

УДК 614.484

Проведение экспресс-обнаружения загрязнённости поверхностей объектов агрессивными химическими веществами и соединениями урана

Rapid detection of contamination of the surfaces of objects by aggressive chemicals and uranium compounds

В.А. Пашинин¹,
д-р тех. наук;

П.Н. Косырев¹,
канд. тех. наук;

И.Ю. Сергеев²,
канд. тех. наук

¹ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ);

²ФГБОУ ВО Сибирская
пожарно-спасательная
академия ГПС МЧС России

V.A. Pashinin¹,
Doctor of Technical Sciences;

P.N. Kosyrev¹,
Ph.D. of Engineering Sciences;

I.Y. Sergeev²,
Ph.D. of Engineering Sciences

¹All-Russian Research
Institute for Civil Defense and
Emergencies;

²FSBEI HE Siberian Fire and
Rescue Academy EMERCOM of
Russia

Аннотация:

Приведены материалы по проведению экспресс-обнаружения загрязнённости поверхностей объектов агрессивными аварийно химически опасными веществами с помощью разрабатываемой портативной химической экспресс-лаборатории модульного типа (ПХЛ МТ). ПХЛ МТ разрабатывается в составе трёх однотипных модулей: модуля для обнаружения агрессивных химических веществ, модуля для обнаружения соединений урана и модуля с имитационными рецептурами.

Ключевые слова: агрессивные аварийно химически опасные вещества, портативная химическая экспресс-лаборатория модульного типа.

Abstract:

Hazardous substances with the help of a modular type portable rapid-type chemical rapid laboratory (PCL MT). PCL MT is developed as part of three similar modules: a module for detecting aggressive chemicals, a module for detecting uranium compounds and a module with simulation formulations.

Key words: aggressive, chemically hazardous substances, portable chemical rapid laboratory of modular type.

Осуществление деятельности по экстренному реагированию при чрезвычайных ситуациях (ЧС), защите населения и территорий от ЧС и пожаров является одной из основных задач МЧС России. В соответствии с возложенными задачами МЧС России осуществляет, в том числе, методическое руководство организацией радиационной, химической, биологической и медицинской защиты населения, а также контроль в этой области [1].

При ликвидации последствий ЧС радиационного, химического и биологического (РХБ) характера в соответствии с Концепцией РХБ защиты населения [1], а также при разрушении радиационно, химически и биологически опасных объектов современными средствами поражения проводятся аварийно-спасательные и другие неотложные работы (АСДНР), направленные на спасение жизней и сохранение здоровья людей, снижение ущерба природной среде и материальных потерь, а также на локализацию зон РХБ загрязнения, прекращение действий характерных для них поражающих факторов [1].

Для оперативного и качественного выполнения стоящих задач силы РХБ защиты МЧС России должны иметь, в том числе, соответствующие средства экспресс-обнаружения загрязнённости поверхностей объектов агрессивными аварийно химически опасными веществами (АХОВ) и соединениями урана, а также средства контроля качества обеззараживания объектов.

В последнее время все большую остроту приобретает проблема обеспечения радиоэкологической безопасности населения. В результате функционирования ядерно-энергетического, оборонного и других промышленных комплексов, происшедших радиационных аварий, накоплены огромные объёмы (несколько млн. тонн) радиоактивных отходов. В мире эксплуатируется свыше миллиона различных радиоизотопных устройств, более 100 тысяч радионуклидных источников ежегодно выводятся из эксплуатации. Ежегодно фиксируется свыше 200 радиационных инцидентов, связанных с несанкционированным распространением радиоактивных материалов, что связано, в том числе, с отсутствием должного радиационного контроля грузоперевозок. В настоящее время радиационный контроль транспорта с грузами осуществляют с помощью переносных приборов или стационарных дозиметрических систем [2-3].

В настоящее время для экспресс-обнаружения соединений урана и агрессивных химических веществ разрабатываются аэрозольные устройства со специфичными индикаторными рецептурами [4-5], позволяющими обеспечить достаточную быстроту появления и контрастность возникающего индикационного эффекта в отсутствии фонового сигнала.

Применительно к условиям ЧС требования к средствам и методам обнаружения АХОВ необходимо расширить. Они должны обеспечивать обнаружение веществ на покрытиях различных типов и цветов, необработанных металлических поверхностях, в том числе и в присутствии продуктов коррозии и загрязнений. Кроме того, должно обеспечиваться проведение обнаружения в гетерогенных условиях на поверхности раздела фаз в случае работы с твердыми или газообразными дезинфицирующими веществами и широким диапазоном рабочих температур, в том числе необходимо учитывать возможность применения данных средств работниками без специальной подготовки в области химического анализа [6].

В настоящее время осуществляется разработка опытного образца портативной химической лаборатории модульного типа (ПХЛ МТ) в составе трёх модулей. В основу разработки были положены предложенные авторами индикаторные рецептуры [4-5].

Модуль № 1 предназначен для обнаружения на поверхностях объектов в виде выседающего аэрозоля и капельно-жидком состоянии агрессивных химических веществ и состоит из 4-х типов аэрозольных устройств (АУ), в том числе: АУ-2, для обнаружения веществ щелочного характера; АУ-3 для обнаружения веществ кислого характера; АУ-5 для обнаружения восстановителей: аммиака, несимметричного диметилгидразина (НДМГ); АУ-6 для обнаружения веществ окислительного характера и осуществления контроля качества дезинфекции поверхностей объектов при использовании дезинфицирующих рецептур окислительного характера.

Внешний вид типового кейса (Модуля) приведен на рисунке 1, а непосредственно Модуль № 1 с индикаторными рецептурами на агрессивные химические вещества в раскрытом положении приведен на рисунке 2.



Рис. 1. Типовой модуль ПХЛ МТ в закрытом



Рис. 2. Модуль № 1 для обнаружения агрессивных веществ в раскрытом положении

Кроме аэрозольных устройств в состав модуля входят запасные насосы-распылители, которые используют

ются при выходе из строя основных насосов-распылителей, вставленных в аэрозольные устройства.

При авариях на объектах атомной энергетики, необходимо выявление мест радиоактивного излучения, а актуальной задачей является обнаружение урана с относительно низкой радиоактивностью.

С целью обнаружения соединений урана предлагается Модуль № 2, который в раскрытом положении приведен на рисунке 3.



Рис. 3. Модуль № 2 для обнаружения соединений урана в раскрытом положении

Он также как и Модуль №1 состоит из четырех аэрозольных устройств, размещенных в кейсе. В состав Модуля входит два типа аэрозольных устройств. Первое устройство (АУ 9/1) служит для перевода соединений урана в растворимую форму. Второе устройство (АУ9/2) служит для обнаружения растворимых форм соединений урана [7].

Особенностью использования Модуля № 2 является то, что его не рекомендуется использовать для обнаружения соединений урана на железных поверхностях, за исключением поверхностей из нержавеющей стали, так как растворимые соли железа могут вызвать индикационный эффект, аналогичный эффекту от соединений урана.

В состав Модуля № 2 также входят обеззолненные фильтры, которые могут использоваться для отбора проб в том случае, если окрашенные поверхности затрудняют обнаружение наличия индикационного эффекта.

С целью проверки годности аэрозольных устройств и обучения операторов работе с аэрозольными устройствами разработан Модуль № 3 в составе пяти аэрозольных устройств с имитационными рецептурами для всех аэрозольных устройств, в

том числе: на вещества окислительного характера; на вещества кислого характера; на вещества щелочного характера; на восстановители и НДМГ; на соединения урана.

Модуль № 3 с имитационными рецептурами в раскрытом положении приведен на рисунке 4.



Рис. 4. Модуль № 3 с имитационными рецептурами в раскрытом положении.

Таким образом, все три модуля с аэрозольными устройствами входят в состав разрабатываемой ПХЛ МТ, которая и будет предназначаться для экспресс-обнаружения наличия агрессивных химических веществ и соединений урана на поверхностях различных объектов.

Обнаружение загрязненности поверхностей объектов с помощью аэрозольных устройств осуществляется следующим образом: с расстояния 10-15 см от анализируемой поверхности проводят кратковременное распыление на неё индикаторной рецептуры из аэрозольного устройства путем многократного нажатия на насос-распылитель. При наличии на поверхности объекта капель и аэрозолей агрессивных химических веществ или соединений урана появляется характерная окраска в соответствии с эталоном, нанесенным на каждое аэрозольное устройство. В случае затруднения наблюдения индикационного эффекта для обнаружения загрязненности окрашенных поверхностей, а также поверхностей, подозреваемых на загрязнение окислителями, может быть использован отбор проб протиранием поверхности образцами бумаги или обеззолненным фильтром из состава Модулей №№ 1,2 с последующим распылением индикаторной рецептуры на этот фильтр или бумагу.

Характер возникающего индикационного эффекта в случае применения АУ-6 для обнаружения веществ окислительного характера приведен на рисунке 5.



Рис.5 - Индикационный эффект от веществ окислительного характера.

Преимущества комплекта аэрозольных устройств, размещённых в кейсе приведены в работах [8-9], основные ТТХ разрабатываемой ПХЛ МТ:

- рабочий интервал температур от 0°C до 50°C;
- появление наглядного индикационного эффекта, в соответствии с эталоном, обеспечивается за время не более 1 минуты;
- срок хранения ПХЛ МТ с индикаторными рецептурами составляет не менее 2 лет.

Особенности: ПХЛ МТ одной зарядкой рецептур обеспечивает многократное экспрессное проведение не менее 50 обнаружений загрязнённости поверхностей различных объектов без непосредственного контакта с поверхностью, что позволяет оперативно принять решение на проведение необходимой специальной обработки поверхностей объектов.

Особую актуальность приобретает разработка ПХЛ МТ для её использования в осенне-зимних и весенне-зимних условиях. В условиях отрицательных температур обнаружение загрязнённости поверхностей объектов с помощью индикаторных трубок по паровой составляющей представляется затруднительным ввиду ограниченной летучести химических веществ. В данном случае необходимо проводить отбор проб с последующим их анализом в стационарных лабораториях, что значительно увеличивает время получения результатов анализа. Аэрозольные устройства, используемые в ПХЛ МТ, ввиду их небольших габаритов и применения нетоксичных рецептур перед проведением обнаружения могут размещаться во внутренних карманах обмундирования, вследствие чего они будут находиться

в состоянии постоянной готовности к работе. В условиях более низких отрицательных температур с помощью, входящих в состав ПХЛ МТ аэрозольных фильтров, может быть произведён отбор проб протиранием обследуемой поверхности фильтром с последующим обнаружением загрязнённости в обогреваемых палатках и других помещениях.

В 2018 году опытные образцы ПХЛ МТ успешно выдержали предварительные испытания. В результате всех проведённых испытаний выявлено соответствие разрабатываемой ПХЛ МТ действующим техническим требованиям. В 2019 году осуществляется проведение государственных испытаний опытного образца изделия. После завершения разработки данной портативной экспресс-лаборатории, она может быть рекомендована для оснащения подразделений и формирований РХБ защиты МЧС России и поисково-спасательных формирований, а также нештатных аварийно-спасательных формирований различных министерств и ведомств.

Практическую ценность проведенных исследований составляют достигнутые при разработке технических устройств результаты, в том числе:

- совокупность разработанных технических средств и их технические характеристики, обеспечивающие наименьшую стоимость получения аналитической информации при чувствительности и производительности анализов, удовлетворяющих предъявленным требованиям;
- аттестованная методика выполнения измерений урансодержащих соединений с использованием комплекта аэрозольных устройств;
- оптимальные массо-габаритные характеристики аэрозольных устройств;
- малый удельный расход индикаторной рецептуры;
- достоверность анализа за счет оптимальной однородности факела аэрозоля [8-9].

Важным направлением проведения дальнейших исследований является отработка технологии использования разрабатываемой ПХЛ МТ для обнаружения загрязнённости поверхностей различных объектов, в том числе объектов транспорта при осуществлении перевозок опасных грузов.

Литература:

1. Концепция радиационной, химической и биологической защиты населения. Утверждена Решением коллегии МЧС России от 14.06.2014 № 8/П.
2. Валуев Н.П., Никоненков Н.В., Сергеев И.Ю., Стасишин Л.А. Радиационный контроль транспортных средств с помощью переносных при-

- боров и стационарных систем. // Грузовик: транспортный комплекс, спецтехника. – 2015 – №9 – С. 35–39.
3. Сергеев И.Ю. Определение параметров динамического радиационного контроля грузов в транспортных средствах // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2019. № 2 (41). С. 94-98.
 4. Пашинин В.А., Косырев П.Н., Посохов Н.Н., Семин А.А. Экспресс-обнаружение соединений урана и аварийно химически опасных веществ на поверхностях различных объектов, «Технология гражданской безопасности», том. 11, 2014 г., № 3 (41). С. 74-78.
 5. Пашинин В.А., Семин А.А., Татаринов В.В. Экспресс-обнаружение радиационного, химического и биологического загрязнения. Вестник Академии военных наук. 2013, № 2. С. 132-134.
 6. Фадеев М.В. Разработка средства экспресс-обнаружения веществ окислительного характера на поверхностях объектов железнодорожного транспорта. 2013 г.
 7. Пашинин В.А., Косырев П.Н., Посохов Н.Н., Пушкин И.А., Валуев Н.П. Перспективные методы и средства экспресс контроля степени загрязненности поверхностей: технологии и пути развития. Технология гражданской безопасности, том 13, 2016 г., № 4(50). С. 60-63.
 8. Пашинин В.А., Косырев П.Н., Павлов А.В., Татаринов В.В. Комплект аэрозольных устройств для экспресс-обнаружения отравляющих и аварийно химически опасных веществ. Вестник Академии военных наук. 2017, № 2(59). С. 112-116.
 9. Пашинин В.А., Косырев П.Н., Пушкин И.А., Посохов Н.Н. Совершенствование комплекта аэрозольных устройств для экспресс-обнаружения соединений урана и аварийно химически опасных веществ на поверхностях различных объектов. Технология гражданской безопасности, том 15, 2015 г., № 1(43).