

УДК 623.459.59

Тенденции в развитии простейших средств контроля отравляющих веществ на объектах по хранению и уничтожению химического оружия

© 2014. А. Н. Комиссаров, с.н.с., И. В. Коваленко, к.т.н., с.н.с.,
А. С. Лякин, нач. отдела, Р. Р. Балкаров, м.н.с.,
Научно-исследовательский центр Федерального управления
по безопасному хранению и уничтожению химического оружия,
e-mail: fubhuho@mail.ru

Описано устройство приборов и средств обнаружения отравляющих веществ в воздухе. Основными средствами обнаружения отравляющих веществ на объектах хранения и уничтожения химического оружия являются войсковой прибор химической разведки (ВПХР) и полуавтоматический прибор химической разведки (ППХР). Обнаружение отравляющих веществ данными средствами осуществляется с применением различных индикаторных трубок. Основной задачей в разработке современных приборов, аналогичных ВПХР, является совершенствование способов отбора проб воздуха автоматическими методами. Для этой цели предлагается применять принцип фиксированного отбора пробы воздуха через индикаторную трубку. Данный подход был реализован ЗАО НПФ «СЕРВЕК» при разработке различных марок аспираторов с использованием набора индикаторных трубок. Наряду с описанием аспираторов материал статьи включает описание принципов их действия и расчёты по определению концентрации загрязняющих веществ в воздухе.

Construction of instruments of detecting toxic substances in the air is described. The principal means of detecting toxic substances at chemical weapons storage and destruction plants are a field device of chemical detection (VPHR) and a semi-automatic chemical detection device (PPHR). Detection of toxic substances by the above mentioned means is carried out using a variety of test tubes. The main objective in developing modern devices similar to VPHR is improving automatic air sampling methods. For this purpose it is offered to use the principle of a fixed air sampling through the indicator tube. This approach has been implemented in CJSC NPF "SERVEK" at developing various brands of aspirators using a set of test tubes. Along with the description of aspirators the article describes the principles of their actions and calculations aiming to determine the concentration of pollutants in the air.

Ключевые слова: войсковой прибор химической разведки, аспиратор, индикаторная трубка.

Keywords: field device of chemical detection, aspirator, indicator tube.

К числу простейших и массовых средств обнаружения отравляющих веществ в воздухе относятся войсковой прибор химической разведки (ВПХР) и полуавтоматический прибор химической разведки (ППХР) [1–3]. Обнаружение отравляющих веществ осуществляется с применением различных индикаторных трубок.

Войсковой прибор химической разведки ВПХР (рис. 1) предназначен для определения в воздухе, на местности, вооружении и военной технике зарина, зомана, иприта, фосгена, дифосгена, синильной кислоты, хлорциана, люизита, адамсита, хлорацетофенона, а также паров отравляющих веществ Vx и VZ (хинуклидиловый эфир бензиловой кислоты) в воздухе.

Принцип работы прибора ВПХР заключается в следующем: при просасывании ручным поршневым насосом заражённого

воздуха через общевоинские индикаторные трубки в них происходит изменение окраски наполнителя под действием отравляющих веществ. По изменению окраски наполнителя и её интенсивности или времени перехода окраски судят о наличии отравляющего вещества и его примерной концентрации.

Назначение полуавтоматического прибора химической разведки ППХР такое же, как и прибора ВПХР. Прибором ППХР оснащаются машины для обнаружения отравляющих веществ в воздухе.

Принцип работы его аналогичен принципу работы ВПХР, отличие состоит в том, что анализируемый воздух в ППХР просасывается через индикаторные трубки с помощью ротационного насоса с электрическим приводом. Электропитание прибора осуществляется от бортовой сети машины напряжением 12 В.



Рис. 1. Общий вид войскового прибора химической разведки.

Основным средством обнаружения отравляющих веществ на объектах по хранению и уничтожению химического оружия является прибор ВПХР. При помощи ВПХР решаются следующие основные задачи:

- периодический контроль наличия отравляющих веществ в местах хранения химических боеприпасов;
- постоянный контроль отравляющих веществ при осуществлении работ по подготовке к отправке химических боеприпасов с объекта по хранению на объект по уничтожению химического оружия;
- постоянный контроль отравляющих веществ в контейнерах с боеприпасами, поступивших с объекта по хранению на объект по уничтожению химического оружия.

Высокая интенсивность проведения работ, связанных с контролем отравляющих веществ при осуществлении работ по подготовке к отправке химических боеприпасов с объекта по хранению на объект по уничтожению химического оружия, выявила необходимость разработки более совершенного средства пробоотбора, исключающего основные недостатки при использовании насоса прибора ВПХР, заключающиеся в необходимости выполнения 120 качаний насосом для определения необходимой безопасной концентрации отравляющего вещества.

Таким образом, основной задачей в разработке прибора, аналогичного ВПХР, является совершенствование способов отбора проб воздуха на основе его автоматизации.



Рис. 2. Общий вид аспиратора АМ-0059.

Анализ развития простейших средств определения загрязняющих веществ в воздухе показал, что задачу пробоотбора можно решить с использованием принципа фиксированного отбора пробы воздуха через индикаторную трубку.

Данный подход был реализован ЗАО НПФ «СЕРВЭЖ» при разработке аспиратора АМ-0059 (рис. 2), который используется с набором индикаторных трубок для определения различных загрязняющих и вредных веществ.

Аспиратор АМ-0059 – механический поршневого типа со счётчиком циклов, он предназначен для прокачивания воздуха через индикаторные трубки и представляет собой небольшой ручной насос, осуществляющий отбор пробы воздуха фиксированного объёма: 100 см³.

Данный прибор явился прообразом при разработке аспиратора АПХ-03.

Аспиратор полуавтоматический химический АПХ-03 (рис. 3, 4) предназначен для отбора пробы исследуемого воздуха с использованием индикаторных трубок для обнаружения отравляющих веществ и оценке степени опасности загрязнения воздуха этими веществами.

Первые два образца АПХ-03 были подвергнуты опытной эксплуатации на объекте по хранению и уничтожению химического оружия в пос. Мирный Кировской области.

Задачами опытной эксплуатации являлись:



Рис. 3. Аспиратор АПХ-03.

- проверка и подтверждение соответствия технических характеристик аспираторов АПХ-03;
- оценка эксплуатационных характеристик аспираторов АПХ-03;
- рекомендации о возможности использования аспираторов АПХ-03 с индикаторными трубками на объектах по хранению и уничтожению химического оружия для контроля отравляющих веществ в воздухе.



Рис. 4. Доработанное устройство для вскрытия ампул аспиратора АПХ-03.

По результатам опытной эксплуатации аспиратор АПХ-03 был доработан и внедрён на объектах по уничтожению химического оружия.

Первые партии аспираторов АПХ-03 были поставлены на объекты по хранению и уничтожению химического оружия «Почеп» Брянской области и «Кизнер» Удмуртской Республики.

Аспиратор АПХ-05П (рис. 5, 6) был разработан в инициативном порядке в 2012 г. ЗАО НПФ «СЕРВЭК».

Аспиратор полуавтоматический, химический, персональный АПХ-05П разработан на основе опыта разработки аспиратора АПХ-03 и предназначен для прокачивания воздуха с расходом 1,0 л/мин. через индикаторные трубки ИТ-51 или ИТ-52 с целью обнаружения в воздухе фосфорорганических отравляющих



Рис. 5. Общий вид аспиратора АПХ-05П с защитным кожухом для ИТ.



Рис. 6. Общий вид аспиратора АПХ-05П.

веществ (ФОВ) (зарин, зоман, отравляющее вещество типа Vx). Аспиратор АПХ-05П может использоваться как индивидуальный дозиметр в экспозиционном режиме при определении содержания ФОВ в воздухе.

Одной из особенностей аспиратора АПХ-05П является возможность его использования в качестве химического дозиметра, т. к. индикаторная трубка ИТ-51 (или ИТ-52) при длительном прокачивании через неё воздуха со скоростью $1,0 \pm 0,1$ л/мин., работает как экспозиционная трубка во времени, заданном оператором: 1 час, 2 часа и т. д., рабочая смена. При этом ИТ поглощает содержащиеся в воздухе пары ФОВ в течение заданного времени. Используя объёмный расход 1 л/мин. и зная длительность отбора проб воздуха, определяют объём воздуха, прошедшего через ИТ, и устанавливают условное содержание ФОВ в воздухе ниже порога чувствительности ИТ.

Порядок работы аспиратора АПХ-05П в случае его использования как химического дозиметра следующий. Проводится предварительная оценка степени опасности загрязнения воздуха ФОВ. С этой целью необходимо прокачать через ИТ воздух в объёме 4,0 л (произвести отбор воздуха в течение 4,0 мин. со скоростью 1 дм³/мин.). Далее все действия

с ИТ проводить в соответствии с эталонами окраски, указанной на этикетке кассеты.

Если изменение окраски наполнителя соответствует 1-му эталону (опасно) или 2-му (малоопасно), дальнейшие работы с использованием аспиратора в качестве индивидуального дозиметра не проводятся.

Однако, если изменение окраски наполнителя соответствует 3-му эталону (не обнаружено), то определение в воздухе содержания ФОВ возможно в экспозиционном режиме ИТ. Для отбора пробы необходимо включить аспиратор, нажав на кнопку и одновременно зафиксировав время. После работы аспиратора в течение 1 часа необходимо его отключить, вынуть ИТ и провести все действия в соответствии с эталонами окраски, указанной на этикетке кассеты. Если изменение окраски ИТ соответствует 2-му эталону, то условную концентрацию ФОВ можно посчитать по формуле:

$$C = m/V,$$

где:

$m=20 \cdot 10^{-8}$ мг – количество вещества, поглощённого ИТ в соответствии с инструкцией,
 V – объём воздуха, прошедшего через ИТ за 60 мин. со скоростью 1 дм³/мин., ($V=60$ л).

Таким образом, основным направлением совершенствования и развития средств контроля отравляющих веществ является автоматизация процесса отбора пробы воздуха с фиксированным объёмом.

Литература

1. Калинина Н.И. К вопросу о стандартах безопасности при уничтожении химического оружия // Токсикологический вестник. 1994. № 3. С. 6–9.
2. Чеботарев О.В., Дружинин А.А., Пашинин В.А., Сеницын А.Н. Экспресс-анализ на объектах по хранению и уничтожению химического оружия с использованием табельных технических средств химической разведки и химического контроля // Российский химический журнал. 1994. Т. 38. № 2. С. 69–73.
3. Ашихмина Т.Я. Комплексный экологический мониторинг объектов хранения и уничтожения химического оружия. Киров: Вятка, 2002. 544 с.