

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ
ФИЛЬТРУЮЩИХ ПРОТИВОГАЗОВ: ОТ ПЕРВЫХ ОБРАЗЦОВ ДО
СОВРЕМЕННЫХ МОДИФИКАЦИЙ**

Тимкин Алексей Викторович*

к. с-х. н., доцент кафедры безопасности жизнедеятельности
и медико-биологических дисциплин,
Мичуринский государственный аграрный университет,
Мичуринск, Россия

Тимкина Екатерина Алексеевна

обучающаяся направления подготовки
11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»,
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им.
проф. М.А. Бонч-Бруевича,
Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены различные подходы к созданию фильтрующих средств индивидуальной защиты органов дыхания, физико-химической основы их защитных свойств от первых образцов до современных противогазов.

Ключевые слова: фильтрация, адсорбция, хемосорбция, катализ, противогаз.

* Тимкин А.В., Тимкина Е.А. e-mail: tim-king@mail.ru

На сегодняшний день фильтрующие противогазы стали самым распространенными средствами индивидуальной защиты органов дыхания. В нашей стране ими должны быть обеспечены все работники организаций и население, проживающее и работающее на территориях в пределах границ зон возможного химического заражения, а также военнослужащие Минобороны России и других силовых структур [2, 6].

Патенты на изобретения подобных дыхательных устройств в разных странах начали выдаваться уже с середины XIX века, но до создания эффективных фильтрующих противогазов было еще далеко. Пожарные и горные спасатели использовали (впрочем, используют и сейчас) средства защиты органов дыхания изолирующего типа, а фильтрующие приборы оставались не очень то и востребованными [9]. Но все изменилось с началом Первой мировой войны. Применение противниками химического оружия заставило ученых всех воюющих сторон приступить к созданию эффективного фильтрующего противогаза. Следует отметить, что пальма первенства в этом вопросе во многом принадлежит российским ученым [3, 7].

Целью нашей работы является изучение различных подходов к созданию фильтрующих средств индивидуальной защиты органов дыхания, физико-химической основы их защитных свойств от первых образцов до современных противогазов.

Фильтрующие свойства некоторых материалов (губка, шерсть, различные ткани) были известны человеку с древних времен. Их использовали для защиты от различной пыли, нефтяных паров, а также от миазмов – по средневековым представлениям, зловонной субстанции вызывающей болезнь у человека [8].

Первый патент на устройство противогаза был выдан Льюису Хаслетту 12 июня 1849 г. «Легочный протектор» состоял из полумаски с клапанами на вдох-выдох и войлочного фильтра. В 1854 г. Джон Стенгауз разработал фильтрующую полумаску, содержащую порошок древесного угля [10, 12].

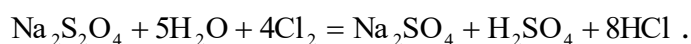
Последующие разработки были связаны с переходом от защитной полумаски, к маске и маске с капюшоном (шлем-маске). Это устройства

Сэмюэля Бартона (1874 г.), Хадсона Хёрта (1879 г.), Бернхарда Леба (1895 г.), Джорджа Нейли (1878 г.), Александра Хендерсона (1897 г.), Льюиса Мантца (1902 г.) и других изобретателей. В качестве поглотителей в них продолжали использовать древесный уголь и шерстяную ткань (войлочные материалы) [8].

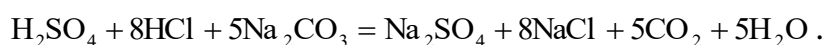
Не смотря на множество предложений, ни одно из этих устройств не пригодилось на поле боя при тех концентрациях паров и газов, которые там создавались. Когда летом 1915 г. выяснилось, что средств защиты органов дыхания от отравляющих веществ нет, в создании противогазов наступил период панического эмпиризма и импровизации [1].

Солдаты воюющих сторон стали использовать примитивные повязки из нескольких слоев марли, закрывавшие нос и рот. Затем, когда такие средства оказались несостоятельными, появились образцы масок из 20-30 слоев марли, соединенных с очками, пропитанные специальными растворами. В состав пропиток входил гипосульфит натрия и сода для защиты от хлора, уротропин – от фосгена, а также глицерин, препятствующий высыханию и замерзанию растворов масок [4, 10].

Рассмотрим уравнение реакции поглощения хлора гипосульфитом натрия:



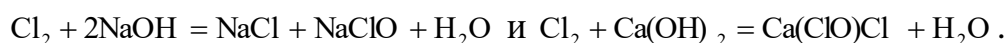
Образовавшиеся менее токсичные продукты реакции нейтрализуются содой:



Таким образом, принцип действия таких «влажных» противогазов был основан на химической нейтрализации отравляющих веществ. Но в качестве боевых уже использовали десятки химических соединений, шли работы по созданию новых отравляющих веществ. В состав пропиток вводились окись никеля, серноокислый никель, мыло, поташ, сульфаниловокислый натрий, гидроксид натрия и другие соединения. Средства защиты не успевали за средствами нападения. Первыми это поняли немецкие химики, уже в 1915 г. создавшие «сухой противогаз» с поглотителем-адсорбентом в виде кизельгура (диатомита) с пемзой, пропитанного раствором поташа и покрытого тонким слоем древесного угля [8].

В России развитие новых противогазов шло по двум направлениям. Это разработка универсального химического поглотителя (гранулы натронной извести – проф. А.А. Трусевич) и неспецифического универсального сорбента (зерненный активированный древесный уголь – проф. Н.Д. Зелинский) [5, 7].

Гранулы натронной извести (смесь едкого натра и гашеной извести) в лабораторных условиях хорошо защищали от кислых газов (хлора, фосгена, синильной кислоты, брома). Например, так происходило поглощение хлора:



Сухой противогаз Горного института, разработанный А.А. Трусевичем, несмотря на многочисленные недостатки, поступил в войска в апреле 1916 г. Считается, что продвижению изобретения способствовал родственник царя, принц А.П. Ольденбургский, возглавлявший противогазовое дело в России. Но в июле 1916 г. во время газовой атаки под Сморгонью выяснилась его полная непригодность. Войска понесли огромные потери и к сентябрю 1916 г. этот противогаз изъяли из армии как негодный. Проблема заключалась не в идее использования натронной смеси, а в несовершенстве клапанной системы. Выдыхаемый воздух частично проходил через поглотительную массу, вода и углекислота поглощались известью. Это вызывало значительный тепловой эффект, вспучивание извести и «спекание» поглотительной массы [10].

Еще в июне 1915 г. Н.Д. Зелинский предложил использовать в качестве поглотителя для противогаза уголь, подвергшийся вторичному обжигу, после того, как он уже использовался для очистки спирта (активированный уголь). Несмотря на успешные испытания, отношение к рекомендации угольного противогаза для вооружения армии было скептическим. В это время инженер М.И. Куммант предложил оригинальную резиновую маску, и противогаз стал иметь законченный вид. В феврале 1916 г. Зелинский просит созвать комиссию для опытной оценки его пригодности. По результатам испытаний было решено дать заказ на 200 тыс. угольных противогазов, что было явно недостаточно. Так к августу 1916 г. в армии они составляли не более 20 % от всех средств защиты органов дыхания [7, 11].

Противогаз Зелинского-Кумманта оказался удачнее противогаза Горного института, но также имел некоторые недостатки, связанные с отсутствием клапанной системы. Так при выдохе часть отработанного воздуха оставалась в свободном пространстве шлема и между зернами угля в коробке противогаза. При новом вдохе к чистому воздуху примешивался воздух с углекислотой и делал его непригодным для дыхания. Это вызывало большую затрудненность дыхания, приводившую иногда к сбрасыванию маски [8].

В противогазе И.Д. Авалова, не нашедшем применения в войсках, так как он появился к концу войны, – указанный недостаток стремились устранить тем, что пути вдыхаемого и выдыхаемого воздуха были разделены в коробке противогаза слюдяными клапанами. Но это изменение не дало желательного эффекта [7].

Послевоенный противогаз ТТ-4 (Тверской тип 4, 1926 г.) имел в лицевой части маски патрубков-тройник с клапанами, обеспечивающими разделение путей движения выдыхаемого и вдыхаемого воздуха, чем устранял недостатки прототипов. Для повышения защиты от отравляющих веществ в дымо- или туманообразном состоянии ТТ-4 имел в своей коробке активированный уголь более мелкого дробления, чем в противогазе Зелинского-Кумманта, и ватный противодымный фильтр [10].

Созданный в 1928 г. противогаз ТТ-С, позднее известный как БС-Т5, имел большой объем коробки, но главное, в ней кроме активированного угля и противодымного фильтра, имелся химический поглотитель в виде твердых зерен натронной смеси. ТТ-С объединил в себе два направления развития сухих противогазов в России, его защитные свойства основываются на явлениях адсорбции и хемосорбции. Через несколько лет в фильтрующе-поглощающую коробку противогазов БН-Т5 были введены катализаторы, для разложения токсичных веществ кислородом воздуха. На основе общевойсковых образцов были созданы гражданские противогазы ГП-1 и ГП-2, а также детский противогаз Д-6 [6].

В послевоенные годы потребность в фильтрующих противогазах только возросла. Угроза новой войны с применением оружия массового поражения, развитие химического производства, являлись важным толчком к созданию новых модификаций. По отношению к предшественникам, у них увеличены степень очистки воздуха и время защитного действия, при одновременном снижении сопротивления дыханию. Это общевойсковой противогаз МО-4, гражданские противогазы ГП-4 и ГП-4у, детский противогаз ДП-6. Были созданы промышленные противогазы со специализированными фильтрующе-поглощающими коробками типа А, В, Г, Е, КД, БКФ, М, И, СО, защищающими от определенной группы токсичных соединений (органических веществ, кислых газов, ртути, аммиака, угарного газа и т.д.) [7, 11].

Дальнейшее усовершенствование состава фильтрующе-поглощающей смеси привело к уменьшению коробки противогаза, что позволило с середины 60-х годов создавать малогабаритные противогазы. Это войсковые противогазы ПМГ «Нерехта», ПМГ-2, ПБФ, гражданские противогазы ГП-5, ГП-5М, детские противогазы ДПФ-7, ДПФ-Д, ДПФ-Ш и другие модификации [8].

Разработанный в 1983 г. противогаз ГП-7 стал родоначальником всех современных типов фильтрующих противогазов. При очень незначительном механическом воздействии на голову, его маска МГП надежно герметизирует устройство, а усовершенствованные клапаны вдоха и выдоха – снижают сопротивление фильтрующе-поглощающей коробки при дыхании.

Различные модификации этого противогаза (ГП-7В, ГП-7ВМ, ГП-7БТ, ГП-7ПМ) имеют приспособление для питья воды, увеличенный диапазон рабочих температур от -40 до +50 °С, двухстороннее крепление коробки, повышенную обзорность и другие усовершенствования.

Сегодня семейство противогаза ГП-7 включает гражданские противогазы ГП-9, ГП-10, ГП-15, ГП-21, общевойсковые масочные коробочные противогазы ПМК, ПМК-2, ПМК-3, ПМК-4, детские противогазы ПДФ-Д и ПДФ-Ш, а также промышленные противогазы с коробками марок Р, А, АХ, В, Е, К, NO-P3, Hg-P3, SX, Reactor Hg-P3 и их комбинациями. Все эти модели объединяют:

надежность, эргономичность, пониженное сопротивление дыханию, хороший (иногда панорамный) обзор и высокие защитные свойства.

Таким образом, современный фильтрующий противогаз объединил в себе все магистральные пути развития своих предшественников. Поглощение паров и газов в нем идет за счет процессов адсорбции, хемосорбции и катализа, а дымов и туманов (аэрозолей) – путем фильтрации.

Список литературы:

1. Де-Лазари, А.Н. Химическое оружие на фронтах Мировой войны 1914-1918 гг. Краткий исторический очерк / А.Н. Де-Лазари [Текст]. – М.: Вузовская книга, 2008. – 268 с.

2. Кузнецова Н.В. Организация самостоятельной работы студентов при изучении вопросов безопасности жизнедеятельности // XXIII Международные научные чтения (М.В. Келдыша): сб. статей Междунар. науч.-практ. конф. 2018. С. 66-69.

3. Кузнецова, Н.В. Виртуальные экскурсии как инновационная форма организации внеурочной деятельности обучающихся по ОБЖ / Н.В. Кузнецова //Современные педагогические технологии в организации образовательного пространства региона: сборник материалов Областной научно-практической конференции (24 апреля 2018 г.) / под общей редакцией Е.С. Симбирских. – Мичуринск: Изд-во ООО «БиС», 2018. – С. 139-142.

4. Кузнецова Н.В. Интегративный подход в образовательном процессе // Наука и образование. 2019. № 2. С. 143.

5. Кузнецова Н.В. Самостоятельная работа как важная составляющая образовательного процесса в высшей школе /Н.В. Кузнецова, Ю.А. Федулова// Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2019. № 1. С. 91-99.

6. Положение об организации обеспечения населения средствами индивидуальной защиты. Утверждено Приказом МЧС России от 1 октября 2014

года № 543 (с изменениями на 31 июля 2017 года) [Электронный ресурс] – Режим доступа URL: <http://docs.cntd.ru/document/420227235>

7. Супотницкий, М.В. О приоритете российских ученых в создании современного фильтрующего противогаза / М.В. Супотницкий, С.В. Петров, В.А. Ковтун, Ю.И. Борисов // Российский химический журнал [Текст]. – 2016. – № 2. – С. 95-112.

8. Супотницкий, М.В. От «шлема Гипо» – к защите Зелинского. Как совершенствовались противогазы в годы Первой мировой войны // Офицеры [Текст]. – 2011. – № 1 (51). – С. 50-55.

9. Тимкин, А.В. Основы пожарной безопасности: учебное пособие / А.В. Тимкин [Электронный ресурс]. – М.: Директ-Медиа, 2015. – 267 с. – Режим доступа URL: http://www.directmedia.ru/book_435436_osnovyi_pojarnoy_bezопасnosti/

10. Фигуровский, Н.А. Очерк развития русского противогаза во время империалистической войны 1914-1918 гг. / Н.А. Фигуровский [Текст]. – М.: Изд-во АН СССР, 1942. – 90 с.

11. Федулова Ю.А. Развитие познавательной активности студентов в условиях компетентностного подхода / Ю.А. Федулова, Е.Е. Попова, Е.В. Корепанова // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2019. № 4 (74). С. 164-169.

12. Федулова Ю.А. Модель методической системы опережающего обучения естественнонаучным дисциплинам в ведущем вузе / Ю.А. Федулова, Е.С. Симбирских, А.В. Козачек // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2019. № 4 (74). С. 118-125.

**PHYSICAL AND CHEMICAL BASES OF PROTECTIVE PROPERTIES OF
FILTER GAS MASKS: FROM THE FIRST SAMPLES TO MODERN
MODIFICATIONS**

Timkin Alexey Viktorovich

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Department of Life Safety and Biomedical Disciplines,
Michurinsk State Agrarian University,
Michurinsk, Russia

Timkina Ekaterina Alexeyevna

a student, training field 11.03.04 “Electronics and nanoelectronics”,
The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications,
Saint-Petersburg, Russia

Annotation. The article considers various approaches to creating filtering means of individual protection of the respiratory system, the physical and chemical basis of their protective properties from the first samples to modern gas masks.

Key words: filtration, adsorption, chemisorption, catalysis, gas mask.