048, Donetsk, 157, ulitsa Artyoma. Phone: (+7 856) 332-78-44*

## **SUBSTANTIATION OF CALCULATION OF REQUIRED NUMBER OF FIRE-AND-RESCUE SUBDIVISIONS ACCORDING TO ARRIVAL TIME**

**Цель.** Обоснование необходимого количества пожарно-спасательных подразделений МЧС, определение расчетных зон обслуживания и мест дислокации для обеспечения ликвидации пожаров с наименьшими потерями.

**Методика.** Аналитические исследования моделей расчетов необходимого количества пожарно-спасательных подразделений, применяемых в России, США, Франции и ДНР.

**Результаты.** Рассмотрены существующие модели расчета необходимого количества пожарно-спасательных подразделений. Проанализированы нормативные показатели, используемые для определения необходимого количества пожарно-спасательных подразделений. Разработана модель процесса определения необходимого количества пожарно-спасательных подразделений. Рассмотрена перспектива использования беспилотных летательных аппаратов в организации тушения пожаров.

**Научная новизна.** Определены основные положения и требования к обоснованию необходимого количества пожарно-спасательных подразделений. Исследована возможность применения беспилотных летательных аппаратов для снижения времени прибытия к объектам защиты на территории сельской местности.

**Практическая значимость.** Применение разработанной концептуальной модели расчетов необходимого количества пожарно-спасательных подразделений позволяет получить графическое изображение расчетных зон обслуживания.

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

**Purpose.** Substantiation of the required number of fire-and-rescue subdivisions of EMERCOM, determination of estimated areas of responsibility and deployment sites for ensuring the elimination of a fire with minimal casualties.

**Methods.** Analytical investigations of models applied in Russia, the USA, France and the DPR for calculating the required number of fire-and-rescue subdivisions.

**Results.** The existing models for calculating the required number of fire-and-rescue subdivisions have been considered. The normative indicators used to determine the required number of fire-and-rescue subdivisions have been analyzed. A model of the process for determining the required number of fire-and-rescue subdivisions has been developed. The prospect of using unmanned aerial vehicles in the organization of fire extinguishing has been considered.

**Scientific novelty.** The main regulations and requirements for determining the required number of fire-and-rescue subdivisions have been defined. The possibility of using unmanned aerial vehicles to reduce the time of arrival to the objects of protection in rural areas has been investigated.

**Practical value.** The application of developed conceptual model of calculations of the required number of fire-and-rescue subdivisions permits to obtain the graphic presentation of the estimated areas of responsibility.

**Keywords:** *fire; arrival time; fire-and-rescue subdivision; driving speed; fire-fighting appliance; criteria of formation.*

*Георгий Иванович Пештибай, нач. отд.; e-mail: niigd.osmas-1@mail.ru;*

*Николай Александрович Галухин, ст. науч. сотр.; e-mail: niigd.osmas-7@mail.ru;*

*Андрей Викторович Ивахненко, инж.; e-mail: andrey\_ivahnenko@mail.ru*

*Государственное бюджетное учреждение*

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

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

## **ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА НОМЕНКЛАТУРЫ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА ПРИМЕРЕ СРЕДСТВ ЗАБОРА ВОДЫ**

*Georgy Ivanovich Peshribay, head of department; e-mail: niigd.osmas-1@mail.ru;*

*Nikolay Aleksandrovich Galukhin, senior scientific associate; e-mail: niigd.osmas-7@mail.ru;*

*Andrey Viktorovich Ivahnenko, engineer; e-mail: andrey\_ivahnenko@mail.ru*

*State Budgetary Establishment “The Scientific Research Institute “Respirator”*

*of the Ministry of the Donetsk People’s Republic for Civil Defence,*

*Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters”*

*238048, Donetsk, 157, ulitsa Artyoma. Phone: (+7 856) 332-78-36*

## **SUBSTANTIATION FOR SELECTION A SET OF MINE-RESCUE ENGINEER EQUIPMENT EXEMPLIFIED BY WATER DRAFTING TOOLS**

**Цель.** Обосновать выбор номенклатуры средств забора воды из пожарно-оросительного трубопровода для повышения эффективности ведения горноспасательных работ.

**Методы.** Информационные и расчетно-аналитические исследования.

**Результаты.** Методом анализа иерархий выполнено ранжирование средств забора воды по приоритетности. Расчеты полностью подтверждаются результатами ранее проведенной научно-исследовательской работы.

**Научная новизна.** Впервые проведено ранжирование средств забора воды из пожарно-оросительного трубопровода методом анализа иерархий за счет структурирования проблемы по типу цель – критерии – альтернативы, выполнены численные расчеты по определению приоритетности.

**Практическая значимость.** Положительные результаты ранжирования средств забора воды из пожарно-оросительного трубопровода позволяют рекомендовать метод анализа иерархий для определения номенклатуры средств механизации горноспасательных работ,

что повысит оперативность развертывания горноспасательных подразделений и эффективность ведения спасательных операций.

**Ключевые слова:** номенклатура; методика выбора; горноспасательные работы; средства забора воды; метод анализа иерархий; ранжирование.

**Purpose.** To substantiate the selection of the set of tools for water drafting from firefighting-sprinkler pipeline in order to improve effectiveness of the mine-rescue operations.

**Methods.** Information and calculation-based analytical investigations.

**Results.** The categorization of water drafting tools according to their priority has been completed applying the hierarchy analysis technique. The calculations are completely supported by the results of the previously conducted scientific research.

**Scientific novelty.** The novel categorization of the tools of water drafting from firefighting-sprinkler pipeline has been conducted applying the hierarchy analysis technique and structuring the objective – criteria – alternatives type of problem, the numerical calculations for determination of priority have been fulfilled.

**Practical value.** The positive results of the categorization of the tools for water drafting from the firefighting-sprinkler pipeline permit to recommend the hierarchy analysis technique for determining the set of the mine-rescue engineer equipment which will improve efficiency of deployment of the mine-rescue subdivisions and effectiveness of carrying out the rescue operations.

**Keywords:** list; selection technique; mine-rescue works; water drafting tools; hierarchy analysis technique; categorization.

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

«Научно-исследовательский институт «Респиратор» МЧС ДНР»  
283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: (+7 856) 332-78-55

## **КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ВСПУЧИВАНИЯ ОГНЕЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ХЛОРОПРЕНОВОГО КАУЧУКА**

*Viktoria Valentinovna Lebedeva, senior scientific associate; e-mail: lebedenish@mail.ru*  
State Budgetary Establishment “The Scientific Research Institute “Respirator”  
of the Ministry of the Donetsk People’s Republic for Civil Defence,  
Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters”  
238048, Donetsk, 157, ulitsa Artyoma. Phone: (+7 856) 332-78-55

## **QUANTITATIVE PARAMETERS OF INTUMESCENCE OF CHLOROPRENE RUBBER-BASED FLAME-RETARDANT COATING**

**Цель.** Обосновать параметры процесса вспучивания огнезащитного покрытия для последующей оценки его огнезащитной эффективности в условиях пожара.

**Методы.** Кратность вспучивания определяли, измеряя линейные размеры образцов до и после выдержки в изотермических условиях нагревания, потерю массы – весовым методом, изменение плотности и пористости кокса – расчетным методом на основании экспериментальных данных; использовали графический метод обработки результатов однофакторного эксперимента.

**Результаты.** Исследовано влияние температуры в диапазоне 300...950 К на изменение кратности вспучивания, массы, плотности и пористости кокса огнезащитного покрытия на основе хлоропренового каучука. Показано, что исследуемые параметры определяются как функции температуры. Проанализирован двухстадийный механизм процесса вспучивания огнезащитного покрытия.

**Научная новизна.** Впервые получены численные значения параметров вспучивания огнезащитного покрытия на основе хлоропренового каучука и установлены зависимости, характеризующие влияние температуры на эти параметры.

**Практическая значимость.** Основываясь на результатах исследования, установлены математические зависимости кратности вспучивания, изменения массы, плотности и пористости кокса огнезащитного покрытия от температуры для использования в качестве оценочных критериев при разработке рецептуры и дальнейшей оптимизации свойств покрытий для защиты строительных конструкций в условиях экстремальных тепловых воздействий.

**Ключевые слова:** *вспененный кокс; кратность вспучивания; огнезащитное покрытие; плотность; пористость; потеря массы.*

**Purpose.** To substantiate the parameters of intumescence process of the flame-retardant coating for further evaluation of its fire-proof effectiveness in conditions of fire.

**Methods.** The intumescence ratio has been determined by measuring the linear dimensions of samples before and after exposing them to heating conditions, the mass loss has been measured by weight method, the changes in density and porosity of coke have been derived by calculation based in the experimental data; the graphical technique of processing the single factor experiment data.

**Results.** The temperature influence on the changes in following parameters of the chloroprene rubber-based flame-retardant coating has been investigated within the range of 300...950 K: intumescence ratio, mass, density and porosity of coke. It has been demonstrated that the parameters in question are defined as temperature functions. The two-stage mechanism of the intumescence process of the flame-retardant coating has been analyzed.

**Scientific novelty.** The novel numerical values of the parameters of the chloroprene rubber-based flame-retardant coating have been obtained and the dependences characterizing the temperature influence on these parameters have been determined.

**Practical value.** Based on the investigation results the mathematical dependences between the temperature and the intumescence ratio, the changes in mass and the variations of density and porosity of coke of the flame-retardant coating have been determined in order to be applied as evaluation criteria in development of formulae and further optimization of properties of the coatings for protection of the building constructions in conditions of extreme heat exposure.

**Keywords:** *foamed coke; intumescence ratio; flame-retardant coating; density; porosity; mass loss.*

*Евгений Александрович Головченко, нач. отд.; e-mail: ennio\_80@mail.ru;*

*Дмитрий Иванович Момот, науч. сотр.; e-mail: dimscience@mail.ru;*

*Виктория Владимировна Карасёва, инж. 1 кат.; e-mail: obep.niigd@list.ru*

*Государственное бюджетное учреждение*

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

*283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: (+7 949) 340-97-96*

## **АПРОБАЦИЯ МЕТОДА ИДЕНТИФИКАЦИИ ВИДОВ СГОРАЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ПОДЗЕМНЫХ ПОЖАРАХ**

*Yevgeny Aleksandrovich Golovchenko, head of department; e-mail: ennio\_80@mail.ru;*

*Dmitry Ivanovich Momot, scientific associate; e-mail: dimscience@mail.ru;*

*Viktoria Vladimirovna Karasyova, engineer of the 1<sup>st</sup> category; e-mail: obep.niigd@list.ru*

*State Budgetary Establishment “The Scientific Research Institute “Respirator”*

*of the Ministry of the Donetsk People’s Republic for Civil Defence,*

*Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters”*

*283048, Donetsk, 157, ulitsa Artyoma. Phone: (+7 949) 340-97-96*

## **TESTING OF METHOD FOR IDENTIFICATION OF COMBUSTIBLE SUBSTANCES TYPES IN UNDEGROUND FIRES**

**Цель.** Апробация метода идентификации видов сгорающих веществ при подземных пожарах на основе данных газового состава шахтного воздуха для установления реальных причин пожара.

**Методы.** Аналитический расчет параметра  $K_p$ , характеризующего вид сгорающего вещества (уголь, дерево, метан) на основании данных анализа газовых проб шахтного воздуха (поступающей и исходящей струи воздуха) в очаге пожара.

**Результаты.** На основании данных о происшедших подземных пожарах на шахтах Донбасса определен параметр  $K_p$ , характеризующий вид сгорающего вещества (уголь, дерево, метан) и его соответствие реальной причине пожара.

**Научная новизна.** Идентификация видов сгорающих веществ (уголь, дерево, метан) в очаге подземного пожара по данным о газовом составе шахтного воздуха.

**Практическая значимость.** Метод идентификации видов сгорающих веществ позволит оперативно выбрать способ ликвидации подземного пожара и необходимые технические средства.

**Ключевые слова:** *подземный пожар; уголь; дерево; метан; шахтный воздух; сгорающее вещество.*

**Purpose.** Testing of the method for identification of types of combustible substances in underground fires on the basis of data on gas composition of a mine air in order to determine the real causes of fire.

**Methods.** Analytical calculation of the  $K_p$  parameter which characterizes the type of combustible substance (coal, wood, methane) based on the data analysis of gas samples taken from the mine air (incoming and return ventilation stream) in the seat of fire.

**Results.** Based on the data on the underground fires outbreaks in Donets basin mines the  $K_p$  parameter characterizing the combustible substance type (coal, wood, methane) and its correspondence with the real cause of fire has been determined.

**Scientific novelty.** The identification of types of combustible substances (coal, wood, methane) in the seat of the underground fire according to the data on the gas composition of the mine air.

**Practical value.** The method for identification of types of combustible substances will permit to select the technique and required technical means timely for elimination of the underground fire.

**Keywords:** *underground fire; coal; wood; methane; mine air; combustible substance.*

*Анатолий Федорович Иваненко, нач. отд.; e-mail: ianatoliy58@yandex.ru;*

*Петр Евгеньевич Мухин, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.; e-mail: petr63203@gmail.com*

*Государственное бюджетное учреждение*

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

*283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел.: +7 (856) 332-78-44; 332-78-49*

## **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА**

### **ПРИ ЛИКВИДАЦИИ И КОНСЕРВАЦИИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ ДНР**

*Anatoly Fyodorovich Ivanenko, head of department; e-mail: ianatoliy58@yandex.ru;*

*Pyotr Yevgenyevich Mukhin, Cand. Tech. (Sci.), senior scientific associate;*

*e-mail: petr63203@gmail.com*

*State Budgetary Establishment "The Scientific Research Institute "Respirator"*

*of the Ministry of the Donetsk People's Republic for Civil Defence,*

*Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters"*

*238048, Donetsk, 157, ulitsa Artyoma. Phone: (+7 856) 332-78-49*

## **ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT DURING LIQUIDATION**

### **AND CONSERVATION OF COAL MINES OF THE DPR**

**Цель.** Разработать методический подход к оценке экологического риска возникновения чрезвычайных ситуаций при ликвидации и консервации угольных шахт для обеспечения промышленной безопасности.

**Методы.** Использован вероятностно-статистический метод количественной и качественной оценки экологического риска.

**Результаты.** Разработаны процедура и алгоритм оценки экологического риска возникновения чрезвычайных ситуаций при ликвидации и консервации угольных шахт.

**Научная новизна.** Впервые предложен научно обоснованный подход к качественной и количественной оценке экологического риска возникновения чрезвычайных ситуаций при ликвидации и консервации угольных шахт.

**Практическая значимость.** Предложенный методический подход позволяет повысить качество оценки экологического риска возникновения чрезвычайных ситуаций при ликвидации и консервации угольных шахт.

**Ключевые слова:** *чрезвычайная ситуация; экологический риск; оценка риска; угольная шахта; ликвидация и консервация.*

**Purpose.** To develop a methodological approach to assessment of the environmental risk of emergencies occurring during liquidation and conservation of coal mines in order to ensure the industrial safety.

**Methods.** There has been a probabilistic and statistical method of quantitative and qualitative assessment of the environmental risk applied.

**Results.** The procedure and algorithm have been developed for assessing the environmental risk of emergencies occurring during liquidation and conservation of the coal mines.

**Scientific novelty.** For the first time ever the scientifically grounded approach to the qualitative and quantitative assessment of the environmental risk of emergencies occurring during liquidation and conservation of coal mines has been proposed.

**Practical value.** The proposed methodological approach permits to improve the quality of assessment of the environmental risk of emergencies occurring during liquidation and conservation of the coal mines.

**Keywords:** *emergency situation; environmental risk; risk assessment; coal mine; liquidation and conservation.*