

Высокопроизводительные способы специальной обработки объектов вооружения, военной и специальной техники

В.В. Кузнецов, П.Е. Беляков, С.А. Шаров, В.С. Никонов

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«33 Центральный научно-исследовательский испытательный институт»
Министерства обороны Российской Федерации,
412918, Российская Федерация, г. Вольск-18, ул. Краснознаменная, д. 1

Поступила 16.06.2020 г. Исправленный вариант 22.03.2022 г. Исправленный вариант 06.09.2022 г.
Принята к публикации 27.09.2022 г.

Существующие средства специальной обработки объектов вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) в современных условиях имеют ряд недостатков и нуждаются в совершенствовании. Так, водные растворы дегазирующих и дезинфицирующих веществ и органические рецептуры специальной обработки применяются с относительно высокой нормой расхода до 4,5 и 0,6 л/м² соответственно, при этом продолжительность обработки 1 м² может составлять 1 мин, что связано как с физико-химическими свойствами применяемых растворов и рецептур, так и с особенностями способов их применения. Кроме того, технические средства специальной обработки не предназначены для обработки внутренних объемов ВВСТ, а проведение подготовительных мероприятий требует наличия комплекса средств. *Цель работы* – определение возможных путей повышения эффективности средств специальной обработки объектов ВВСТ. В ходе проведенного анализа зарубежных и отечественных открытых источников установлено, что снижение нормы расхода и повышение темпа специальной обработки может быть достигнуто в результате применения пенообразователей, придающих водным растворам химически-активных веществ пролонгирующее действие. Повышение автоматизации и производительности специальной обработки ВВСТ до 30–40 ед./ч может быть достигнуто в результате разработки поточного способа обработки. Данный способ заключается в нанесении дегазирующих рецептур на обрабатываемую поверхность в виде аэрозольно-капельного потока при помощи центробежных форсунок, расположенных на подвижной конструкции полуарочного типа. При этом повышение производительности в первую очередь достигается в результате увеличения одновременно обрабатываемой площади объекта. Снижение времени на предварительную подготовку объектов и повышение полноты мероприятий по специальной обработке ВВСТ может быть достигнуто в результате разработки многостадийного способа дегазации, дезинфекции и дезактивации. Способ заключается в последовательном применении водных высоконапорных струй и пенообразующих или сольвентных рецептур с заданным временем экспозиции обработки. В ряде случаев наряду с обработкой наружных поверхностей возникает необходимость проведения дегазации и дезинфекции внутренних обитаемых отсеков ВВСТ. Одним из возможных направлений решения данной задачи является качественное расширение возможностей технических средств специальной обработки в результате разработки способа применения ультрамалых объемов рецептур специальной обработки в виде высокодисперсного аэрозоля. Распыление растворов химически-активных веществ целесообразно проводить гидравлическим или пневмогидравлическим способом, при этом сохраняются основные показатели качества рецептур.

Ключевые слова: дегазация; рецептура; специальная обработка; технические средства специальной обработки; токсичный химикат.

Библиографическое описание: Кузнецов В.В., Беляков П.Е., Шаров С.А., Никонов В.С. Высокопроизводительные способы специальной обработки объектов вооружения, военной и специальной техники // Вестник РХБ защиты. 2022. Т. 6. № 3. С. 271–281. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-3-271-281>



А



Б

**Рисунок 1 – Специальная обработка военной техники с использованием прибора АПСО.
А – обработка методом орошения; Б – обработка методом протирания орошаемой щеткой.
Авторство изображения принадлежит ФГБУ «33 ЦНИИИ» Минобороны России**

В результате применения противником оружия массового поражения, а также при техногенных авариях на химически, радиационно или биологически опасных объектах образцы вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) могут заражаться токсичными химикатами (ТХ), биологическими агентами или загрязняться радиоактивными веществами (РВ) [1–3]. При этом объекты ВВСТ представляют опасность для личного состава при контакте открытых участков кожных покровов с зараженными поверхностями, а также через незащищенные органы дыхания в результате испарения ТХ, что обуславливает необходимость применения средств индивидуальной защиты.

Нахождение в средствах индивидуальной защиты кожи и органов дыхания оказывает изнуряющее действие на личный состав и является одной из причин снижения боеспособности подразделений войск в целом. Одно из основных мероприятий, проводимых для обеспечения возможности действий личным составом без средств индивидуальной защиты, а также снижения потерь и сохранения боеспособности является специальная обработка (СО) ВВСТ [4, 5].

Цель работы – определение возможных путей повышения эффективности средств специальной обработки объектов ВВСТ.

Для ее достижения анализировались открытые зарубежные и отечественные источники по рассматриваемой проблеме.

Современные технические средства, методы и способы СО ВВСТ. К основным организационно-техническим мероприятиям по СО относятся: дегазация – действия, направленные на обезвреживание ТХ; дезактивация

– действия, направленные на удаление РВ; а также дезинфекция – действия, направленные на уничтожение биологических средств (БС) [5–7]. Частичная и полная СО дегазирующими, дезинфицирующими и дезактивирующими веществами и рецептурами, стоящими на снабжении Вооруженных Сил Российской Федерации, проводится в основном двумя методами: протиранием орошаемой щеткой и орошением (рисунок 1).

Данные методы СО реализованы в авто-разливочных станциях АРС-14 У, АРС-14 КМ и комплекте ДКВ-1У войск радиационной, химической и биологической (РХБ) защиты, а также в приборах и комплектах, находящихся в подразделениях войск, например, в танковом дегазационном приборе ТДП комплекте ДК-4 или приборе АПСО¹.

Методы орошения и протирания орошаемой щеткой на сегодняшний день морально устарели, так как являются малоэффективными, трудоемкими и продолжительными по времени обработки. Кроме того, основными недостатками данных методов обработки являются относительно большая норма расхода применяемых рецептур (1,5–4,5 л/м² для водных рецептур, до 0,6 л/м² для рецептур на органической основе), невозможность обработки сложных по конфигурации поверхностей и необходимость проведения предварительных операций, связанных с очисткой обрабатываемой поверхности от загрязнений.

В связи с этим проведение исследований в области новых высокопроизводительных способов дегазации, дезинфекции и дезактивации (ДДД) представляют собой актуальную задачу.

¹ Автораэрозивная станция АРС-14КМ. Руководство по эксплуатации. 1996.

Танковый дегазационный комплект (Комплект ТДП). Паспорт. 1983.

Прибор Автономный бортовой. Руководство по эксплуатации. ГУП «ГНПП «Сплав». 2001.



Рисунок 2 – Внешний вид мобильного комплекса DDMAS. Изображение взято с сайта: URL: <https://www.cristanini.it/eng/products/cbrn-decontamination/decontamination-of-vehicles-materials-terrains-platforms-and-aircrafts/systems/ddmas-decontamination-detoxification-mobile-autonomous-system> (дата обращения: 12.09.2022)



Рисунок 3 – Дегазационная система DECOCONTAIN 3000 GDS. Изображение взято с сайта: URL: <https://www.karcher-futuretech.com/en/products/mobile-cbrn-decontamination/mobile-decontamination-systems/decontamination-containers/decocontain-3000-13040200.html> (дата обращения: 12.09.2022)

Основные способы повышения эффективности мероприятий СО ВВСТ. На сегодняшний день, на основании результатов исследований, проводимых в нашей стране [8–10] а также учитывая зарубежные работы [11–17], можно определить, что повышение эффективности мероприятий по СО ВВСТ может быть достигнуто в результате автоматизации проводимых мероприятий по дегазации, дезинфекции и дезактивации, применению современных технических решений и технологий, позволяющих быстро достигать требуемую полноту обработки с минимальными затратами ручного труда и используемых рецептур.

Исследования в области повышения эффективности СО ВВСТ, проводимые как в нашей стране, так и за рубежом, показывают схожие результаты, на основании которых можно выделить следующие перспективные направления дальнейшего развития средств и способов СО:

- применение веществ и рецептур в виде высокодисперсного аэрозоля;
- разработка специальных веществ и рецептур, обладающих пролонгированным действием и повышенным временем удержания на обрабатываемой поверхности;
- применение высоконапорных струй;
- автоматизация и роботизирование процесса СО.

Первые шаги в вышеуказанных направлениях уже сделаны за рубежом. Так, на зару-

бежном рынке средств СО объектов ВВСТ итальянской фирмой Cristanini CBRN & Emergency представлен комплекс специальной обработки DDMAS или его облегченные версии средний прицеп RI/CBRN Trailer, а также одноосный легкий прицеп Light Decon Trailer LTD².

Мобильный комплекс специальной обработки DDMAS предназначен для полной специальной обработки ВВСТ, самолетов, зданий, сооружений, снаряжения, обмундирования, а также гигиенической помывки личного состава. Внешний вид комплекса представлен на рисунке 2.

Комплекс специальной обработки DDMAS имеет в своем составе дегазационные установки высокого и низкого давления Sanijet с дегазационными приборами Sanijet Gun, палатку с душевыми насадками, приборы PSDS/10 MIL и PRNDS/12 MIL, генератор горячего воздуха, а также комплект для СО оптикоэлектронного оборудования Decontamination kit SX-34 [18].

Наряду с итальянскими специалистами, в странах НАТО наиболее передовые разработки средств специальной обработки ведет немецкая фирма Alfred Karcher GmbH & Co. Последние разработки в области специальной обработки объектов ВВСТ, авиационной техники, зданий и сооружений реализованы в дегазационной системе последнего поколения DECOCONTAIN 3000 GDS³. Система размещена в стандартном ISO контейнере и может располагаться на различных автомобиль-

² Guide for the Selection of Chemical, Biological, Radiological, and Nuclear Decontamination Equipment for Emergency First Responders/ Preparedness Directorate Office of Grants and Training. Guide 103–06. March 2007.

³ Mobile CBRN decontamination/ Futuretech Karcher Group. Guide. 2019.

ных-базовых шасси (АБШ). Внешний вид системы DECOCONTAIN 3000 GDS изображен на рисунке 3.

Система DECOCONTAIN 3000 GDS немецкой фирмы Karcher Futuretech GmbH разработана для применения в подразделениях батальонного звена и выше и является базовым элементом станции специальной обработки. Компактная, высокопроизводительная система нового поколения может выполнять широкий спектр задач по специальной обработке.

Отечественные производители также не стоят на месте, исследования ведутся по всем перспективным направлениям. Можно выделить несколько основных возможных направлений развития средств СО ВВСТ, которые мы рассмотрим далее.

Поточный способ специальной обработки объектов ВВСТ. Разработка поточного способа дегазации, основанного на орошении поверхностей аэрозольно-капельным потоком полидегазирующей рецептуры РД-2 является одним из возможных путей повышения производительности технических средств специальной обработки (ТССО) с одновременным снижением норм расхода дегазирующей рецептуры и автоматизацией процесса обработки объектов ВВСТ⁴.

Рецептура РД-2 может наноситься на поверхность объекта при помощи центробежных форсунок с заданными характери-

ками аэрозольно-капельного потока, гарантирующими достижение требуемой полноты дегазации. При этом относительно равномерное орошение поверхности может быть обеспечено в результате перекрытия факелов распыленной рецептуры на четверть диаметра [19]. Схематическое изображение расположения центробежных форсунок представлено на рисунке 4.

Обработка всей поверхности объекта ВВСТ достигается в результате равномерного перемещения форсунок вдоль корпуса.

Наиболее приемлемым техническим решением для реализации поточного способа дегазации является применение полуарочной конструкции с изменяемой геометрией. Конструкция полуарочного типа имеет большую степень свободы при обработке типовых объектов ВВСТ в сравнении с замкнутой арочной конструкцией.

Необходимо учесть, что большая часть объектов ВВСТ обрабатывается силами самих расчетов с использованием бортовых ТССО, специальными подразделениями войск РХБ защиты, как правило, обрабатывается крупногабаритная техника и ВВСТ, неоснащенные средствами для проведения СО. В таких условиях поточную технологию дегазации с применением конструкции полуарочного типа с изменяемой геометрией можно считать наиболее оптимальной для проведения СО.

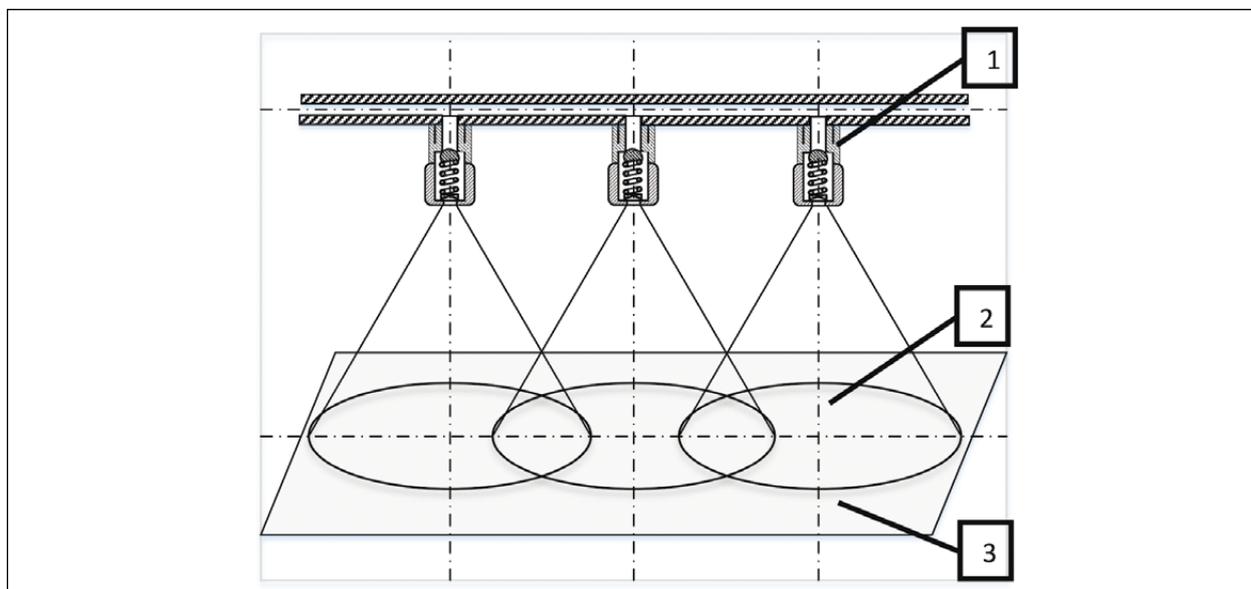


Рисунок 4 – Схематическое изображение расположения центробежных форсунок для применения поточного способа обработки ВВСТ: 1 – элемент полуарочной конструкции с центробежными форсунками; 2 – площадь пятна распыляемой рецептуры РД-2; 3 – поверхность обрабатываемого объекта. Авторство изображения принадлежит ФГБУ «33 ЦНИИИ» Минобороны России

⁴ Казимиров О.В., Силин Н.А. Разработка высокопроизводительной поточной технологии дегазации и дезинфекции типовых объектов ВВТ Сухопутных войск // В кн.: Актуальные вопросы теории и практики РХБ защиты. Реферат. сб. Вольск-18. 2011.



Рисунок 5 – Обработка объекта ВВСТ высоконапорной водяной струей. Авторство изображения принадлежит ФГБУ «33 ЦНИИИ» Минобороны России

Внедрение в войска поточной технологии дегазации, основанной на орошении рецептурой РД-2 зараженных ТХ поверхностей, позволит повысить производительность ТССО ВВСТ до 30–40 ед./ч и исключить необходимость привлечения личного состава обрабатываемых подразделений, а также обеспечить автоматизацию процесса обработки.

Многостадийный способ обработки объектов ВВСТ. На эффективность мероприятий по ДДД, кроме контролируемых параметров режима обработки, также влияют неконтролируемые факторы: уровень начального заражения ТХ, БС или загрязнения РВ, вид применяемого для окраски объекта ВВСТ лакокрасочного покрытия (ЛКП) и наличие на поверхности загрязнений.

Наличие на объекте замасленных, пылевых, грязевых образований влияет на количество диффундируемого к поверхности ЛКП ТХ и закрепленной радиоактивной пыли, а также смачиваемость рецептурой обрабатываемой поверхности.

Данное обстоятельство обуславливает необходимость предварительной подготовки поверхностей к проведению мероприятий по СО. В соответствии с руководящими документами очищение поверхностей от загрязнений проводится экипажем ВВСТ подручными средствами, и заключается в удалении видимых крупных загрязнений.

Для повышения эффективности ДДД и снижения степени привлечения экипажа на предварительную подготовку загрязненных поверхностей предлагается применять многостадийный способ обработки, заключающийся в последовательном воздействии на объект высоконапорными водяными струями с разным давлением и теплосодержанием, а также ре-

цептурами и растворами СО. Предлагаемый способ должен быть реализован в едином техническом средстве, позволяющем применять как высоконапорные водяные струи, так и растворы, и рецептуры СО.

Применение многостадийной технологии с использованием водных высоконапорных струй позволит:

- интенсифицировать процесс предварительной подготовки к мероприятиям по СО, заключающийся в удалении загрязнений с обрабатываемой поверхности;
- снизить начальную зараженность поверхности ТХ, БС или загрязненность РВ перед нанесением рецептуры;
- повысить полноту дегазации в результате удаления продуктов химического взаимодействия.

Многостадийный способ обработки ВВСТ, состоит из следующих стадий:

- предварительная помывка объекта высоконапорной струей;
- обработка поверхности рецептурой, содержащей химически-активный компонент;
- экспозиция нанесенной рецептуры в зоне контакта с ТХ;
- последующая обработка водой или перегретым паром.

При обработке объекта ВВСТ высоконапорной водяной струей интенсифицировать процесс удаления загрязнений, невпитавшегося ТХ, БС, а также РВ, находящихся на поверхности ЛКП объекта ВВСТ, можно повышением силы гидродинамического давления струи (сила удара), либо повышением силы скоростного (размывающего) воздействия потока жидкости, растекающегося по поверхности [20, 21] (рисунок 5).

После обработки объекта ВВСТ высоконапорной водяной струей на второй стадии проводится нанесение химически-активной рецептуры. Наиболее эффективной является рецептура РД-2, обладающая полидегазирующими свойствами к основным известным ТХ. Данная рецептура может применяться при отрицательных температурах до минус 60 °С, однако она не обладает дезинфицирующими свойствами, кроме того, необходимость снабжения подразделений войск емкостями с рецептурой РД-2 создает дополнительную нагрузку на службу материально-технического обеспечения.

В связи с этим, в многостадийном способе обработки целесообразно применять сольвентную рецептуру РД-2 только в зимний период года, а в теплые летний, осенний или весенний периоды года применять водные растворы хлорсодержащих дегазирующих и дезинфицирующих веществ пролонгирующего действия.



Рисунок 6 – Основные способы распыливания жидкости. Авторство изображения принадлежит ФГБУ «33 ЦНИИИ» Минобороны России

Разработка полифункциональных рецептур СО пролонгирующего действия. Стоящие в настоящее время на снабжении войск водные растворы гипохлоритов кальция имеют высокие нормы расхода, а способ их применения, основанный на протирании зараженных поверхностей орошаемой щеткой, имеет низкие характеристики производительности и является трудоемким.

В целях повышения эффективности СО объектов ВВСТ водными рецептурами проводились работы по исследованию новых дегазирующих и дезинфицирующих веществ [22, 23] и приданию им пролонгированного действия за счет введения пенообразователей [24–26], позволяющих рецептуре оставаться на поверхности объекта продолжительное время.

В результате проведения данных исследований разработана и принята на снабжение войск в 2014 г. новая полидегазирующая и полифункциональная пенная (пленочная) водная рецептура ПОР-СО⁵.

Для нанесения рецептуры ПОР-СО на обрабатываемую поверхность применяется пенная насадка [27].

Данный способ повышает производительность по сравнению с методом протирания орошаемой щеткой, более чем в пять раз при одновременном снижении нормы расхода до 0,5 л/м². Стоимость обработки одного объекта ВВСТ с применением органических рецептур существенно выше, чем при применении водных. В связи с этим в отечественных разработках предлагается применять две рецептуры:

водорастворимую пенную рецептуру ПОР-СО и органическую рецептуру РД-2. Выбор рецептуры и технологии ее применения будут зависеть от начальных условий зараженности объекта и температурных показателей окружающей среды.

Обработка внутренних объемов и поверхностей объектов ВВСТ. Наряду с обработкой наружных поверхностей в ряде случаев возникает необходимость проведения дегазации обитаемых отсеков и кабин. Так, в результате разгерметизации внутренние поверхности объекта ВВСТ могут быть заражены стойкими ТХ на длительный период, при этом в результате десорбции создаются опасные в ингаляционном отношении концентрации паров физиологически-активных веществ.

Однако на снабжении войск отсутствуют технические средства, позволяющие проводить СО внутренних поверхностей объектов ВВСТ. В случае их заражения дегазация проводится протиранием ветошью, смоченной дегазирующими растворами и рецептурами. Данный способ продолжителен по времени, требует значительных затрат ручного труда, также затруднена обработка углубленных и труднодоступных поверхностей, что снижает эффективность проводимых мероприятий. Указанные недостатки актуализируют исследования по разработке способов СО внутренних поверхностей объектов ВВСТ.

Для решения данной задачи предлагается применять аэрозольный способ СО ультрамалыми объемами дегазирующих и дезинфи-

⁵ Бондаренко В.Б., Казимиров О.В. Дегазация объектов вооружения и военной техники химически активными пенообразующими рецептурами // В кн.: Актуальные вопросы теории и практики РХБ защиты. Реферат. сб. Вольск-18. 2012.

цирующих рецептур [28], реализованный во вновь разрабатываемых приборах СО⁶.

Применение дегазирующих и дезинфицирующих рецептур в виде аэрозоля обеспечивает выполнение основных технологических процессов, влияющих на полноту и эффективность дегазации и дезинфекции: увеличение продолжительности воздействия рецептуры на зараженную поверхность и увеличение площади контакта рецептуры с обрабатываемой поверхностью.

Существует два основных механизма образования аэрозолей: дробление крупных тел (диспергация) и объединение отдельных молекул (конденсация) [29].

Конденсационное образование частиц может происходить за счет присоединения молекул к уже существующей пылинке или иону [30, 31], в этом случае его принято называть гетерогенным. Существует также и гомогенная конденсация. При ее протекании частица зарождается из пара путем объединения одинаковых молекул.

В основе механизма аэрозолеобразования жидкости лежит метод подвода энергии, расходуемой непосредственно на распыливание. Согласно классификации [32, 33], выделяют одиннадцать основных способов распыливания жидкости, которые представлены на рисунке 6.

В результате анализа существующих способов распыла жидкостей установлено, что для целей дегазации и дезинфекции внутренних поверхностей ВВСТ целесообразно применять гидравлический и комбинированный пневмогидравлический способы получения аэрозолей, так как рецептуры СО при данных способах дробления не снижают свои показатели качества. Данные способы аэрозолеобразования жидкостей могут проводиться с использованием двухфазных форсунок, в связи с чем имеют ряд преимуществ перед другими методами распыливания:

- возможность получения аэрозолей различной дисперсности при изменении соотношения жидкости и воздуха;
- низкое давление жидкости и воздуха для получения мелкой капли воды;
- широкий диапазон регулирования расхода рецептуры;
- наличие сменных насадок – при износе или наладке достаточно заменить только их, чтобы оптимизировать расход;
- большое проходное сечение для создания тумана или более мелкой капли;

- возможность управления распылением жидкости через запорный канал форсунки;

- возможность работы в режиме эжекции – когда подаваемый воздух подсасывает жидкость и распыляет ее. При этом отсутствует необходимость использования насоса для нагнетания жидкости.

Внедрение аэрозольного способа дегазации и дезинфекции объектов ВВСТ обеспечит обработку труднодоступных поверхностей, позволит снизить норму расхода рецептур СО в 10–100 раз, уменьшить затраты ручного труда, а также сократить время обработки внутренних поверхностей ВВСТ до 10 мин.

Заключение

Разрабатываемые способы дегазации, дезинфекции и дезактивации должны быть направлены на достижение полноты СО, минимизацию расходов рецептур, снижение трудоемкости, увеличение производительности и расширение возможностей ТССО по назначению.

Для повышения производительности существующих авторазливочных станций и разрабатываемых машин СО необходимо исследовать поточный способ дегазации ВВСТ. Наиболее эффективным решением для реализации данного способа является конструкция полуарочного типа.

Повышение полноты дегазации и дезинфекции, а также дезактивации объектов ВВСТ может быть достигнуто в результате разработки многостадийного способа СО с последовательным применением высоконапорных водных струй, и рецептур на водной и органической основе.

К проведению СО необходимо практиковать комбинированный подход. Он заключается в применении поточного способа дегазации, по многостадийной технологии. С обработки поверхности рецептурой, содержащей химически-активный компонент проводить поточным способом с применением конструкции полуарочного типа с изменяемой геометрией. При этом в теплое время года целесообразно использовать полидегазирующие пенные рецептуры на водной основе.

Для СО внутренних поверхностей объектов ВВСТ могут применяться бортовые приборы и комплекты, принцип работы которых основан на гидравлическом и комбинированном пневмогидравлическом способе дробления жидкости при помощи двухфазных форсунок и применении технологии ультрамалых объемов дегазирующих рецептур.

⁶ Игнатъева Е.В., Казимиров О.В., Карпов В.П. Способ дегазации и дезинфекции внутренних поверхностей объектов ВВТ с применением высокодисперсного аэрозоля // В кн.: Актуальные вопросы теории и практики РХБ защиты. Реферат. сб. Вольск-18. 2013.

Вклад авторов / Authors Contribution

Все авторы внесли свой вклад в концепцию рукописи, участвовали в обсуждении и написании этой рукописи, одобрили окончательную версию. Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи / All authors contributed to the conception of the manuscript, the discussion, and writing of this manuscript, approved the final version. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Информация о конфликте интересов

Авторы заявляют, что исследования проводились при отсутствии любых коммерческих или финансовых отношений, которые могли бы быть истолкованы как потенциальный конфликт интересов.

Сведения о рецензировании

Статья прошла открытое рецензирование двумя рецензентами, специалистами в данной области. Рецензии находятся в редакции журнала и в РИНЦе.

Финансирование. Федеральное государственное бюджетное учреждение «33 Центральный научно-исследовательский испытательный институт» Министерства обороны Российской Федерации.

Список источников / References

1. Мальцев С.А., Вебер Е.В., Иноземцев В.А. и др. О ходе выполнения первоочередных мероприятий по устранению накопленного вреда окружающей среде от деятельности химических предприятий на территории г. Усолье-Сибирское Иркутской области // Вестник войск РХБ защиты. 2021. Т. 5, № 2. С. 136–148. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-5-2-136-148>
- Maltsev S.A., Weber E.V., Inozemtsev V.A. et al. On the implementation of priority measures to eliminate accumulated environmental damage from the activities of chemical enterprises in the territory of Usolye-Sibirskoye, Irkutsk region // Journal of NBC Protection Corps. 2021. V. 5, № 2. P. 136–148. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-5-2-136-148> (in Russian).
2. Супотницкий М.В. Химическое оружие в ирано-иракской войне 1980–1988 годов. 5. Накопленный опыт лечения поражений сернистым ипритом // Вестник войск РХБ защиты. 2021. Т. 5, № 2. С. 123–135. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2021-5-2-123-135>
- Supotnitskiy M.V. Chemical weapon in the Iran-Iraq war (1980–1988) 5. Accumulated experience in the treatment of lesions caused by sulfur mustard // Journal of NBC Protection Corps. 2017. V. 1, № 2. P. 123–135. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2017-1-2-123-135> (in Russian).
3. Ковтун В.А., Голипад А.Н., Мельников А.В. и др. Химический терроризм как силовой инструмент проведения внешней политики США и стран запада // Вестник войск РХБ защиты. 2017. Т. 1, № 2. С. 3–13. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2017-1-2-3-13>
- Kovtun V.A., Golipad A.N., Melnikov A.V. et al. Chemical Terrorism as coercive instrument of foreign policy of the US and the West // Journal of NBC Protection Corps. 2017. V. 1, № 2. P. 3–13. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2017-1-2-3-13> (in Russian).
4. Болтыков О.В., Сазонов И.А., Смирнов А.О. Подготовка специалистов РХБ разведки к выполнению специальных задач // Вестник войск РХБ защиты. 2021. Т. 5, № 1. С. 65–70. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2021-5-1-65-70>
- Boltykov O.V., Sazonov I.A., Smirnov A.O. Training of NBC reconnaissance specialists for special tasks performance // Journal of NBC Protection Corps. 2021. V. 5, № 1. P. 65–70. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2021-5-1-65-70> (in Russian).
5. Капашин В.П., Мандыч В.Г., Кармишин А.Ю. и др. Оптимизация технологии выполнения ликвидационных мероприятий на объектах по уничтожению химического оружия // Вестник войск РХБ защиты. 2020. Т. 4, № 4. С. 404–420. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-4-404-420>
- Kapashin V.P., Mandych V.G., Karmishin A. et al. Optimization of technology for performing liquidation measures at chemical weapons destruction facilities // Journal of NBC Protection Corps. 2020. V. 4, № 4. P. 404–420. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-4-404-420> (in Russian).
6. Воропаев Н.П., Киселев С.В. Направления совершенствования специальной обработки в системе МЧС России // Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. 2014. № 4. С. 1–5.
- Voropaev N.P., Kiselev S.V. Directions for improving special processing in the EMERCOM system of Russia // Bulletin of the St. Petersburg University of the Ministry of Emergency Situations of Russia. 2014. № 4. P. 1–5 (in Russian).
7. Михайлов В.Г., Шабельников М.П., Терновой А.В., Стяжин К.К. Первый опыт групп специальной обработки в условиях распространения COVID-19 в Москве и Московской области // Вестник войск РХБ защиты. 2020. Т. 4, № 3. С. 384–391. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-3-384-391>
- Mikhaylov V.G., Shabelnikov M.P., Ternovoy A.V., Styazhkin K.K. The first experience of decontamination operational groups in infection prevention and control for COVID-19 in Moscow and Moscow region // Journal of NBC Protection Corps. 2020. V. 4, № 3. P. 384–391. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2020-4-3-384-391> (in Russian).

8. Карпов В.П., Казиморов О.В., Капканец К.С. Научно-технический анализ основных направлений исследований при создании новых образцов технических средств и рецептур специальной обработки // Вестник войск РХБ защиты. 2017. Т. 1, № 1. С. 42–52. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2017-1-1-42-52>
- Karpov V.P., Kazimorov O.V., Kapkanets K.S. Scientific and technical analysis of the main directions of research in the creation of new samples of technical means and formulations of special processing // Journal of NBC Protection Corps. 2017.V. 1, № 1. P. 42–52. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2017-1-1-42-52> (in Russian).
9. Труханов А.В., Анисимов С.Д., Васильев В.А. Техническое средство специальной обработки беспилотных летательных аппаратов // Доклады академии военных наук (Поволжское отделение). 2020. № 3. С. 66–70.
- Trukhanov A.V., Anisimov S.D., Vasiliev V.A. Technical means of special processing of unmanned aerial vehicles // Reports of Military Sciences (Volga branch). 2020. № 3. P. 66–70 (in Russian).
10. Ключин А.В., Шанешкин В.А., Манько В.Л. и др. Робототехнические средства для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций // Доклады академии военных наук (Поволжское отделение). 2019. № 2. С. 37–42.
- Klyuzhin A.V., Shaneshkin V.A., Manko V.L. et al. Robotic means for emergency response // Reports of Military Sciences (Volga Branch). 2019. № 2. P. 37–42 (in Russian).
11. Кондрашов С.Н., Фролов Д.В., Лопатина Н.Б. Современное состояние и тенденции развития средств защиты от оружия массового поражения стран НАТО // Вестник академии военных наук. 2015. № 4. С. 95–99.
- Kondrashov S.N., Frolov D.V., Lopatina N.B. The current state and development trends of means of protection against weapons of mass destruction of NATO countries // Bulletin of the Academy of Military Sciences. 2015. № 4. P. 95–99 (in Russian).
12. Vinod K., Rajeev G., Raman C. et al. Chemical, biological, radiological, and nuclear decontamination: Recent trends and future perspective // J. Pharm. Bioallied. Sci. 2010. V. 2, № 3. P. 220–238. <https://doi.org/10.4103/0975-7406.68505>
13. Richardt A., Dlum M.M. Decontamination of Warfare Agents. Wiley-VCH, 2019.
14. Moldenhauer J. Disinfection and Decontamination. CRC Press, 2018.
15. Laukton Y. Rimpel; Daniel E. et al. Dashiell and Mary Frances Tracy Chemical defense equipment // In: Medical aspects of Chemical Warfare. 2008. P. 559–592.
16. Pulpea D., Bunea M., Rotariu T. et al. Review of Materials and Technologies Used for Chemical and Radiological Decontamination // Journal of Military Technology. 2019. V. 2, № 1. P. 43–52.
17. Ceremuga M., Pirszel J., Stela M., Czerwiński P. Decontamination of chemical agents // In: CBRN. Security Manager Handbook / Ed. Bijak M. WUŁ, Łódź, 2018. <https://doi.org/10.18778/8142-184-3.18>
18. Palestini L., Binotti G., Sassolini A. et al. SX 34 and the decontamination effects on chemical warfare agents (CWA) // Wseas Transactions on Environment and Development. 2015. P. 201–206.
19. Пажи Д.Т., Галустов В.С. Основы техники распыливания жидкостей. М.: Химия, 1984.
- Pages D.T., Galustov V.S. Fundamentals of liquid spraying techniques. Moscow: Chemistry, 1984 (in Russian).
20. Гусева Т.С. Ударное воздействие струи жидкости на смоченную стенку // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. физ.-матем. науки. 2021. Т. 163, № 2. С. 117–127. <https://doi.org/10.26907/2541-7746.2021.2.117-127>
- Guseva T.S. Impact of a liquid jet on a wetted wall // Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Fiziko-Matematicheskie Nauki. 2021. V. 163, № 2. P. 117–127. <https://doi.org/10.26907/2541-7746.2021.2.117-127> (in Russian).
21. Гусева Т.С., Аганина А.А. Удар струи по тонкому слою жидкости на стенке // Вестник Башкирского университета. 2016. Т. 21, № 2. С. 245–251. <https://doi.org/10.26907/2541-7746.2021.2.117-127>
- Guseva T.S., Aganina A.A. The impact of a jet on a thin layer of liquid on the wall // Bulletin of the Bashkir University. 2016. V. 21, № 2. P. 245–251. <https://doi.org/10.26907/2541-7746.2021.2.117-127> (in Russian).
22. Патент RU 2 599 004 C1 Эмульсионная рецептура для обеззараживания поверхностей; заявка 2015113000/15. 2015.04.08.
- Patent RU 2 599 004 C1 Emulsion formulation for surface disinfection application; 2015113000/15. 2015.04.08 (in Russian).
23. Патент RU 2 690 356 C1 Бифункциональная рецептура для дегазации и дезинфекции вооружения и военной техники; заявка 2018126077. 2018.07.13.
- Patent RU 2 690 356 C1 Bifunctional recipe for degassing and disinfection of weapons and military equipment, application 2018126077; 2018.07.13 (in Russian).
24. Патент RU 2 548 961 C2 Состав водной пенообразующей рецептуры для дегазации токсичных химикатов; заявка 2011148547/05. 2011.11.29.
- Patent RU 2 548 961 C2 Composition of aqueous foaming formulation for degassing toxic chemicals; application 2011148547/05. 2011.11.29 (in Russian).
25. Патент RU 2013 140 095 A Раствор для дегазации и дезинфекции поверхностей наземной техники и летательных аппаратов; заявка 2013140095/05. 2013.08.29.
- Patent RU 2013 140 095 A Solution for degassing and disinfection of surfaces of ground vehicles and aircraft; application 2013140095/05. 2013.08.29 (in Russian).
26. Решетников В.М., Аржанухин И.О. Поиск оптимального соотношения между компонентами для получения пенной дегазирующей рецептуры // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2015. № 3. С. 59–63.
- Reshetnikov V.M., Arzhanukhin I.O. Search for an optimal ratio between components for obtaining a foam degassing formulation // Scientific and educational problems of civil protection. 2015. № 3. P. 59–63 (in Russian).

27. Патент RU 120019 U1 Техническое решение для получения дегазирующих пен при помощи паро-жидкостной установки специальной обработки; заявка 2011148514/05. 2011.11.29.

Patent RU 120019 U1 Technical solution for obtaining degassing foams using a vapor-liquid special treatment unit; application 2011148514/05. 2011.11.29 (in Russian).

28. Патент RU 2 491 111 C2 Состав рецептуры для дегазации летучих токсичных фосфорорганических веществ на поверхностях и в воздухе внутри помещений; заявка 2011148544/04. 2011.11.29.

Patent RU 2 491 111 C2 Composition of the formulation for degassing volatile toxic organophosphorus substances on surfaces and in indoor air; application 2011148544/04. 2011.11.29 (in Russian).

29. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. М.: Химия, 1988.

Frolov Yu.G. Colloidal chemistry course. Surface phenomena and dispersed systems. // Textbook for universities. Moscow: Chemistry, 1988 (in Russian).

30. Башура Г.С. Большие заслуги маленького аэрозоля. М.: Мир, 2002. 268 с.

Bashura G.S. Great services of a small aerosol.

Moscow: Mir, 2002. 268 p. (in Russian).

31. Райст П. Аэрозоли. Введение в теорию. М.: Мир, 1987.

Raist P. Aerosols. Introduction to the theory. Moscow: Mir, 1987 (in Russian).

32. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для ВУЗов. Ч. 1. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты. М.: Химия, 2002.

Dytnersky Yu.I. Processes and devices of chemical technology: Textbook for universities. Part 1. Theoretical foundations of chemical technology processes. Hydromechanical and thermal processes and devices. Moscow: Chemistry, 2002 (in Russian).

33. Васильев А.Ю. Сравнение характеристик различных типов форсунок, работающих с использованием воздушного потока // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. 2007. № 2. С. 54–61.

Vasiliev A.Yu. Comparison of the characteristics of different types of nozzles using air flow // Bulletin of the Samara State Aerospace University. 2007. № 2. P. 54–61 (in Russian).

Об авторах

Федеральное государственное бюджетное учреждение «33 Центральный научно-исследовательский испытательный институт» Министерства обороны Российской Федерации, российская Федерация, 412918, Саратовская область, г. Вольск-18, ул. Краснознаменная, д. 1.

Кузнецов Виталий Владимирович. Старший научный сотрудник, канд. педагог. наук.

Беляков Павел Евгеньевич. Старший научный сотрудник, канд. хим. наук.

Шаров Сергей Андреевич. Начальник научно-исследовательского испытательного отдела, канд. хим. наук.

Никонов Вадим Сергеевич. Ведущий научный сотрудник, канд. техн. наук, доц.

Контактная информация для всех авторов: 33cnii-ito@mil.ru

Контактное лицо: Кузнецов Виталий Владимирович, 33cnii-ito@mil.ru

Modern High-Performance Methods for Special Processing of Arms, Military and Special Equipment

V.V. Kuznetsov, P.E. Belyakov, S.A. Sharov, V.S. Nikonov

Federal State Budgetary Establishment «33 Central Scientific Research Test Institute» of the Ministry of Defense of the Russian Federation. Krasnoznamennaya Street 1, Volsk-18, Saratov Region, 412928, Russian Federation

Received June 16 2020. Revised March 22, 2022. Revised 06 September 2022. Accepted 27 September 2022

Carrying out special treatment is one of the main measures to maintain the combat capability of troops in conditions of chemical and biological contamination or radiation contamination of the area. The *purpose of the work* was to assess the current state of the means of special processing of military equipment and to identify possible ways to improve their effectiveness. The existing means of special processing of military equipment basically meet the requirements, however, in modern conditions they have a number of shortcomings and need to be improved. Thus, aqueous solutions of degassing and

disinfecting substances and organic formulations of special treatment are used with a relatively high consumption rate of up to 4,5 l/m² and 0,6 l/m², respectively, while the treatment time for 1 m² can be 1 minute, which is related as with the physicochemical properties of the solutions and formulations used, as well as with the features of the methods of their application. In addition, technical means of special processing are not intended for processing the internal volumes of military equipment, and preparatory measures require a set of tools. In the course of the analysis, it was found that a decrease in the consumption rate and an increase in the rate of special circulation can be achieved as a result of the use of foam concentrates that give a prolonging effect to aqueous solutions of chemically active substances. Increasing the automation and productivity of special processing of military equipment up to 30–40 units/h can be achieved as a result of the development of an in-line processing method. This method consists in applying degassing formulations to the treated surface in the form of an aerosol-droplet flow using centrifugal nozzles located on a semi-arched movable structure. At the same time, the increase in productivity is primarily achieved as a result of an increase in the simultaneously processed area of the object. Reducing the time for preliminary preparation of objects and increasing the completeness of measures for the special processing of military equipment can be achieved as a result of the development of a multi-stage method of degassing, disinfection and decontamination. The method consists in the successive application of high-pressure water jets and foam-forming or solvent formulations with a given treatment exposure time. In some cases, along with the treatment of external surfaces, it becomes necessary to carry out degassing and disinfection of the internal habitable compartments of military equipment. One of the possible directions for solving this problem is a qualitative expansion of the capabilities of technical means of special treatment as a result of the development of a method for using ultra-small volumes of special treatment formulations in the form of a highly dispersed aerosol. It is advisable to spray solutions of chemically active substances by hydraulic or pneumohydraulic methods, while maintaining the main indicators of the quality of the formulations. The use of the presented means and methods of special treatment will improve the efficiency of ongoing measures for degassing, disinfection and decontamination as a result of increasing productivity, reducing the consumption rate of solutions and formulations of special treatment, increasing process automation and reducing labor intensity.

Keywords: *degassing; recipe; special processing; technical means of special processing; toxic chemical.*

For citation: *Kuznetsov V.V., Belyakov P.E., Sharov S.A., Nikonov V.S. Modern High-Performance Methods for Special Processing of Arms, Military and Special Equipment // Journal of NBC Protection Corps. 2022. V. 6. № 3. P. 271–281. <https://doi.org/10.35825/2587-5728-2022-6-3-271-281>*

Conflict of interest statement

The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationship that could be construed as a potential conflict of interest.

Peer review information

The article has been peer reviewed by two experts in the respective field. Peer reviews are available from the Editorial Board and from Russian Science Citation Index database.

Funding. Federal State Budgetary Establishment «33 Central Scientific Research Test Institute» of the Ministry of Defense of the Russian Federation.

References

See P. 278–280.

Authors

Federal State Budgetary Establishment «33 Central Scientific Research Test Institute» of the Ministry of Defense of the Russian Federation. Krasnoznamennaya Street 1, Volsk-18, Saratov Region, 412928, Russian Federation.

Vitaly Vladimirovich Kuznetsov. Senior Researcher, Candidate of Pedagogical Sciences.

Pavel Evgenievich Belyakov. Senior Researcher, Candidate of Chemical Sciences.

Sergey Andreevich Sharov. Head of the Scientific Department, Candidate of Chemical Sciences.

Vadim Sergeevich Nikonov. Leading Researcher, Candidate of Technical Sciences.

Contact information for all authors: 33cnii-ito@mil.ru

Contact person: Vitaly Vladimirovich Kuznetsov; 33cnii-ito@mil.ru