

УТВЕРЖДАЮ
ВРИО ректора ГОУ ВПО «Донецкий
национальный университет»,

к.х.н., доцент

 В.А. Дубровина

«22» января 2021 года



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию
Кирияна Андрея Петровича

«Повышение времени защитного действия спасателя в изолирующем
респираторе с химически связанным кислородом»

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.26.01 - Охрана труда (по отраслям) (технические науки)

Актуальность темы диссертационной работы для науки и практики.

Представленная на отзыв диссертационная работа посвящена решению одной из важнейших задач современности – обеспечению безопасности труда спасателей путем создания изолирующего респиратора с улучшенными эксплуатационными показателями.

Профессия спасателя входит в число наиболее рискованных профессий в мире. Его деятельность отличается тем, что она осуществляется в экстремальных условиях, которые по своей интенсивности и продолжительности воздействия выходят за пределы диапазона нормальных параметров. Пожары и другие чрезвычайные ситуации создают опасность для здоровья и жизни пожарных-спасателей. Экстремальные условия труда, высокий уровень риска потерять здоровье, а иногда и жизнь возникают стихийно. Очень часто опасные и вредные факторы на пожарах и авариях многократно превышают нормативно допустимые уровни. Отсутствие на оснащении оперативных подразделений МЧС эффективных респираторов существенно влияет на безопасность личного состава при ведении аварийно-спасательных работ и тушении пожаров. При этом уменьшается время пребывания спасателей в зоне бедствия, возрастает риск получения травм, а иногда и их гибели.

Цель работы – установление закономерностей процесса регенерации в патроне изолирующего респиратора с химически связанным кислородом от газокинетических факторов, которые определяют тепловой эффект реакции, теплообмена, концентрации диоксида углерода на основании которых

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ,
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Вх. № 16/24
«03» 2021 г.

обеспечивается увеличение времени его защитного действия. Объект и предмет исследования рассматриваемой работы определены в соответствии с целью и задачами диссертационной работы.

Методы проведения исследований. При выполнении диссертационной работы использовался комплексный подход, содержащий анализ и обобщение научных результатов, ранее полученных другими авторами; методы математической физики; математическое моделирование и численное решение задачи тепломассообменных процессов в регенеративном патроне при прохождении и сорбции выдыхаемого воздуха через кислородсодержащий продукт; экспериментальные исследования влияния конструктивных и эксплуатационных параметров регенеративного патрона на степень равномерной регенерации продукта с последующей математической обработкой результатов.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели возникла необходимость решения следующих основных задач:

- разработать расчетные схемы регенеративного патрона респиратора с радиальным центростремительным направлением движения выдыхаемого воздуха;
- создать математическую модель основных тепломассообменных процессов в регенеративном патроне с радиальным центростремительным направлением движения воздушной смеси;
- исследовать физико-химические процессы в регенеративном патроне с выделением кислорода и образованием влаги;
- выполнить экспериментальные исследования влияния направления движения газовой смеси, конструктивных параметров теплогазораспределителя на регенеративные процессы в усовершенствованном патроне респиратора и определить его работоспособность при различных режимах нагрузок;
- разработать предложения по повышению ресурса работы регенеративного патрона респиратора и тактических возможностей горноспасателей при ведении аварийно-спасательных работ.

Структура Диссертационная работа Кирьяна А.П. состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка используемых литературных источников и приложения.

Во **введении** автором сформулированы актуальность темы, поставлены задачи исследований, решения которых необходимы для достижения цели диссертационной работы, определены объекты, предмет и методы исследований

В **первом разделе** диссертационной работы проведен анализ проводимых аварийно-спасательных работ с применением изолирующих респираторов, рассмотрены существующие модели таких респираторов для защиты органов дыхания спасателей, особенности технических конструкций

современных респираторов с химически связанным кислородом и возможные пути их совершенствования. При этом выбранные пути совершенствования обосновываются на основе результатов анализа ранее выполненных исследований при разработке респираторов с химически связанным кислородом.

Теоретическому исследованию процесса регенерации воздуха в респираторах, разрабатываемых в настоящей работе, посвящен **второй раздел** диссертации. Кроме общей методики и основных методов исследования в этом разделе автор приводит: расчетную схему регенеративного патрона респиратора и протекающие в нем физико-химические процессы; математические модели распределения температуры в регенеративном патроне и поля концентрации в сплошной среде с ограниченными размерами; редукции модели с распределенными параметрами к одномерной задаче с сосредоточенными параметрами и нелинейного уравнения теплопроводности пространства респиратора к системе алгебраических зависимостей.

В **третьем разделе** диссертационной работы приведены результаты экспериментальных исследований поглощения диоксида углерода при регенерации воздуха в изолирующем респираторе. Согласно выбранной методике, на стенде имитации дыхания спасателей, проведены исследования по определению параметров сопротивления движению воздуха при дыхании в респираторе и газового состава среды под маской в пространстве лицевой части респиратора.

Разработке предложений по модернизации регенеративного патрона посвящен **четвертый раздел** диссертации, в котором определены конструктивные параметры и эксплуатационные характеристики усовершенствованного регенеративного патрона, рассмотрены пути повышения тактических возможностей горноспасательных служб при использовании усовершенствованных респираторов при проведении аварийно-спасательных работ. На основе полученных результатов разработаны предложения по повышению ресурса работы регенеративного патрона респиратора и проведена оценка экономического эффекта от внедрения результатов диссертационной работы.

Соискатель выносит на защиту:

1. Математическую модель тепломассообменных процессов в регенеративном патроне, которая учитывает радиальное центробежное и центростремительное направления движения воздушного потока, сорбцию CO_2 через кислородсодержащий продукт и ее взаимодействие с теплораспределителем для рационального распределения температуры в сечении регенеративного патрона, теплоту реакции и конструктивные параметры, которые обеспечивают комфортные условия дыхания и увеличение времени защитного действия спасателя в респираторе с химически связанным кислородом.

2. Зависимость времени защитного действия регенеративного патрона респиратора с химически связанным кислородом от содержания диоксида углерода, полноты и скорости реакции поглощения его кислородсодержащим продуктом при легочной вентиляции в режиме работы со средней ($30 \text{ дм}^3/\text{мин}$) и тяжелой ($60 \text{ дм}^3/\text{мин}$) нагрузками, что обеспечивает возможность его увеличения в 1,5 раза, по сравнению со средней нормативной нагрузкой.

Научная новизна полученных в диссертации результатов состоит в том, что автором впервые установлено:

1. Содержание диоксида углерода (CO_2) во вдыхаемом воздухе нелинейно зависит от времени защитного действия спасателя в изолирующем респираторе с химически связанным кислородом. При этом его максимальное значение в 1,2 раза меньше по сравнению с используемыми в настоящее время регенеративными патронами, незначительно отличается при центробежном и центростремительном направлениях воздушного потока, достигает предельных значений для тяжелой и в два раза быстрее, чем для средней нагрузки на спасателя.

2. Время защитного действия респиратора с химически связанным кислородом нелинейно зависит от содержания диоксида углерода при легочной вентиляции $30 \text{ дм}^3/\text{мин}$ и $60 \text{ дм}^3/\text{мин}$, полноты и скорости реакции поглощения CO_2 смесью KO_2 и KOH , температуры плавления KO_2 , KOH , K_2CO_3 , которая влияет на газопроницаемость активной зоны регенеративного продукта в патроне. При этом, в процессе движения воздуха от большего диаметра к меньшему (центростремительное направление) время работы регенеративного патрона увеличивается.

Научная и практическая значимость работы:

1. Получены теоретические и экспериментальные зависимости снижения содержания диоксида углерода во вдыхаемом спасателем воздухе от полноты и скорости реакции CO_2 со смесью KO_2 и KOH при их взаимодействии в регенеративном патроне;

2. Создана математическая модель теплообменных процессов в регенеративном патроне, решение которых и результаты экспериментальных исследований позволили увеличить время жизнедеятельности спасателя при выполнении тяжелых аварийно-спасательных работ;

3. Разработаны техническая документация и научно-технические предложения по усовершенствованию регенеративных патронов, повышению времени защитного действия изолирующего респиратора с комфортными условиями дыхания.

Основные результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс для студентов Академии гражданской защиты МЧС ДНР.

Обоснованность и достоверность положений, выводов и рекомендаций подтверждается: корректным использованием основных положений теории теплообменных процессов, методов математического

анализа; удовлетворительной сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований, максимальная погрешность которых не превышает 12%; использованием при экспериментальных исследованиях современной аттестованной контрольно-измерительной аппаратуры, обеспечивающей погрешность измерения не выше, чем допускается для задач, рассматриваемых в работе.

Апробация результатов диссертации и публикации.

Основные результаты диссертационной работы неоднократно докладывались и обсуждались в виде докладов на научно-практических конференциях различных уровней и опубликованы в виде 12 статей в научных изданиях России, Украины, Донецкой народной республики. Из них 7 статей – в специализированных научных изданиях и 5 тезисов докладов в трудах научных конференций.

Объем диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка литературы из 123 наименований на 15 страницах и приложения на 10 страницах. Работа изложена на 141 странице машинописного текста, из них-116 страниц основного текста, 38 рисунков, 8 таблиц и приложение на 10 страницах.

Вопросы и замечания.

В качестве недостатков работы следует отметить следующие:

1. Раздел 2 (п.2.4, п.2.5) диссертационной работы перегружен детальным рассмотрением решаемых задач, с применением математических моделей, по распределению температуры в регенеративном патроне и поля концентраций в сплошной среде с ограниченными размерами. Считаю, что в диссертации вполне достаточным было бы приведение постановок задач и краткого описания возможных вариантов их решения.

2. Для получения результатов близких к реальным при редукции нелинейного уравнения теплопроводности надо было учесть наличие источника тепла.

3. В диссертационной работе не приведены результаты исследований по определению времени защитного действия экспериментального образца респиратора в тепловой камере при температуре 40⁰ С при участии испытателя. Какой результат следует ожидать в случае проведения таких испытаний?

4. В тексте диссертации (раздел 3, п.3.2) не приведены сведения о распределении температуры в разработанном респираторе.

5. Какой из способов был использован при аппроксимировании приведенных в диссертации графиков?

6. В разделе 4 диссертационной работы соискателю следовало бы привести результаты сравнительной технической характеристики

усовершенствованного респиратора с известными отечественными и зарубежными аналогами.

Выводы

1. Диссертация Кирьяна Андрея Петровича посвящена решению важной проблемы – повышению безопасности личного состава подразделений МЧС, является завершенной научной работой, в которой на основании установления тепломассообменных процессов в регенеративном патроне респиратора с химически связанным кислородом проведено теоретическое и подтверждено на практике сложной научно-технической задачи – обоснования конструкционных и эксплуатационных параметров изолирующего респиратора с химически связанным кислородом.

2. Представленная на отзыв диссертация отвечает требованиям п.2.2 «Положения о присуждении ученых степеней к кандидатским диссертациям», утвержденного Постановлением Совета Министров ДНР №2-13 от 27.02.2015 года, а ее автор - Кирьян Андрей Петрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.01 – Охрана труда (по отраслям) (технические науки).

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры физики неравновесных процессов, метрологии и экологии им. И.Л. Повха ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет» «30» декабря 2020 г., протокол № 11.

И.о. зав. кафедрой ФНПМЭ им. И.Л. Повха,

к.ф.-м.н., с.н.с.

П.В. Асланов

Профессор кафедры ФНПМЭ им. И.Л. Повха,

д.т.н., с.н.с.

А.П. Симоненко

Согласны на автоматизированную обработку персональных данных

П.В. Асланов

А.П. Симоненко



УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ

И.Н. МИХАЛЬЧЕНКО