

## ИННОВАЦИОННЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ПАРОВ РТУТИ

Вишнякова Ю.А.

*г. Саратов, Профессионально-педагогический колледж имени Гагарина Ю.А.*

*Научный руководитель: Мельников И.Н., г. Саратов, к.х.н.,  
Профессионально-педагогический колледж имени Гагарина Ю.А.;*

*Научный руководитель: Попова Э.А., г. Саратов,  
Профессионально-педагогический колледж имени Гагарина Ю.А.*

Данная статья является реферативным изложением основной работы. Полный текст научной работы, приложения, иллюстрации и иные дополнительные материалы доступны на сайте II Международного конкурса научно-исследовательских и творческих работ учащихся «Старт в науке» по ссылке: <https://www.school-science.ru/2017/19/26496>.

Внедрение в производственно-хозяйственную деятельность защитных масок от отравления сотрудника в настоящий момент является актуальной.

Проект направлен на решение проблем защиты человека от отравления парами при помощи разработанной нами защитной маски и 3D насадки для респиратора РПГ-67.

Объектом исследования является безопасность жизнедеятельности людей.

Предметом научного исследования является фильтрующие средства защиты органов дыхания, используемые при работе в помещениях, содержащей пары ртути.

Новизна поставленной задачи заключается в реализации новых уникальных технических решений, пригодных для достижения целей экологической защиты человека и безопасности предприятий, что позволит экологическую безопасность человека поставить на качественно новый технологический и научный уровень, существенно оптимизировать промышленно-хозяйственную деятельность ряда предприятий страны.

Ожидаемые результаты. Внедрение на предприятиях защитных индивидуальных средств и устройств, предотвращающих отравление парами ртути, разработка методических рекомендаций по защите органов дыхания работников и сотрудников предприятий от содержащихся в воздухе рабочих зон различных примесей, в частности, паров ртути.

Результатом реализации проекта является создание системы экологической безопасности человека, осуществляющего трудовую деятельность на предприятиях – основных источниках эмиссии ртути.

### Характеристика проблемы, на которую направлен проект

В настоящее время на территории Российской Федерации накоплено около 2 млрд. тонн токсичных отходов. Особую опасность загрязнения окружающей среды представляют отходы гальванических производств, а также отходы, содержащие ртуть и хлорорганику.

По данным Доклада «Оценка поступлений ртути в окружающую среду с территории Российской Федерации», подготовленном для Совета стран Арктики по проблемам предотвращения загрязнения Арктики в 2009 г., на территории России хранится 1,1 млн т. ртутьсодержащих отходов. 58% всей массы отходов характеризуется содержанием ртути в 10-30 мг/кг, около 12% – содержат ртуть от 100 до 5000 мг/кг, и 30% содержат ртуть более 5000 мг/кг. Количество ртути в грунтах и отвалах промышленных предприятий оценивается в 3000 т, в отвалах, хвостах обогащения, шламонакопителях золотодобывающей промышленности накоплено до 6000 т. ртути. По опубликованным данным, ежегодно из мест хранения отходов промышленных предприятий поступает в почвогрунты до 50 т., а в воздух – до 3,5 т. ртути.

В последнее десятилетие потребление ртути на территории России снизилось до 40-60 т/год в связи с остановкой или реконструкцией предприятий по производству хлора и каустика, прекращения производства ртутных элементов питания, применения импортных заготовок при производстве термометров и люминесцентных ламп.

Проблема ртутного загрязнения территорий наиболее остро стоит на остановленных предприятиях по производству хлора и каустика (Архангельский, Котласский ЦБК, Усольехимпром, Дзержинское АО «Капролактам»), на территории которых хранится около 3000 т. ртути в составе отходов.

Обострилась и проблема распространения ртутного загрязнения, связанная с ос-

лаблением контроля за местами хранения ртутьсодержащих отходов.

Остро стоит проблема ртутного загрязнения на территориях остановленных предприятий по производству витаминов, термометров.

Приоритетным направлением программы является развитие научных основ и разработка единых научно-методических подходов в области обеспечения химической и биологической безопасности, а также технологий и средств защиты от воздействия опасных химических и биологических факторов.

В рамках названного приоритетного направления предусмотрено, в частности, создание конкурентоспособных средств и систем индивидуальной и коллективной защиты, химической и биологической разведки на основе сорбционных, защитных и композиционных материалов нового поколения, и продуктов повышенной химической и биологической активности и избирательности в отношении опасных химических веществ и биологических агентов, и внедрение их в производство.

#### **Разработка инновационных средств защиты человека от паров ртути**

В настоящее время в промышленности защиту человека от отравления парами ртути осуществляют с помощью противогазов и других средств, неудобных для использования в течение продолжительного времени, заметно снижающих производительность труда, и достаточно дорогостоящих.

В рамках мероприятий Национального плана по разработке и реализации комплекса неотложных мероприятий, направленных на охрану здоровья населения и окружающей природной среды от неблагоприятного воздействия ртути и ее соединений, направленных на предупреждение и снижение вероятности случайного и преднамеренного загрязнения окружающей среды ртутью и ее соединениями, в колледже был предложен проект «Защитная маска от отравления парами ртути».

Защитная маска предлагается для внедрения на ртутьсодержащее производство, относится к области устройств и может найти применение для защиты органов дыхания работника от содержащихся в воздухе различных примесей, в частности, паров ртути.

Известные лицевые маски имеют, как правило, ограниченный срок годности. К недостаткам известных масок и повязок следует отнести и ограничения их использования во влажной среде, образующейся под воздействием дыхания пользователя

или вследствие дождливой погоды, т.к. бактерии и вирусы хорошо сохраняются в условиях повышенной влажности. Но самый большой недостаток изученных аналогов, это невозможность использовать описанные маски и повязки для защиты человека от отравления парами ртути.

Предлагаемое решение обеспечивает:

1) повышение безопасности органов дыхания человека;

2) обеспечение универсальности защитных масок и повязок;

3) увеличение длительности защитного действия устройства;

4) расширение возможности использования устройства в условиях повышенной влажности.

Данная маска рекомендуется для использования людьми, работающими в цехах по переработке ртутно-кварцевых и ртутных ламп, на ртутьсодержащем производстве, при этом они удобны и просты в применении. Известно, что ртуть и ее пары обладают способностью растворять в себе многие металлы, образуя с ними частью жидкие, частью твердые сплавы называемыми амальгамами. При этом получают химические соединения ртути с металлами. Особенно легко образуется амальгама золота, вследствие чего золотые изделия не должны соприкасаться с ртутью, также ртуть и пары ртути взаимодействуют с медью.

На этом основании была изготовлена медная сетка с ячейками 1,0-2,0 мкм, которая легко изгибается (толщина сетки 0,1 мм) и представляет собой эластичную сетку, пригодную для изготовления защитной маски от отравления парами ртути. Медную сетку можно легко извлечь из слоев эластичной вставки наносника маски, затем обработать 20%-ным раствором  $\text{FeCl}_3$  или 10%-ным раствором  $\text{KMnO}_4$  (подкисленным соляной кислотой).

Очистка воздуха основана на том, что пары ртути, находящиеся в воздухе адсорбируются на поверхности медной сетки, таким образом, подвергаются связыванию, т.е. химическому взаимодействию, протекающему между ртутью и медью.

В результате химического взаимодействия паров ртути с чистой медью образуются амальгамы, которые через определенный промежуток времени (500 часов) растворяются в растворе  $\text{FeCl}_3$  или раствором  $\text{KMnO}_4$ , подкисленным соляной кислотой. Медь после очистки растворами от амальгам может вновь использоваться для защиты от отравления парами ртути, т.е. способна активно взаимодействовать с парами ртути. При этом активность меди проявляется как в сухой, так и в увлажненной атмосфере.

Сущность данного технического решения состоит в том, что в защитной маске содержатся три встроенные гибкие вставки, верхняя наносник служит для лучшего прилегания маски с учетом индивидуальных особенностей носа пользователя, вторая центральная для оптимальной фиксации формы самой маски, расположена по середине маски горизонтально, а третья вставка состоит из медной сетки с ячейками 1,0-2,0 нм, которая вставляется между двумя встроенными вставками.

Что предотвращает поражение органов человека от вредоносного воздействия паров ртути. Данную маску можно использовать и для защиты верхних дыхательных путей человека от различных вирусов и бактерий. Заявляемое техническое решение рекомендуется для использования людям, работающим в цехах по переработке ртутно-кварцевых и ртутных ламп. Техническими результатами данного предложения являются: – расширение арсенала защитных средств, защитных масок и повязок; – обеспечение защиты человека от отравления парами ртути при исполнении своих служебных обязанностей. Технические результаты достигаются за счет использования защитной маски от отравления парами ртути, содержащей нетканый фильтрующий материал прямоугольной формы, приспособления для крепления маски к голове, наносник в виде эластичной двухслойной вставки, вшитой с двух сторон в края длинной стороны нетканого фильтрующего материала прямоугольной формы, а также между слоями эластичной вставки наносника медную сетку толщиной 0,1 мм с ячейками 1,0-2,0 нм, вставляемую между слоями вдоль осевой линии, идущей по центру длинной стороны прямоугольника, при этом защитная основа маски может быть выполнена из хлопчатобумажной ткани.

Для защиты органов дыхания сотрудников МЧС от паров ртути при решении боевой задачи по ликвидации пожаров нами предлагается к использованию респиратор с видоизмененным сорбционным патроном. Следует отметить, что это более надежное средство защиты органов дыхания от паров ртути и других вредных веществ, т.к. в нем используется лицевой обтюратор, который плотно прилегает к коже и делает маску респиратора герметичной, тем самым, не позволяя парам ртути проникать в дыхательные пути. При надевании респиратора узел вдоха и выдоха обеспечивают поступление

кислорода и выход смеси газов соответственно из маски респиратора. Для расширения возможностей респиратора РПГ 67 нами была изготовлена 3 D насадка.

Насадка изготавливалась на 3D принтере Ultimaker<sup>2</sup> из полилактида – биоразлагаемого полимера. Насадка надежно крепится на сорбционном патроне за счет крепежного механизма.

Внутри пластмассовой насадки помещаются две сетки, одна из которых намагниченная стальная сетка с размером ячеек 1,0–2,0 мкм, покрытая магнитным порошком феррита с размером частиц от 1-500 нм, а вторая медная сетка с ячейками 1,0-2,0 мкм.

Когда концентрация паров ртути в воздухе настолько высока, что магнитное поле пропускает некоторое количество ртути, то медная сетка адсорбирует ртуть, химически взаимодействуя с парами ртути, связывая их.

Медную сетку можно легко извлечь из насадки фильтрующего устройства, затем обработать 20%-ным раствором FeCl<sub>3</sub> или 10%-ным раствором KMnO<sub>4</sub>, подкисленным соляной кислотой.

Апробацию маски проводили в учебном типе, где использовались штатные патроны к ПМ Макарова, капсулы которых содержат соединения ртути в виде гремуче – ртутного состава. Для оценки эффективности разработанных средств защиты, проводились с помощью рентгенофлуоресцентного анализа на базе Волгоградской Академии МВД РФ.

Из результатов, представленных в таблице, следует, что защитная маска с медной сеткой и респиратор с 3 D насадкой выполняют свою функцию по адсорбции ртути и тем самым практически полностью защищают пользователя данных защитных средств от отравления.

### Заключение

Результаты проводимого научного исследования позволяют реализовать решение следующих практических задач:

- создать систему экологической безопасности человека, осуществляющего трудовую деятельность на предприятиях, связанных с ртутьсодержащими компонентами;
- осуществить защиту органов дыхания работников и сотрудников предприятий от содержащихся в воздухе рабочих зон различных примесей, в частности, паров ртути.

Авторы выражают благодарность сотрудникам Волгоградской Академии МВД РФ за оказание технической помощи при подготовке данной работы.