

---

## РАЗРАБОТКА ИЗОЛИРУЮЩЕГО ДЫХАТЕЛЬНОГО АППАРАТА, РАБОТОСПОСОБНОГО В СРЕДЕ ГАЗООБРАЗНОГО ХЛОРА, АММИАКА И СЕРОВОДОРОДА (ИДА-ХС)

*С.В. Гудков, С.Б. Путин, Н.В. Крылова,  
Г.В. Медведев, М.В. Новикова*

ОАО «Корпорация «Росхимзащита», Отдел индивидуальных средств защиты  
г. Тамбов

Целью данной работы является создание изолирующего дыхательного аппарата с химически связанным кислородом, обеспечивающего возможность защиты от токсичных веществ в широком диапазоне их концентраций и номенклатурного состава, в том числе в среде с высокой объемной долей газообразного хлора, аммиака и сероводорода, а также в условиях переменной, неопределенной химической обстановки. Опытные образцы изолирующего дыхательного аппарата обеспечивают его работоспособность в интервале температур эксплуатации от  $-20$  до  $+50^{\circ}\text{C}$  при повышенной комфортности дыхания. Время защитного действия в токсичной атмосфере находится в интервале от 60 до 65 минут, что превышает соответствующий показатель аналога в два раза.

*Ключевые слова:* изолирующий дыхательный аппарат, хлор, аммиак, сероводород, время защитного действия, регенеративный продукт.

The goal of this work is the development of a self-contained chemical oxygen breathing apparatus which provides the possibility of human protection in the wide range of actual concentrations and nomenclature composition of toxic substances including the medium with high volume fraction of gaseous chlorine, ammonia, and hydrogen sulphide, as well as – in the conditions of changeable uncertain chemical environment. The developed prototype models of the isolated breathing apparatus provide their workability in the temperature range of  $-20$  up to  $+50^{\circ}\text{C}$ , ensuring the time of the protective effect in the toxic atmosphere from 60 to 65 minutes, which results in double exceeding the same parameter for the analogue.

*Keywords:* self-contained (isolated) chemical apparatus, chlorine, ammonia, hydrogen sulphide, time of protective effect, regenerative product.

### Введение

В настоящее время в аварийных ситуациях для защиты органов дыхания персонал на промышленных предприятиях использует изолирующий противогаз ИП-4М, разработанный более тридцати лет назад и уже не удовлетворяющий требованиям, предъявляемым к современным средствам индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД). Поэтому актуальной задачей является создание нового изолирующего дыхательного аппарата с химически связанным кислородом, превосходящего по характеристикам штатные средства защиты. Разрабатываемый аппарат предназначен для защиты от ингаляционных поражений личного состава аварийно-спасательных формирований и персонала промышленных предприятий, участвующих в ликвидации последствий техногенных аварий и

чрезвычайных ситуаций на опасных промышленных объектах и, прежде всего, на предприятиях химического комплекса [1]. В России расположены тысячи таких предприятий, а из их числа более 50% предприятий используют аммиак, 35% – хлор и хлорпроизводные, 5% – соляную кислоту [2].

В рамках Федеральной целевой программы «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2009–2013 годы)» ОАО «Корпорация «Росхимзащита» выполняет опытно-конструкторскую работу по разработке технологии производства средств защиты органов дыхания на основе регулируемых пирохимических источников целевых газов для дыхания, структурированных регенеративных продуктов (хемосорбентов) на эластичной матрице, волокнистых материалов нового поколения, портативных СИЗОД на

их основе, а также технологий производства средств индивидуальной и коллективной защиты, в том числе на основе сорбционно-каталитических систем с участием оксидов переходных металлов.

### Основные направления работы

Одним из направлений данной работы является разработка изолирующего дыхательного аппарата, работоспособного в среде газообразного хлора, аммиака и сероводорода (ИДА-ХС) и предназначенного для защиты органов дыхания, лица и глаз от воздействия токсичных газов и парообразных продуктов (в том числе от газообразных хлора и аммиака с объемной долей до 90%, сероводорода с объемной долей до 25%), образующихся в результате аварии на производствах (объектах) и в других чрезвычайных ситуациях, а также в атмосфере с пониженным содержанием кислорода или при его отсутствии.

Анализ информации по зарубежным аппаратам с химически связанным кислородом показывает, что ведущие позиции на рынке производителей таких аппаратов занимают фирмы Draeger Sicherheitstechnik GmbH (Германия), Auergesellschaft GmbH (Германия), MSA (США), ДЗГА (г. Донецк, Украина), Sperian Protection (Франция). Однако изолирующих дыхательных аппаратов с химически связанным кислородом, позволяющих выполнять работы в среде с высоким содержанием газообразных хлора, аммиака и сероводорода, в результате информационного поиска не обнаружено.

Перед разработчиками была поставлена задача создать изолирующий дыхательный аппарат ИДА-ХС, по своим характеристикам превосходящий аналог – противогаз ИП-4М (ИП-4МК) серийного производства. Технические характеристики, достижение которых требовалось при разработке аппарата, по сравнению с характеристиками аналога приведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, разрабатываемый аппарат ИДА-ХС в сравнении с противогазом ИП-4МК должен:

- обеспечивать в два раза большее время защитного действия в среде газообразного хлора за счет использования новых материалов, стойких к газообразному хлору и аммиаку;
- иметь лучшие характеристики по сопротивлению дыхания, разборчивости речи, углам

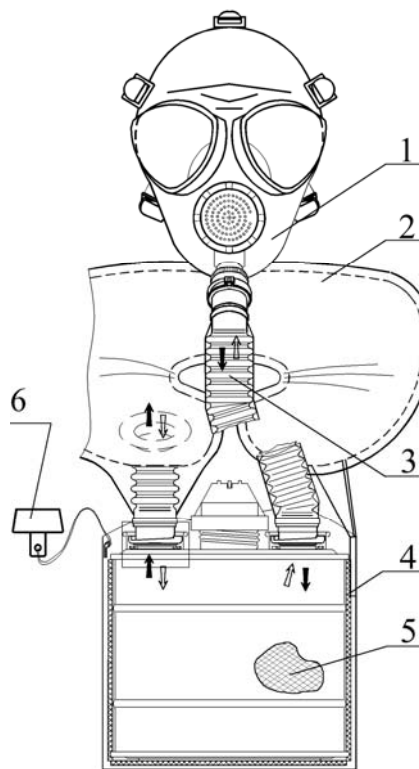
обзора лицевой части, длительности непрерывного пребывания в лицевой части, рабочему объему дыхательного мешка и гарантийному сроку хранения.

### Экспериментальная часть

В изолирующих аппаратах с химически связанным кислородом, в основном, применяются две схемы циркуляции газовой дыхательной смеси (ГДС): маятниковая и круговая. В разрабатываемом аппарате ИДА-ХС была использована маятниковая схема дыхания потока ГДС (рис. 1). При такой схеме улучшается поглощение диоксида углерода в патроне за счет его дополнительного поглощения при повторном прохождении ГДС через патрон и отсутствуют клапаны вдоха и выдоха, что упрощает конструкцию аппарата.

Основными узлами аппарата ИДА-ХС являются лицевая часть МИДА-ХС 1, патрон 4, дыхательный мешок 2.

Лицевая часть МИДА-ХС 1 предназначена для защиты органов дыхания, глаз и кожи лица



**Рис. 1.** Схема движения ГДС в аппарате ИДА-ХС. 1 – лицевая часть; 2 – дыхательный мешок; 3 – гофрированная трубка; 4 – патрон; 5 – регенеративный продукт; 6 – пробка

**Таблица 1.** Сравнительные технические характеристики аппаратов ИДА-ХС и ИП-4МК

Технические характеристики	ИДА-ХС	ИП-4МК
Время защитного действия при нагрузке средней тяжести, мин, не менее	60	75
Время защитного действия при нагрузке средней тяжести в среде газообразного хлора, мин, не менее	60*	30**
Температурный диапазон эксплуатации, °С	От -20 до +50	От -40 до +50
Стойкость материалов для изготовления составных частей аппарата к газообразному хлору и аммиаку	Да	Нет
Масса в сборе с регенеративным патроном в сумке, кг, не более	3,5	4,0
Габаритные размеры, мм, не более	160×180×205	340×165×290
Температура вдыхаемой ГДС, °С, не более	50	50
Объемная доля диоксида углерода во вдыхаемой ГДС, %, не более	3,0	–
Сопротивление дыханию, мм вод. ст., не более	80	120
Разборчивость речи, класс по ГОСТ 16600-72	2	4
Углы обзора, градус, не менее		
– верх	40	40
– вниз	41	31
– внутрь	31	21
– наружу	80	72
Длительность непрерывного пребывания в лицевой части, ч, не менее	8	3
Рабочий объем дыхательного мешка, дм <sup>3</sup> , не менее	8	4,5
Гарантийный срок хранения, лет	7	5

\* – при объемной доле газообразного хлора и аммиака до 90%

\*\* – при объемной доле газообразного хлора и аммиака до 30%

от окружающей среды, направления выдыхаемой ГДС в патрон, подведения очищенной от диоксида углерода и обогащенной кислородом ГДС к органам дыхания. Лицевая часть МИДА-ХС состоит из корпуса, очкового узла с большими трапециевидными стеклами, переговорного устройства мембранного типа, штуцера с теплообменным элементом и наголовника. Внутри корпуса маски расположен подмасочник, предназначенный для уменьшения вредного пространства маски. Герметизация маски обеспечивается обтюратором [2].

Патрон 4 предназначен для получения кислорода, необходимого для дыхания, и поглощения из выдыхаемой ГДС диоксида углерода и влаги. Он снаряжен кислородосодержащим ве-

ществом и пусковым брикетом, обеспечивающим кислородом в первые минуты пользования аппаратом ИДА-ХС. Патрон приводится в действие поворотом рычага пускового устройства 9 от себя на 180° до упора. При этом происходит давление на пусковую ампулу, и инициирующий раствор пусковой ампулы попадает на пусковой брикет, который разлагается, выделяя кислород, тепло и влагу.

Дыхательный мешок 2 служит резервуаром для ГДС и представляет собой эластичную емкость из прорезиненной ткани. Для сбрасывания избыточного объема ГДС в дыхательном мешке был установлен клапан избыточного давления натяжного действия. Дыхательный мешок через гофрированную трубку ТРГ-19-165 соединяется



Рис. 2. Внешний вид аппарата ИДА-ХС: а) в сумке, б) рабочая часть

с патроном. Дыхательный мешок и чехол соединены между собой через шлевку, расположенную посередине дыхательного мешка. Чехол, в свою очередь, соединен с боковиной сумки посредством пришитого к ней ремня.

Для хранения и переноски аппарата ИДА-ХС, а также для защиты тела от нагретого регенеративного патрона при работе аппарата предназначена сумка (рис. 2).

Дыхательный мешок, сумка и чехол дыхательного мешка изготовлены из прорезиненного материала МТС, разработанного ОАО «КазХимНИИ», стойкого к воздействию газообразных токсичных веществ [3]. Проведены предварительные испытания опытной партии материала на его проницаемость при воздействии паров аммиака, хлора и сероводорода, определены масса 1 м<sup>2</sup>, воздухопроницаемость, прочностные характеристики, стойкость к истиранию при комнатной температуре и пятикратному смятию при температуре –40°С и к воздействию открытого пламени. По результатам предварительных испытаний защитный облегченный материал МТС рекомендован для изготовления составных частей аппарата ИДА-ХС.

Результаты испытаний прорезиненных материалов представлены в табл. 2.

Работоспособность аппарата ИДА-ХС проверялась на установке «Искусственные легкие» и испытателях-добровольцах. Проведенные предварительные испытания подтвердили работоспособность аппарата ИДА-ХС в температурном интервале эксплуатации от –20 до +50°С,

при этом получены значения времени защитного действия от 60 до 65 минут.

В целом аппарат ИДА-ХС получил у испытателей-добровольцев положительную оценку относительно условий дыхания и удобства пребывания в нем.

## Выводы

Опытные образцы аппарата ИДА-ХС, прошедшие предварительные испытания, обеспечивают требования технического задания и имеют показатели, превышающие показатели аппаратов с химически связанным кислородом, выпускаемых в настоящее время в Российской Федерации и предназначенных для проведения аварийных и аварийно-спасательных работ [4].

Внедрение изолирующего дыхательного аппарата ИДА-ХС существенно повысит уровень защищенности промышленного персонала химически опасных производств и аварийно-спасательных формирований в случае возникновения техногенных аварий при проведении ими аварийно-спасательных и неотложных восстановительных работ в условиях неопределенной химической обстановки.

Серийное производство создаваемого изолирующего дыхательного аппарата ИДА-ХС обеспечит потребности Минпромторга России, МЧС России, других министерств и ведомств в изолирующих средствах, имеющих высокие защитные, эксплуатационные и эргономические характеристики.

**Таблица 2.** Результаты испытаний прорезиненных материалов

Оцениваемый показатель	Требования по техническому заданию	Фактические значения материал МТС
Масса 1м <sup>2</sup> материала, г	350±20	198
Сопротивление разрыву, кгс, по основе/утку	40/35	94/59
Сопротивление разрыву, кгс, по основе/утку	1,5/1,5	6,3/4,8
Стойкость к воздействию газообразных продуктов, мин: – аммиака (концентрация 685±40 мг/л); – хлора (концентрация 2875±30 мг/л); – сероводорода (концентрация 1420±40 мг/л)	60 60 60	Не менее 90
Стойкость к истиранию при комнатной температуре, циклы	20	Разрушение резинового слоя отсутствует
Пятикратное смятие при температуре –40°С	Отсутствие разрушений	Разрушение резинового слоя отсутствует
Стойкость к воздействию открытого пламени с температурой 800±50°С, с: – остаточное горение; – остаточное тление	3–5 Отсутствие Отсутствие	5 Отсутствует Отсутствует
Воздухопроницаемость, объем проникающего воздуха при разрежении 3,5 кПа, мл/мин	Непроницаема	5–10

Разрабатываемый изолирующий дыхательный аппарат ИДА-ХС по своим техническим характеристикам превосходит штатное средство защиты – изолирующий противогаз ИП-4МК и обеспечивает защиту от газообразных токсичных веществ при их содержании в окружающей среде до 90%.

#### Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2005 году». Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий – М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2006. – 164 с.
2. Концепция федеральной целевой программы «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2009–2013 годы)». Утверждена распоряжением Правительства РФ от 28.01.2008 г. № 74-р.
3. Технические условия ТУ 2566-132-00209600-2010. «Материал защитный облепченный МТС» ОАО «КазХимНИИ», г Казань.
4. ГОСТ Р 22.9.05-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Комплексы средств индивидуальной защиты спасателей. Общие технические требования. – М.: Госстандарт России, 1996.