

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

*Андрей Викторович Агарков, соискатель; e-mail: [mchs-dnr@mail.ru](mailto:mchs-dnr@mail.ru);*

*Алексей Андреевич Козлитин, нач. отд.; e-mail: [kozlitin1942@mail.ru](mailto:kozlitin1942@mail.ru);*

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

#### **ПРИРОДНЫЕ СОРБЕНТЫ ДЛЯ ПОГЛОЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ**

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

*Andrey Viktorovich Agarkov, applicant; e-mail: [mchs-dnr@mail.ru](mailto:mchs-dnr@mail.ru);*

*Aleksey Andreyevich Kozlitin, head of department; e-mail: [kozlitin1942@mail.ru](mailto:kozlitin1942@mail.ru);*

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

#### **NATURAL SORBENTS FOR ABSORPTION OF CHEMICALLY HAZARDOUS SUBSTANCES**

**Цель.** Сравнительные исследования сорбционной способности каменных углей Донецкого региона, оценка возможности их применения в качестве сорбционных материалов при ликвидации последствий аварийных проливов химически опасных веществ.

**Методы.** Определение сорбционной емкости каменных углей ускоренным и продолжительным гравиметрическим методом в статических условиях эксперимента. Адсорбционный метод определения предельной сорбционной емкости материалов. Математическая обработка экспериментальных данных методом Глюкауфа.

**Результаты.** Исследована сорбция по бензолу каменных углей Донецкого региона различных марок: антрацита, газового и длиннопламенного газового, коксового, жирного коксового, тощего. Определены значения сорбционной емкости образцов каменных углей в статических условиях эксперимента. Адсорбционным методом получены интегральные кривые сорбции паров бензола, определена предельная сорбционная емкость образцов каменных углей. Установлено, что среди исследуемых марок каменного угля лучшими сорбционными свойствами обладают газовый и длиннопламенный газовый уголь.

**Научная новизна.** Впервые для каменных углей различной степени метаморфизма получены значения сорбционной емкости по бензолу – одному из аварийно химически опасных веществ в статических и динамических условиях эксперимента.

**Практическая значимость.** Исследование сорбционной способности каменных углей различных марок позволяет накопить базу экспериментальных и расчетных характеристик, которые могут быть использованы при разработке природных сорбентов. Показана перспективность практического использования газового и длиннопламенного газового угля в качестве сырья для получения дешевых и доступных природных сорбентов, применение которых позволит оперативно и эффективно ликвидировать отрицательные последствия аварий, связанных с проливами химически опасных веществ, и тем самым повысить экологическую безопасность. Использование местных ресурсов расширит сырьевую базу получения природных сорбентов, снизит их стоимость за счет применения доступных материалов.

**Ключевые слова:** *аварийный пролив; адсорбционный метод; бензол; газовый уголь; гравиметрический метод; длиннопламенный газовый уголь; сорбционная емкость; экологическая безопасность.*

**Purpose.** Comparative investigations of the sorption capacity of black coal of the Donets basin, evaluation of possibility of their application as sorption materials during elimination of consequences of emergency spillages of chemically hazardous substances.

**Methods.** Determination of the sorption capacity of black coal ranks by express and prolonged gravimetric methods in static conditions of the experiment. The adsorption method of determination of the maximum sorption capacity of the materials. Mathematical processing of the experimental data by the Glueckauf method.

**Results.** The sorption of benzene by the Donets region black coal of various ranks, i.e. hard coal, gas and long flaming coal, coking coal, fat coking and lean coal, has been investigated. The sorption capacity values of the black coal samples in the static conditions of the experiment have been determined. The integral curves of benzene fume sorption have been obtained by the adsorption method, the maximum sorption capacity of black coal samples has been determined. It has been stated that the gas and long flaming coal possess the best sorption properties among the investigated ranks of black coal.

**Scientific novelty.** For the first time for the hard coal of the various metamorphic grade the sorption capacity values of benzene, i.e. one of the chemically hazardous substances in the static and dynamic conditions of the experiment, have been obtained.

**Practical value.** The investigation of the sorption capacity of black coal of different ranks allows accumulating the base of experimental and calculated characteristics that may be used in the development of natural sorbents. The perspectiveness of the practical use of gas and long flaming gas coal as a raw material for production of low-price and obtainable natural sorbents has been shown, the application of which will permit to eliminate timely and effectively the negative consequences of accidents caused by spillages of the chemically hazardous substances and thereby to improve the environmental safety. The utilization of local resources will expand the raw material base for producing the natural sorbents and reduce their cost due to the use of the available materials.

**Keywords:** *emergency spillage; adsorption method; benzene; gas coal; gravimetric method; long flaming coal; sorption capacity; environmental safety.*

**Валерий Владимирович Мамаев**, д-р техн. наук, замдиректора (по научной работе);  
e-mail: [respirator@mail.dnmchs.ru](mailto:respirator@mail.dnmchs.ru);

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

**Николай Александрович Галухин**, науч. сотр.; e-mail: [niigd.osmas-7@mail.ru](mailto: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; 332-78-38

**Виталий Леонидович Ефименко**, ассистент; e-mail: [lydaefim81@mail.ru](mailto:lydaefim81@mail.ru)

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР

283050, Донецк, ул. Розы Люксембург, 34а. Тел. (+38 062) 304-43-76

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИМПУЛЬСНОГО УСТРОЙСТВА ПОЖАРОТУШЕНИЯ**

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

e-mail: [respirator@mail.dnmchs.ru](mailto:respirator@mail.dnmchs.ru);

**Georgiy Ivanovich Peshbay**, head of department; e-mail: [niigd.osmas-1@mail.ru](mailto:niigd.osmas-1@mail.ru);

**Nikolay Aleksandrovich Galukhin**, scientific associate; e-mail: [niigd.osmas-7@mail.ru](mailto: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. Phones: (+38 062)332-78-36, 332-78-38;

**Vitaly Leonidovich Yefimenko**, lecturer; e-mail: [Lydaefim81@mail.ru](mailto:Lydaefim81@mail.ru)

The State Educational Institution of Higher Professional Education "The Civil Defence Academy" of the Ministry for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters of Donetsk People's Republic;

283050, Donetsk, 34a, ulitsa Rozy Luxemburg. Phone: (+38 062)304-43-76

## **THE MATHEMATICAL MODEL OF DYNAMIC PROCESSES OF A PULSE FIRE-EXTINGUISHING DEVICE**

**Цель.** Разработка математической модели динамических процессов, сопровождающих формирование импульса в стволе пожаротушащего устройства.

**Методы.** Теоретические методы с использованием термодинамических уравнений при переменной массе газа и уравнений технической гидромеханики.

**Научная новизна.** Получена математическая модель динамических процессов в стволе импульсного устройства пожаротушения, описывающая процесс импульсного формирования потока жидкости на срезе насадка пожаротушащего устройства, отличающаяся тем, что учтено влияние инерционных потерь давления и местного сопротивления при внезапном сужении насадка.

**Практическая значимость.** Использование предложенной математической модели позволяет на этапе проектирования импульсного пожаротушащего устройства определить влияние конструктивных параметров на основные характеристики: скорость струи, расход жидкости, расход газа, время импульса, реактивную силу и другие.

**Ключевые слова:** *пожаротушащее устройство; импульс; динамические процессы; ствол; дифференциальные уравнения.*

**Purpose.** Development of the mathematical model of the dynamic processes accompanying the pulse forming in a nozzle of the fire-extinguishing device.

**Methods.** Theoretical methods with the application of thermodynamic equations with the variable gas mass and of technological hydromechanics equations.

**Scientific novelty.** The mathematical model of the dynamic processes in the nozzle of the pulse fire-extinguishing device has been obtained describing the process of the pulse forming of the liquid flow at the nozzle cut of the fire-extinguishing device that distinguishes itself by taking into account the influence of inertial pressure losses and local resistance by the abrupt contraction of the nozzle.

**Practical value.** The application of the proposed mathematical model allows determining the influence of design parameters on principal characteristics, i.e. jet velocity, liquid consumption, gas consumption, pulse time, reactive force etc., at the designing stage.

**Keywords:** *fire-extinguishing device; pulse; dynamic processes; nozzle; differential equations.*

**Святослав Павлович Греков**, гл. науч. сотр.; e-mail: [niigd@mail.ru](mailto:niigd@mail.ru);

**Виктория Петровна Орликова**, науч. сотр.; e-mail: [v.orlikova.69@gmail.com](mailto:v.orlikova.69@gmail.com)

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

#### **РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ САМОНАГРЕВАНИЯ УГЛЯ**

**Svyatoslav Pavlovich Grekov**, Dr. Sci. (Tech.), senior research scientist; e-mail: [niigd@mail.ru](mailto:niigd@mail.ru);

**Viktoriya Petrovna Orlikova**, scientific associate; e-mail: [v.orlikova.69@gmail.com](mailto:v.orlikova.69@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) 332-79-07

#### **CALCULATION OF COAL SPONTANEOUS HEATING TEMPERATURE**

**Цель.** Анализ имеющихся математических моделей низкотемпературного окисления угля и входящих в них параметров и разработка упрощенной модели самонагревания угля и ее аналитического решения для расчетов температуры.

**Методика.** Математическое моделирование гетерогенного процесса хемосорбции кислорода по различным методикам и обоснование применения упрощенного метода расчета динамики температуры самонагревания угля.

**Результаты.** Для различных горно-геологических характеристик шахт Донбасса и условий разработки пластов по рассмотренным методикам выполнены расчеты динамики температуры самонагревания углей с учетом минимального пожароопасного объема скопления. Обоснована предложенная математическая модель самонагревания и разработан упрощенный метод расчета температуры угля.

**Научная новизна.** Полученная аналитическая зависимость позволяет исследовать динамику температуры в очаге самонагревания с учетом притока теплоты, образующейся в результате реакции окисления, и теплоотдачи, связанной с выделением метана в окружающую среду.

**Практическая значимость.** Результаты работы позволяют прогнозировать безопасные условия разработки пластов на угледобывающих предприятиях и предупредить самовозгорание угля.

**Ключевые слова:** *очаговое самонагревание угля; низкотемпературное окисление; реакционная поверхность; тепловой взрыв; тепловыделение и теплоотдача.*

**Purpose.** Analysis of available mathematical models of the low-temperature coal oxidation and their constituent parameters as well as development of a simplified model of coal spontaneous heating and its analytical solution for calculations of the temperature.

**Methodology.** Mathematical modeling of the heterogeneous process of oxygen chemisorption according to various methodologies and substantiation of the simplified method application for calculation of the dynamics of coal spontaneous heating temperature.

**Results.** According to reviewed methodologies and taking into account the minimum fire-hazardous volume of an accumulation the calculations of the dynamics of the coal spontaneous heating temperature have been conducted for various mining and geological characteristics of the Donetsk Basin mines and conditions of mining the seams. The proposed mathematical model of the spontaneous heating has been substantiated, and the simplified method for calculation of the coal temperature has been developed.

**Scientific novelty.** The obtained analytical dependence allows investigating the temperature dynamics in the place of the spontaneous heating with allowance for the heat gain being generated by the oxidation reaction and heat exchange being linked to the release of methane into environment.

**Practical value.** The results of the work will make it possible to predict safe conditions of mining the seams at the coal mining enterprises and to prevent the coal spontaneous combustion.

**Keywords:** *local spontaneous heating of coal; low-temperature oxidation; reaction surface; thermal explosion; heat release and heat transfer.*

**Олег Игоревич Коврижский**, командир; e-mail: [metro-1973@mail.ru](mailto:metro-1973@mail.ru)

Оперативный государственный военизированный горноспасательный отряд МЧС ДНР  
283048, Донецк, пер. Николенко, 7. Тел. (+38 062) 343-52-64

**Андрей Юрьевич Коляда**, нач. отд.; e-mail: [kolyada1980@mail.ru](mailto:kolyada1980@mail.ru);

**Наталья Александровна Калиниченко**, инж.; e-mail: [kalinichenko\\_080597@mail.ru](mailto:kalinichenko_080597@mail.ru)

Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела,  
пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор» МЧС ДНР  
283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел. (+38 062) 332-78-41

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАЗООБРАЗНОГО АЗОТА ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ПОЖАРОВ**

**Oleg Igorevich Kovrizhkin**, commander; e-mail: [metro-1973@mail.ru](mailto:metro-1973@mail.ru)

The State operation Para-military mine-rescue unit of the Ministry  
for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters  
of the Donetsk People's Republic

283048, Donetsk, 7, pereulok Nikolenko. Phone (+38 062) 343-52-64;

**Andrey Yuryevich Kolyada**, head of department; e-mail: [kolyada1980@mail.ru](mailto:kolyada1980@mail.ru);

**Natalya Aleksandrovna Kalinichenko**, engineer; e-mail: [kalinichenko\\_080597@mail.ru](mailto:kalinichenko_080597@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) 332-78-41

## **USE OF THE GASEOUS NITROGEN DURING ELIMINATION OF UNDERGROUND FIRES**

**Цель.** Усовершенствование технологии борьбы с подземными пожарами за счет применения специальных установок, вырабатывающих газообразный азот, и схем его подачи.

**Методика.** Анализ, обобщение и обработка опытно-экспериментальных данных.

**Результаты.** Проведен анализ технологии использования азота для ликвидации и локализации подземных пожаров. Определены наиболее эффективные схемы подачи газообразного азота.

**Научная новизна.** Установлено, что перепад давления на перемычке, за счет которого поступает воздух в изолированный объем, может быть снижен путем создания шлюзовой камеры, заполняемой азотом.

**Практическая значимость.** Предложен способ предотвращения попадания воздуха в изолированный участок и повышения в нем объемной доли кислорода более 2 %. Рассмотренная установка АМПП-15/0,7СУ1 находится на вооружении в подразделениях ГВГСС.

**Ключевые слова:** газообразный азот; шахта; выработанное пространство; перемычка; очаг самовозгорания; очаг горения.

**Purpose.** Improvement of a technology of fighting the underground fires with the application of special installations generating the gaseous nitrogen and that one of circuits of its delivery.

**Methodology.** Analysis, generalization and processing of research and experimental data.

**Results.** The analysis of the nitrogen use technology for elimination and containment of the underground fires has been conducted. The most effective circuits of the gaseous nitrogen delivery have been defined.

**Scientific novelty.** It has been established that the differential pressure at the stopping which facilitates the air entry into the sealed volume may be decreased by creating a gate chamber being filled with nitrogen.

**Practical value.** The method has been proposed to prevent the air entry into the sealed section and the increase of oxygen volume fraction over 2 % in it. The examined АМПП-15/0,7СУ1 unit is in operational service of the State Para-military Mine-Rescue Service subdivisions.

**Keywords:** gaseous nitrogen; coal mine; goaf; stopping; place of spontaneous combustion; seat of fire.

**Алексей Александрович Кострубицкий**, министр; e-mail: [mchs-dnr@mail.ru](mailto:mchs-dnr@mail.ru)

Министерство по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям  
и ликвидации последствий стихийных бедствий Донецкой Народной Республики  
283050, Донецк, ул. Щорса, 60. Тел. (+38 062) 340-62-28

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

Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела,  
пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор» МЧС ДНР  
283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел. (+38 062) 332-78-01

## **СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫЗОВА ЭКСТРЕННЫХ ОПЕРАТИВНЫХ СЛУЖБ ПО ЕДИНОМУ НОМЕРУ**

**Aleksey Aleksandrovich Kostrubitskiy**, Minister; e-mail: [mchs-dnr@mail.ru](mailto: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 Shchorsa. Phone (+38 062) 340-62-28

**Vladimir Grigoryevich Ageyev**, Dr. Sci. (Tech.), director; e-mail: [respirator@mail.dnmchs.ru](mailto: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) 332-78-01

## **THE EMERGENCY RESPONSE SERVICE SUPPORT SYSTEM WITH A SINGLE EMERGENCY NUMBER**

**Цель.** Исследование возможности организации телефонного обращения в экстренные оперативные службы по типу «одного окна» для повышения эффективности реагирования экстренных оперативных дежурных (диспетчерских) служб, оценка готовности администраций городов Донецкой Народной Республики к проведению мероприятий при возникновении угроз и чрезвычайных ситуаций, снижение возможного социально-экономического ущерба.

**Методика.** Анализ и обобщение существующих нормативных правовых и методических документов Донецкой Народной Республики, других государств в области создания системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру 112.

**Результаты.** Определение перечня нормативных правовых актов Донецкой Народной Республики, требующих разработки или уточнения в процессе создания системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру 112.

**Научная новизна.** Разработаны подходы, позволяющие совершенствовать качество мероприятий по созданию и внедрению системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру 112 в Донецкой Народной Республике, повысить удобство при обращении граждан за помощью с использованием принципа «одного окна».

**Практическая значимость.** Внедрение системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру 112 позволит обеспечить информационное взаимодействие органов повседневного управления Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Донецкой Народной Республике.

**Ключевые слова:** *система-112; чрезвычайные ситуации; Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций; единые дежурные (диспетчерские) службы органов местного самоуправления; дежурные (диспетчерские) службы экстренных оперативных служб.*

**Purpose.** Investigation of a possibility to organize the phone call to the emergency response services, “single window” type, for improvement of the effectiveness of the standby (dispatching) emergency services response, evaluation of preparedness of the city administrations of the Donetsk People’s Republic for conducting the measures in raising threats and emergency situations, reducing the potential social and economic damage.

**Methodology.** Analysis and generalization of existing normative legal and methodological documents of the Donetsk People’s Republic, other states in the framework of creation of the emergency response service support system with the single emergency number 112.

**Results.** Determination of the list of regulatory and legal acts of the Donetsk People’s Republic which require elaboration or adjustment in the process of creation of the emergency response service support system with the single emergency number 112.

**Scientific novelty.** The approaches have been developed that allow refining the quality of measures on creation and implementation of the emergency response service support system with the single emergency number 112 in the Donetsk People’s Republic, improving the convenience of citizens calling for help with the application of the “single window” principle.

**Practical value.** The implementation of the emergency response service support system with the single emergency number 112 will enable ensuring the information interoperability between the entities of day-to-day operation of the Integrated national prevention and elimination of emergencies system in the Donetsk People’s Republic.

**Keywords:** *the 112 system; emergencies; the Integrated national prevention and elimination of emergencies system; integrated standby (dispatching) services of local authorities; standby (dispatching) units of emergency response services.*

**Валерий Владимирович Мамаев**, д-р техн. наук, замдиректора (по научной работе);

e-mail: [respirator@mail.dnmchs.ru](mailto:respirator@mail.dnmchs.ru);

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

**Александр Владиславович Агарков**, инж. I кат.; e-mail: [aleksander\\_agarkov@mail.ru](mailto:aleksander_agarkov@mail.ru);

**Владислав Геннадьевич Турчанин**, ведущий инж.-конструктор; e-mail: [turchanin\\_v@ukr.net](mailto:turchanin_v@ukr.net)

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

## **СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО ОТБОРА ПРОБ ШАХТНОГО ВОЗДУХА ПРИ ВЕДЕНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ**

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

e-mail: [respirator@mail.dnmchs.ru](mailto:respirator@mail.dnmchs.ru);

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

**Aleksandr Vladislavovich Agarkov**, engineer of the 1<sup>st</sup> category; e-mail: [aleksander\\_agarkov@mail.ru](mailto:aleksander_agarkov@mail.ru);

**Vladislav Gennadiyevich Turchanin**, advanced design engineer; e-mail: [turchanin\\_v@ukr.net](mailto:turchanin_v@ukr.net)

*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*

## **SYSTEM OF REMOTE COLLECTION OF MINE AIR SAMPLES DURING CARRYING-OUT THE EMERGENCY AND RESCUE OPERATIONS**

**Цель.** Обоснование основных параметров усовершенствованной системы дистанционного отбора проб шахтного воздуха при ведении аварийно-спасательных работ, предназначенной для повышения достоверности мониторинга и контроля газовой обстановки при ликвидации пожаров и других аварий в угольных шахтах подразделениями горноспасательной службы.

**Методы.** Использован аналитический метод исследования, состоящий из анализа и обработки научной и технической литературы, а также метод проектирования в автоматизированной системе «Компас-3D».

**Результаты.** Выполнен анализ, обоснованы параметры и приведены технические характеристики усовершенствованной системы дистанционного отбора проб шахтного воздуха для газового мониторинга и контроля аварийных участков угольных шахт.

**Научная новизна.** Предложен рабочий комплект усовершенствованной системы дистанционного отбора проб шахтного воздуха при ведении аварийно-спасательных работ подразделениями горноспасательной службы, которая позволит осуществлять отбор проб шахтного воздуха по высоте и сечению горной выработки аварийного, в том числе изолированного пожарного, участка, устранить негативное влияние влаги на циркуляцию в системе путем уменьшения ее скапливания в пробоотборном трубопроводе, а также обеспечить достаточное высушивание анализируемых пожарных газов, нередко имеющих высокую влажность, перед их попаданием в емкости для отбора проб шахтного воздуха.

**Практическая значимость.** Результаты проведенного исследования служат основой для разработки конструкторской документации и изготовления опытного образца усовершенствованной системы дистанционного отбора проб шахтного воздуха при ведении аварийно-спасательных работ подразделениями горноспасательной службы.

**Ключевые слова:** угольная шахта; горноспасательная служба; аварийный участок; подземные пожары и взрывы; дистанционный отбор проб шахтного воздуха; мониторинг и контроль газовой обстановки; эжекторная установка; аварийно-спасательные работы.

**Purpose.** Substantiation of basic parameters of the improved system of remote collection of the mine air samples during carrying-out the emergency and rescue operations that is designed for improvement of reliability of the gas conditions monitoring and control during elimination of fires and other accidents in coal mines by mine-rescue service subdivisions.

**Methods.** The analytical method of investigation consisting of analysis and processing of the scientific and technical literature as well as the design method in the "Kompas-3D" automatic system have been applied.

**Results.** The analysis has been conducted, the parameters have been substantiated, and the technical characteristics of the improved system of remote collection of the mine air samples for gas conditions monitoring and control of the accident sections of coal mines have been adduced.

**Scientific novelty.** The working set of the improved system of remote collection of the mine air samples during carrying-out the emergency and rescue operations by the mine-rescue service subdivisions has been proposed which will permit to take the mine air samples along the height and mine working cross-section of the accident area including the sealed fire one, to eliminate the negative effect of moisture on circulation in the system by decreasing its accumulation in a sampling pipeline as well as to ensure the sufficient drying of the fire gases under analysis which frequently possess high humidity before being pulled into containers for the mine air samples.

**Practical value.** The results of the conducted investigation serve as a basis for development of the design documentation and manufacture of a prototype model of the improved system of remote collection of the mine air samples during carrying-out the emergency and rescue operations by the mine-rescue service subdivisions.

**Keywords:** coal mine; mine-rescue service; accident section; underground fires and explosions; remote collection of mine air samples; gas conditions monitoring and control; ejector installation; emergency and rescue operations.

*Андрей Юрьевич Коляда, нач. отд.; e-mail: [kolyada1980@mail.ru](mailto:kolyada1980@mail.ru);*

*Андрей Васильевич Осадчий, ст. науч. сотр.; e-mail: [osad4iy@mail.ru](mailto:osad4iy@mail.ru);*

*Дмитрий Сергеевич Буряк, науч. сотр.; e-mail: [buryak\\_ds@rambler.ru](mailto: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) 332-78-41*

**ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ С МАСЛОПОЛНЕННЫМ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ**

*Andrey Yuryevich Kolyada, head of department; e-mail: [kolyada1980@mail.ru](mailto:kolyada1980@mail.ru);  
Andrey Vasilyevich Osadchiy, senior scientific associate; e-mail: [osad4iy@mail.ru](mailto:osad4iy@mail.ru);  
Dmitry Sergeyevich Buryak, scientific associate; e-mail: [buryak\\_ds@rambler.ru](mailto: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) 332-78-41*

## **FIGHTING THE FIRES AT INDUSTRIAL OBJECTS WITH OIL-FILLED ELECTRIC EQUIPMENT**

**Цель.** Проанализировать основные причины возникновения пожаров на промышленных объектах с маслонаполненным оборудованием, изучить варианты развития пожаров и на основании полученных аналитических зависимостей определить средства тушения пожаров на указанных объектах.

**Методика.** Аналитические исследования и математические расчеты параметров подачи выбранных пожаротушающих средств.

**Результаты.** Рассмотрены основные сценарии возникновения и развития пожара в силовых масляных трансформаторах, на основании которых разработаны аналитические зависимости по определению времени подачи порошка, его расхода и огнетушащей концентрации в зависимости от объема очага горения; зависимости времени тушения от интенсивности подачи распыленной и тонкораспыленной воды, учитывающей коэффициент использования воды и коэффициент запаса; удельных затрат пенообразования для тушения единицы площади горения.

**Научная новизна.** Разработана методика расчета параметров пожара в трансформаторной, учтена дополнительная пожарная нагрузка. Разработана модель расчета объема пламени при пожаре.

**Практическая значимость.** Полученные результаты могут быть использованы в новых научно-технических исследованиях пожаротушения промышленных объектов с маслонаполненным оборудованием, которые будут способствовать снижению материальных потерь вследствие повреждения оборудования и предотвращению в длительных перебоях электроснабжения.

**Ключевые слова:** *маслонаполненное оборудование; горючие жидкости; возгорание; электроэнергия; короткое замыкание.*

**Purpose.** To analyze main causes of the fire outbreaks at industrial objects with the oil-filled equipment, to study fire spreading scenarios and to determine the fire-fighting means at the given objects on the basis of obtained analytical dependences.

**Methodology.** Analytical investigations and mathematical calculations of parameters of delivering the chosen fire-extinguishing means.

**Results.** The basic scenarios of the outbreak and spread of the fire in power oil-immersed transformers have been studied. Based on them the analytical dependences have been developed for determination of time of delivering the powder, its flow rate and inerting concentration depending on the volume of a seat of fire; dependences of the extinguishing time on the intensity of delivering the water mist and water spray with the allowance the water use ratio and the safety coefficient; specific costs of foam generation for extinguishing a unit of the burning area.

**Scientific novelty.** The methodology of calculation of fire parameters in a transformer room has been developed; the extra fire load has been taken into account. The model of flame volume calculation during a fire has been created.

**Practical value.** The obtained results may be applied in the new scientific and technical investigations of the fire-extinguishing at the industrial objects with the oil-filled equipment which will contribute to reduction of material losses caused by damage of the equipment and prevention of prolonged power supply interruptions.

**Keywords:** *oil-filled equipment; flammable liquids; combustion; electric power; short circuit.*

*Алексей Андреевич Козлитин, нач. отд.; e-mail: [kozlitin1942@mail.ru](mailto:kozlitin1942@mail.ru);  
Виктория Валентиновна Лебедева, ст. науч. сотр.; e-mail: [lebedenish@mail.ru](mailto:lebedenish@mail.ru);  
Олег Владимирович Храпоненко, науч. сотр.; e-mail: [olghrap@mail.ru](mailto:olghrap@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*

## **ПОЛИМЕРНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ОГНЕЗАЩИТЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

*Aleksey Andreyevich Kozlitin, head of department; e-mail: [kozlitin1942@mail.ru](mailto:kozlitin1942@mail.ru);  
Viktoria Valentinovna Lebedeva, senior scientific associate; e-mail: [lebedenish@mail.ru](mailto:lebedenish@mail.ru);  
Oleg Vladimirovich Khraponenko, scientific associate; e-mail: [olghrap@mail.ru](mailto:olghrap@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*

## **POLYMERIC MATERIAL FOR FIRE RETARDATION OF BUILDING STRUCTURES**

**Цель.** Разработка полимерного вспучивающегося материала для огнезащиты строительных конструкций.

**Методы.** Аналитический обзор огнезащитных средств, повышающих предел огнестойкости строительных конструкций. Экспериментальное определение кратности термического расширения полимерной вспучивающейся композиции.

**Результаты.** Разработан рецептурный состав полимерного вспучивающегося материала для огнезащиты строительных конструкций. Подбор состава огнезащитного материала проводился по схеме полимерное связующее – вспучивающаяся добавка – минеральный наполнитель. В качестве связующего взяты резорциноформальдегидная и карбамидоформальдегидная смолы. Оптимальным агентом-газообразователем выбран карбамид – наиболее распространенное и относительно недорогое химическое соединение, которое дополнительно обладает свойствами антипирена. Показано, что аналогичным двойственным эффектом обладают фосфаты аммония – в качестве отвердителя полимерного связующего и антипирена. Определена кратность термического расширения полимерного вспучивающегося материала.

**Научная новизна.** Разработан негорючий вспучивающийся при термическом воздействии полифункциональный материал для предупреждения пожаров путем повышения огнестойкости, дымо- и газонепроницаемости строительных конструкций.

**Практическая значимость.** Разработанный огнезащитный полимерный материал способен вспучиваться в условиях пожара и образовывать прочный защитный слой с низкой теплопроводностью. Эффективность материала термически расширяющегося типа определяется тем, что для защиты от пожаров достаточно нанесения покрытия толщиной от нескольких десятых долей миллиметра до нескольких миллиметров. Применение огнезащитного полимерного материала позволит предотвратить или сократить распространение огня, дыма и тем самым повысить пожарную безопасность объектов.

**Ключевые слова:** *вспучивающийся полимерный материал; кратность термического расширения; огнезащита; огнезащитная эффективность; пенококсы.*

**Purpose.** Development of a polymeric blowing material for fire retardation of the building structures.

**Methods.** Analytical review of flame-retardant means elevating the degree of fire resistance of the building structures. Experimental determination of the thermal expansion ratio of the blowing polymeric composition.

**Results.** The composition formula of the blowing polymeric material for fire retardation of the building structures has been developed. The proportioning of the fire-retardant material composition has been conducted according to the polymeric binder – blowing additive – mineral filler scheme. Resorcinol-formaldehyde and urea formaldehyde resins have been taken as a binder. The urea has been chosen as an optimal blowing agent, i.e. the most widespread and relatively inexpensive chemical compound that additionally possesses fire-retardant properties. It has been shown that ammonium phosphates possess the same dual effect, i.e. as a hardening agent of a polymeric binder and antipyrone. The thermal expansion ratio of the polymeric blowing agent has been determined.

**Scientific novelty.** The nonflammable polyfunctional material blowing under thermal influence has been developed for prevention of fires by increasing the fire resistance, smoke-and-gas impermeability of the building structures.

**Practical value.** The designed fire-retardant polymeric material has an ability to blow in conditions of a fire and to form the hard protective layer of low heat conductivity. The effectiveness of the material of the thermal expansive type is determined by the fact that the covering with the width from several tenths of millimeter to several millimeters is enough for fire protection. The application of the fire-retardant polymeric material will make it possible to prevent or reduce the spread of the flame and smoke and therefore to improve the fire safety of the objects.

**Keywords:** *blowing polymeric material; thermal expansion ratio; fire retardation; fire-retardant effectiveness; coked cellular material.*

**Святослав Павлович Греков**, д-р техн. наук, гл. науч. сотр.; e-mail: [niigd@mail.ru](mailto:niigd@mail.ru);

**Александр Александрович Всякий**, науч. сотр.; e-mail: [sentyabr.eger@inbox.ru](mailto:sentyabr.eger@inbox.ru)

Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела,

пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор» МЧС ДНР

283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел. (+38 062) 332-78-81

#### **КОЭФФИЦИЕНТЫ ДИФФУЗИИ МЕТАНА В УГЛЯХ РАЗНЫХ СТЕПЕНЕЙ МЕТАМОРФИЗМА**

**Svyatoslav Pavlovich Grekov**, Dr. Sci. (Tech.), senior research scientist; e-mail: [niigd@mail.ru](mailto:niigd@mail.ru);

**Aleksandr Aleksandrovich Vsyakiy**, scientific associate; e-mail: [sentyabr.eger@inbox.ru](mailto:sentyabr.eger@inbox.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) 332-78-81

#### **METHANE DIFFUSION COEFFICIENTS IN COAL OF DIFFERENT METAMORPHIC GRADES**

**Цель.** Определение коэффициентов диффузии метана в углях различных степеней метаморфизма по скорости истечения метана из них.

**Методы.** Экспериментальные исследования в лабораторных условиях и обработка результатов теоретических исследований.

**Результаты.** Получены аналитические зависимости, описывающие динамику скорости истечения метана и значений коэффициентов диффузии.

**Научная новизна.** Предложены расчетные зависимости для определения коэффициентов диффузии метана в углях в рамках математических моделей процессов диффузии веществ в твердых телах.

**Практическая ценность.** Полученные зависимости для определения коэффициентов диффузии используются при расчете инкубационного периода самовозгорания углей.

**Ключевые слова:** *истечение метана; диффузия; фильтрация; десорбция; пористость; метаморфизм.*

**Purpose.** Determination of the methane diffusion coefficients in coal of different metamorphic grades by the rate of the methane release from it.

**Methods.** Experimental investigations in the laboratory conditions and processing of results of theoretical investigations.

**Results.** The analytical dependences have been obtained that describe the dynamics of the methane release rate and that one of the values of the diffusion coefficients.

**Scientific novelty.** The calculation dependences have been proposed for determination of the methane diffusion coefficients in coal within the framework of the mathematical models of the diffusion processes of substances in solid bodies.

**Practical value.** The obtained dependences for determination of the diffusion coefficients are being used for calculation of the incubation period of the coal spontaneous combustion.

**Keywords:** *methane release; diffusion; filtration; desorption; porosity; metamorphism.*

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

*Ольга Владимировна Папазова, ст. науч. сотр.; e-mail: [papazova.olya@yandex.ru](mailto:papazova.olya@yandex.ru);*

*Николай Николаевич Попов, науч. сотр.; e-mail: [popov.nikn@yandex.ru](mailto:popov.nikn@yandex.ru);*

*Владислав Вячеславович Шлома, инж. I категории; e-mail: [ilsin1995@gmail.com](mailto: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*

#### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХРАНЕНИЯ ОХЛАЖДАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ**

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

*Olga Vladimirovna Papazova, senior scientific associate; e-mail: [papazova.olya@yandex.ru](mailto:papazova.olya@yandex.ru);*

*Nikolay Nikolayevich Popov, scientific associate; e-mail: [popov.nikn@yandex.ru](mailto:popov.nikn@yandex.ru);*

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

#### **EFFICIENCY IMPROVEMENT OF STORAGE OF COOLING ELEMENTS**

**Цель.** Совершенствование средств транспортирования и хранения охлаждающих элементов в горных выработках шахт.

**Метод исследования.** Информационно-аналитический и экспериментальный. Изучены информационные, патентные источники, проведен анализа результатов исследования макетного образца контейнера для транспортирования и хранения охлаждающих элементов. Исследован макетный образец контейнера для охлаждающих элементов ОЭ-2, изготовленный из технополистирола XPS Техноплекс с использованием слоя фольги.

**Научная новизна.** Впервые применен слой фольги в конструкции теплоизолирующего контейнера для увеличения срока хранения охлаждающих элементов ОЭ-2.

**Область применения.** Результаты работы могут быть использованы при создании нового теплоизолирующего контейнера для транспортирования и хранения охлаждающих элементов ОЭ-2 в горных выработках шахт. Предложения по результатам исследования макетного образца теплоизолирующего контейнера используются при совершенствовании средств транспортирования и хранения охлаждающих элементов ОЭ-2 в горных выработках шахт.

**Практическая значимость.** Улучшение технико-эксплуатационных параметров теплоизолирующего контейнера и повышение эффективности транспортирования и хранения охлаждающих элементов ОЭ-2 при эксплуатации средств противотепловой защиты. Прогнозы развития объекта исследования – средств транспортирования и хранения охлаждающих элементов целесообразно проводить в направлении применения новых технологий при изготовлении теплоизолирующего контейнера и композитных материалов.

**Ключевые слова:** *охлаждающие элементы; теплоизолирующий контейнер; термосумка; теплоизолирующий материал; теплопроводность.*

**Purpose.** Efficiency improvement of equipment for transportation and storage of cooling elements in mine workings of coal mines.

**Method of investigation.** Informational and analytical and experimental methods. Informational and patent sources have been studied, the analysis of investigation results of a brassboard container for transportation and storage of cooling elements has been conducted. The brassboard container made of Техноплекс XPS technopolystyrene with a foil layer for the ОЭ-2 cooling elements has been investigated.

**Scientific novelty.** The foil layer has been used in the construction of the heat-insulating container for the first time with the purpose to increase the storage time of the ОЭ-2 cooling elements.

**Application area.** The results of the work may be used in creation of the new heat-insulating container for transportation and storage of the ОЭ-2 cooling elements in the mine workings of the coal mines. The propositions following the results of investigation of the brassboard heat-insulating container have been applied in improvement of the equipment for transportation and storage of the ОЭ-2 cooling elements in the mine workings of the coal mines.

**Practical value.** Enhancement of operating parameters of the heat-insulating container and efficiency improvement of transportation and storage of the ОЭ-2 cooling elements during the operation of heat protection means. The predictions regarding the development of the object of investigation, i.e. equipment for transportation and storage of the cooling elements, should be conducted in the line of application of new technologies in manufacturing the heat-insulating container and composite materials.

**Keywords:** *cooling elements; heat-insulating container; thermal bag; heat-insulating material; thermal conductivity.*

*Руслан Сергеевич Плетенецкий, науч. сотр.; e-mail: [zoloto-russland@yandex.ru](mailto:zoloto-russland@yandex.ru);*

*Любовь Алексеевна Зборщик, ст. науч. сотр.; e-mail: [oszd\\_niigd\\_1@mail.ru](mailto:oszd_niigd_1@mail.ru);*

*Виктор Иванович Францев, ведущий инж.; e-mail: [oszd\\_niigd\\_3@mail.ru](mailto: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*

#### **ИМИТАЦИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ДЫХАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

*Ruslan Sergeevich Pletenetskiy, scientific associate; e-mail: [zoloto-russland@yandex.ru](mailto:zoloto-russland@yandex.ru);*

*Lyubov Alekseyevna Zborshchik, senior scientific associate; e-mail: [oszd\\_niigd\\_1@mail.ru](mailto:oszd_niigd_1@mail.ru);*

*Viktor Ivanovich Frantsev, advanced engineer; e-mail: [oszd\\_niigd\\_3@mail.ru](mailto:oszd_niigd_3@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) 332-78-45*

#### **SIMULATION OF OXYGEN CONSUMPTION DURING TESTINGS OF BREATHING APPARATUSES**

**Цель.** Исследовать параметры потребления кислорода для определения режимов испытания дыхательных аппаратов, наиболее точно соответствующих метаболическим процессам человека.

**Методика.** Теоретические методы исследований.

**Результаты.** Проведенные исследования позволили определить режимы испытания дыхательных аппаратов, наиболее точно соответствующие метаболическим процессам человека.

**Научная новизна.** Определены параметры системы потребления кислорода, обеспечивающие имитацию метаболических процессов человеческого организма при дыхании.

**Практическая значимость.** Полученные результаты исследований позволили сформулировать требования к имитации потребления кислорода при испытании дыхательных аппаратов на динамической установке с искусственными легкими.

**Ключевые слова:** *дыхательный аппарат; динамическая установка; искусственные легкие; потребление кислорода; выделение диоксида углерода; дыхательный коэффициент; дыхательный режим.*

**Purpose.** To investigate the oxygen consumption parameters for specifying the breathing apparatus test modes that most closely correspond to human metabolic processes.

**Methodology.** Theoretical methods of investigations.

**Results.** The conducted investigations have made it possible to determine the breathing apparatuses test modes most closely corresponding to the human metabolic processes.

**Scientific novelty.** The parameters of the oxygen consumption system have been determined ensuring the simulation of the human metabolic processes during respiration.

**Practical value.** The obtained results of investigations have enabled formulating the requirements for the oxygen consumption simulation during testing the breathing apparatuses on a dynamic installation with respiratory simulation system.

**Keywords:** *breathing apparatus; dynamic installation; respiratory simulation system; oxygen consumption; carbon dioxide release; respiratory quotient; respiratory mode.*

*Александр Петрович Ковалев, д-р техн. наук, науч. сотр.; e-mail: [abrecap@mail.ru](mailto:abrecap@mail.ru)*

*Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела,  
пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор» МЧС ДНР  
283048, Донецк, ул. Артема, 157. Тел. (+38 062) 332-78-46*

## **МЕТОДИКА РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТИ СЛОЖНЫХ НЕВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ СИСТЕМ**

*Aleksandr Petrovich Kovalyov, Dr. Sci. (Tech.), scientific associate; e-mail: [abrecap@mail.ru](mailto:abrecap@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) 332-78-46*

## **METHODOLOGY OF CALCULATING THE RELIABILITY OF COMPLEX NON-RESTORABLE SYSTEMS**

**Цель.** Разработать метод оценки надежности структурно-сложных невосстанавливаемых систем, элементы которых могут находиться в трех несовместных состояниях, используя способ разложения схемы замещения по базовой группе.

**Методика.** Применен способ разложения схемы замещения невосстанавливаемой сложной системы по базовому элементу, основанный на использовании теоремы о сумме вероятностей несовместных событий.

**Результаты.** Разработан новый метод оценки надежности структурно-сложных систем, элементы которых могут находиться в трех несовместных состояниях: работоспособном, отказ типа «обрыв цепи», отказ типа «короткое замыкание».

**Научная новизна.** Получены новые аналитические зависимости, которые позволяют определить вероятность того, что в течение конкретного времени в исследуемой системе не произойдет такое событие, в результате которого случится разрыв связи или пройдет не отключаемый токовой защитой сквозной аварийный ток короткого замыкания между входным и выходными узлами ее схемы замещения при условии, что в начальный момент времени все элементы системы находились в работоспособном состоянии.

**Практическая значимость.** Разработанный метод оценки надежности сложных по структуре схем позволяет упростить расчетные схемы замещения системы, сократить трудоемкость и время расчетов. Точность расчетов надежности невосстанавливаемой системы не уступает существующим апробированным методам.

**Ключевые слова:** *сложная по структуре схема замещения; надежность; группа базовых элементов; обрыв цепи; короткое замыкание.*

**Purpose.** To develop a method of evaluation of reliability of structurally complex non-restorable systems which elements may exist in three incompatible states, using the method of expanding the equivalent circuit according to a base group.

**Methodology.** The method of expanding the equivalent circuit of the non-restorable complex system according to a base element has been applied which is based on using the theorem of the sum of probabilities of incompatible events.

**Results.** The new method for evaluation of reliability of the structurally complex non-restorable systems has been developed which elements may exist in three incompatible states, i.e. serviceable condition, "open-circuit" failure, "short-circuit" failure.

**Scientific novelty.** The new analytical dependences have been obtained which make it possible to determine the probability of the fact that such an event will not happen during the specific time in the investigated system that will result in a communication break or let-through fault current coming through between the input and output nodes of its equivalent circuit without being disconnected by the current protection provided that all elements of the system are in the operational condition at the zero time.

**Practical value.** The developed method of evaluation of reliability of structurally complex circuits permits to simplify design diagrams of the substitution system, to reduce labor intensity and calculation time. The precision of calculations of the non-restorable system reliability is equal to existing tested methods.

**Keywords:** *structurally complex equivalent circuit; reliability; base element group; open-circuit failure; short-circuit failure.*