

**К ВОПРОСУ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПРИ
ВЫПОЛНЕНИИ КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЛИКВИДАЦИИ
ПОСЛЕДСТВИЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБЪЕКТОВ ПО УНИЧТОЖЕНИЮ
ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ**

Капашин В.П., Исаев И.Н, Мандыч В.Г.

*Федеральное бюджетное учреждение «Федеральное управление по безопасному хранению и
уничтожению химического оружия при Министерстве промышленности и торговли
Российской Федерации»*

Резюме. В процессе уничтожения химического оружия (ХО) на объектах по хранению и объектах по уничтожению химического оружия обращались высокотоксичные отравляющие вещества и продукты их деструкции. В этой связи отдельные здания, сооружения, оборудование и строительные материалы данных объектов загрязнены за счет содержания остаточных количеств отравляющих веществ. В целях обеспечения безопасности работающего персонала, соблюдения гигиенических нормативов при выполнении мероприятий ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и уничтожению химического оружия, во время демонтажа оборудования, зданий и сооружений появилась необходимость разработки методик измерений массовых концентраций отравляющих веществ (ОВ) в воздухе, содержащем материалы дезинтеграции строительных конструкций. В проведенном исследовании обоснована необходимость разработки новых методик измерений контролируемых веществ в воздухе рабочей зоны с учетом элементов дезинтеграции. Проведен анализ существующих методик измерений. Экспериментально наработана статистика и проведена ее обработка. Вычислены нормативы контроля точности. Разработаны методики измерений.

Ключевые слова: химическое оружие, отравляющие вещества, уничтожение химического оружия, объекты по уничтожению, объекты по хранению, методики определения.

**ON THE ISSUE OF SANITARY AND HYGIENIC CONTROL IN THE
IMPLEMENTATION OF A SET OF MEASURES TO ELIMINATE THE
CONSEQUENCES OF THE ACTIVITIES OF FACILITIES FOR THE DESTRUCTION OF
CHEMICAL WEAPONS**

Kapashin V.P., Isaev I.N., Manduch V.G.

*Federal budget institution «Federal Office for the Safe Storage and Destruction of Chemical
Weapons under the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation»*

Abstract. Introduction. In the process of destruction of chemical substances at storage facilities and facilities for the destruction of chemical weapons, highly toxic toxic substances and their destruction products were handled. In this regard, buildings, buildings, equipment and construction materials, pollution of objects due to the content of residual amounts of toxic inclusions are distinguished. In order to ensure the safety of working personnel, identify hygienic standards when taking measures to eliminate the consequences of the activities of facilities for the storage and destruction of chemical weapons, during the dismantling of equipment, in buildings and in the future, it is planned to develop methods for measuring the mass concentrations of toxic substances (TS) in the sea containing disintegration materials of building structures. The study substantiates the prospect of developing new methods for measuring radioactive contamination in the area of flora and fauna, taking into account the elements of disintegration. The analysis of regular measurements is carried out. Statistics have been experimentally developed and processed. The amount control standards are calculated. Measurement techniques have been developed.

Key words: chemical weapons, toxic substances, destruction of chemical weapons, destruction facilities, storage facilities, methods of determination.

Введение

В соответствии с поручением Президента Российской Федерации от 13 октября 2017 г. № ПР-2066 после завершения работ по уничтожению химического оружия имущественные комплексы объектов по хранению и объектов по уничтожению химического оружия предусматривается использовать в интересах обеспечения обороны и безопасности государства и других государственных нужд, а в случае отсутствия такой потребности – вовлекать в хозяйственный оборот на основе инвестиционных проектов.

В процессе уничтожения химического оружия на объектах по хранению и объектах по уничтожению химического оружия обращались высокотоксичные отравляющие вещества и продукты их деструкции. В этой связи отдельные здания, сооружения, оборудование и строительные материалы данных объектов загрязнены за счет содержания остаточных количеств отравляющих веществ. Это делает их источниками потенциальной химической опасности [1, 2]. Поэтому дальнейшее использование имущественных комплексов объектов невозможно без проведения комплекса специальных мероприятий по ликвидации последствий их деятельности и наличия соответствующего заключения о безопасности всех зданий и сооружений [3, 4].

Производственные помещения объектов по хранению и объектов по уничтожению химического оружия подразделяются на следующие группы опасности [2]:

I группа – «грязные» помещения и технологические кабины, где ведутся технологические процессы и операции, связанные с извлечением и уничтожением ОВ и их растворов (производственные помещения по расснаряжению и детоксикации боеприпасов и уничтожению ОВ, разукупорке бочек и эвакуации ОВ, приему реакционной массы от детоксикации ОВ и жидких отходов, дозреванию реакционной массы, очистке технологических абгазов и транспортного вакуума, дегазации сточных вод и отработанных водных растворов и т.п.);

II группа – «условно грязные» помещения, смежные с помещениями I группы опасности, где отсутствуют технологические процессы и операции вскрытия боеприпасов, уничтожения ОВ и их растворов, но в которых возможно наличие ОВ за счет их выноса из помещений I группы опасности или аварий (склады боеприпасов с ОВ, помещения хранения и подготовки боеприпасов к расснаряжению, помещения приема реакционной массы после дозревания и отработанных водных растворов после дегазации, помещения термической обработки пустых корпусов боеприпасов, сжигания жидких и твердых отходов, лаборатории технологического анализа и санитарно-химического контроля безопасности производства и т.п.);

III группа – «чистые» помещения, в которых исключается возможность присутствия

ОВ.

Все здания и сооружения I и II групп опасности (включая находящееся в них технологическое оборудование) после завершения уничтожения химического оружия необходимо привести в безопасное состояние. Для этого потребуется выполнить ряд следующих скоординированных и взаимосвязанных по времени и ресурсам мероприятий [2, 3]:

- определить объемы и технологические подходы к ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и объектов по уничтожению химического оружия, рекультивации загрязненных территорий объектов;
- разработать проектную и рабочую документацию на проведение работ по ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и объектов по уничтожению химического оружия;
- обеспечить проведение государственной экспертизы проектных материалов на проведение работ по ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и объектов по уничтожению химического оружия, включая санитарно-гигиеническую, экологическую экспертизы и экспертизу промышленной безопасности;
- создать производственные мощности, необходимые для обеспечения работ по ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и объектов по уничтожению химического оружия, включая установки термического обезвреживания металлических, строительных и жидких отходов, загрязненного грунта, а также специализированные полигоны для размещения различных видов не утилизируемых отходов;
- провести обезвреживание загрязненных зданий, сооружений и технологического оборудования, рекультивацию загрязненных территорий объектов по хранению и объектов по уничтожению химического оружия с соблюдением норм промышленной, экологической и санитарно-эпидемиологической безопасности в ходе выполнения работ;
- разместить различные виды не утилизируемых отходов на специализированных полигонах.

На этапе вывода объектов по уничтожению химического оружия из эксплуатации, при демонтаже (фрагментации) оборудования, зданий и сооружений вероятно образование в воздухе аэрозолей из продуктов дезинтеграции, образующихся при дроблении материалов строительных конструкций. Важнейшим компонентом аэрозоля является строительная пыль, представляющая собой совокупность твердых частиц, находящихся во взвешенном состоянии в воздухе рабочей зоны, которая может оказывать неблагоприятное воздействие на организм работающих в случаях отсутствия средств индивидуальной защиты у персонала.

Источником опасности является не столько пыль сама по себе, сколько вредные химические вещества, которые могут быть сорбированы на поверхности и внутри частиц этой пыли [5].

В целях обеспечения безопасности работающего персонала, соблюдения гигиенических нормативов при выполнении мероприятий ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и уничтожению химического оружия, во время демонтажа оборудования, зданий и сооружений появилась необходимость разработки методик измерений массовых концентраций ОВ в воздухе, содержащем материалы дезинтеграции строительных конструкций.

Разработка новых методик измерений, позволяющих определять в воздухе рабочей зоны ОВ с учетом элементов дезинтеграции в воздушной среде при проведении комплекса мероприятий по ликвидации последствий деятельности объектов по уничтожению химического оружия, являлась целью работы.

В настоящее время определение массовой концентрации основных фосфорорганических отравляющих веществ (ФОВ) в воздухе рабочей зоны определяют по аттестованным методикам, представленным в таблице 1.

В основу данных методик положен газохроматографический метод с пламенно-фотометрическим детектированием (ПФД).

Сущность методик заключается в концентрировании контролируемых соединений из воздуха на сорбционной трубке, термодесорбционного ввода пробы в газовый хроматограф, разделения анализируемых компонентов в хроматографической капиллярной колонке и детектирования с использованием ПФД по каналу фосфора (λ -525 нм).

Однако результаты, получаемые по данным методикам, включают в себя только содержание ОВ в воздухе и не учитывают содержание ОВ, адсорбированных на частицах пыли.

При разработке новых методик измерений, которые позволяют учесть вклад содержания ОВ, адсорбированных на частицах пыли, необходимо решение следующих задач:

- выбор способа удержания частиц пыли;
- выбор способа экстракции с частиц пыли ОВ.

Таблица 1.

Методики определения массовой концентрации основных ФОВ
в воздухе рабочей зоны

Вещество, подлежащее определению	Рег. номер методики измерений	Наименование методики измерения	Диапазон измерений	Пределы относите льной погрешно сти измерени й (P=0,95)	Гигиеническ ий норматив
Зарин	031-01-011-05	Методика выполнения измерений массовой концентрации зарина в воздухе рабочей зоны газохроматографическим методом с применением пламенно-фотометрического детектора	от $1,0 \cdot 10^{-5}$ до $2,0 \cdot 10^{-4}$ мг/м ³	$\pm 19 \%$	$2,0 \cdot 10^{-5}$ мг/м ³
Зоман	031-01-017-06	Методика выполнения измерений массовой концентрации зомана в воздухе рабочей зоны газохроматографическим методом с применением пламенно-фотометрического детектора	от $5,0 \cdot 10^{-6}$ до $1,0 \cdot 10^{-4}$ мг/м ³	$\pm 20 \%$	$1,0 \cdot 10^{-5}$ мг/м ³

Для удержания зараженных частиц пыли были выбраны аэрозольные фильтры, закрепленные в тефлоновой насадке, которые являются стандартными расходными материалами и не требуют никакой доработки. Схема сборки тефлоновой насадки VGP-100 и ее присоединения к сорбционной трубке представлена на рисунках 1 и 2.

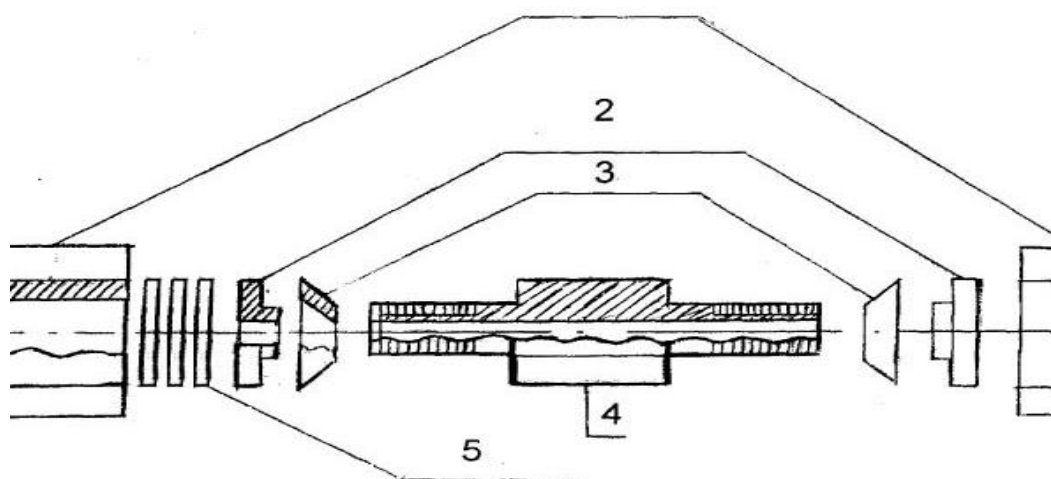


Рисунок 1. Схема сборки тефлоновой насадки VGP-100 (1 – тефлоновые гайки; 2 – уплотнительные кольца; 3 – уплотнители; 4 – тефлоновый переходник; 5 – аэрозольный фильтр 3/8" (3 шт.))

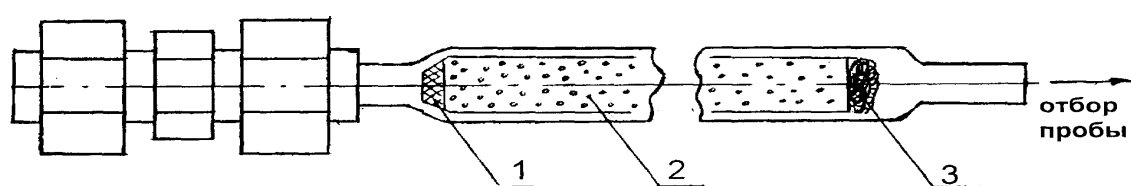


Рисунок 2. Схема присоединения тефлоновой насадки VGP-100 к сорбционной трубке (1 – стеклянный фильтр; 2 – сорбент; 3 – стекловата)

Экстракцию вещества с дисперсных частиц аэрозолей, содержащихся в воздухе рабочей зоны после дезинтеграции материалов строительных конструкций зданий и сооружений, проводили непосредственно на фильтре, нанося на него после завершения отбора пробы воздуха с частицами аэрозоля растворитель или смесь растворителей для извлечения. Смесь растворителей и порядок экстракции были определены экспериментальным путем и подобрано их оптимальное соотношение.

Таким образом, были разработаны две методики измерения массовой концентрации отравляющих веществ в воздухе рабочей зоны, содержащем материалы дезинтеграции элементов строительных конструкций (для зомана и зарина).

Измерения массовой концентрации зомана или зарина в воздухе рабочей зоны, содержащем материалы дезинтеграции элементов строительных конструкций, выполняют газохроматографическим методом путем:

- концентрирования зомана или зарина из воздуха на сорбционную трубку с использованием тефлоновой насадки VGP-100 с аэрозольными фильтрами 3/8";
- экстракции зомана или зарина с аэрозольного фильтра смесью гексана и хлористого метилена в соотношении 30 : 70 в потоке воздуха;
- термодесорбционного ввода пробы в хроматограф;
- разделения анализируемого состава пробы в хроматографической капиллярной колонке и детектирования разделенных компонентов с использованием пламенно-фотометрического детектора по каналу фосфора (λ -525 нм).

Содержание зомана или зарина в воздухе рабочей зоны, содержащем материалы дезинтеграции элементов строительных конструкций, определяется по методу абсолютной градуировки.

Время анализа одной пробы составляет $(45,0 \pm 2,0)$ мин.

Таблица 2

Нормативы контроля точности методики измерений массовых концентраций зомана в воздухе рабочей зоны, содержащем материалы дезинтеграции элементов строительных конструкций, газохроматографическим методом с применением пламенно-фотометрического детектора

($P=0,95$)

Диапазон измерений, мг/м ³	Предел повторяемости для двух результатов параллельных определений, r, %	Предел воспроизводимости для двух результатов анализа, R, %	Показатель точности (границы относительной погрешности методики), K (δ), %
от $5,0 \cdot 10^{-6}$ до $5,0 \cdot 10^{-5}$	14	25	18

Таблица 3.

Нормативы контроля точности методики измерений массовых концентраций зарина в воздухе рабочей зоны, содержащем материалы дезинтеграции элементов строительных конструкций, газохроматографическим методом с применением пламенно-фотометрического детектора

(P=0,95)

Диапазон измерений, мг/м ³	Предел повторяемости для двух результатов параллельных определений, r, %	Предел воспроизводимости для двух результатов анализа, R, %	Показатель точности (границы относительной погрешности методики), K (δ), %
от $5,0 \cdot 10^{-6}$ до $5,0 \cdot 10^{-5}$	14	28	22

Межлабораторные сличительные испытания проводились в соответствии с требованиями [6].

В ходе валидации методик и проведения межлабораторных сличительных испытаний были получены статистические данные, при обработке которых были вычислены нормативы контроля точности, представленные в таблицах 2 и 3.

Выводы

Разработанные методики позволяют производить измерения массовых концентраций ОВ в воздухе рабочей зоны, содержащем материалы дезинтеграции строительных конструкций, в целях осуществления производственного контроля за соблюдением санитарно-гигиенических норм и правил.

Федеральным управлением по безопасному хранению и уничтожению химического оружия создана и стабильно функционирует система промышленного экологического мониторинга, позволившая своевременно реагировать и принимать необходимые меры для недопущения гибели и отравлений персонала, занятого на работах по ликвидации последствий деятельности объектов по уничтожению химического оружия.

Список литературы

1. Капашин В.П. *Обеспечение безопасного процесса уничтожения химического оружия*. М.: Федеральное управление по безопасному хранению и уничтожению химического оружия; 2017.
2. СП 2.2.1.1312-03 «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий», утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 30. 04. 2003 г. № 88 (зарегистрированы в Минюсте России 19. 05. 2003 г. № 4567).
3. *Методические рекомендации* рег. № 45-12 Осуществление федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора при выводе из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и объектов по уничтожению химического оружия. Утверждены заместителем руководителя Федерального медико-биологического агентства В.В. Романовым 21. 09. 2012 г.
4. *Методические рекомендации* рег. № 46-12 Организация санитарно-химического контроля за состоянием производственной и окружающей среды при выводе из эксплуатации объектов по хранению и объектов по уничтожению химического оружия. Утверждены заместителем руководителя Федерального медико-биологического агентства В.В. Романовым 21. 09. 2012 г.
5. Радилов А.С., Могиленкова Л.А., Цибульская Е.А. и др. Санитарно-эпидемиологическое обеспечение химической безопасности производственной и окружающей среды. *Руководство*. / Под ред. Киселева М.Ф., Рембовского В.Р., Романова В.В. – М.: ООО «Комментарий», 2012.
6. *Государственный стандарт РФ ГОСТ Р ИСО 5725-(1-6)-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений»*.