

























**Таблица 3.** Результаты испытаний на специфичность (селективность) аэрозольной упаковки, заполненной подкисленным водным раствором иодида калия с добавкой крахмала

Наименование примеси	Индикационный эффект	
Метилгидразин	отсутствует	
Аминомеркаптаны		
дегазирующий раствор № 1	синие пятна	
дегазирующий раствор № 2-ащ	отсутствует	
полидегазирующая рецептура РД		
Бензин А-76		
Дизельное топливо		
Триэтиламин		
Пыль		
Вода (капли)		
10%-ный раствор HCl		
10%-ный раствор H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		синие пятна
10%-ный раствор HNO <sub>3</sub>		
10%-ный раствор H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>		
10%-ный раствор NH <sub>3</sub>	отсутствует	
Дихлорэтан		
Ледяная уксусная кислота		
Индикаторная рецептура на гидразины на основе 10%-ного водного раствора хлорида кобальта(II)		

Как следует из данных таблицы 3, аналогичный HNO<sub>3</sub> индикационный эффект могут вызывать дегазирующий раствор № 1 и сильные неорганические кислородсодержащие кислоты, проявляющие окислительные свойства. Индикаторная рецептура для экспресс-обнаружения на поверхностях 1,1-диметилгидразина на основе 10%-ного водного раствора хлорида кобальта(II) не мешает обнаружению окислителей.

Таким образом, исходя из представленных выше данных, можно утверждать, что способ определения азотной кислоты и оксидов азота с использованием подкисленных водных растворов иодида калия с добавкой крахмала, снаряженных в аэрозольные упаковки, может быть использован для экспресс-обнаружения азотной кислоты и оксидов азота на поверхностях оборудования ХОО. Высокая специфичность предложенного аналитического реагента свидетельствует о перспективности применения способа экспресс-обнаружения товарной продукции на основе азотной кислоты и оксидов азота.

#### **ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЛЕКТА ЭКСПРЕСС-ОБНАРУЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ТЕХНИКИ ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Предложена упрощенная конструкция аэрозольной упаковки многоразового использования для экспресс-обнаружения объектов исследования на поверхности технического оборудования ХОО [7, 8]. Конструкция основана на базе широко распространенных дюралюминиевых

фляг объемом 100 мл. Известно, что в результате реакции с кислородом на поверхности алюминия образуется тонкий слой инертного оксида алюминия, который предотвращает взаимодействие с индикатором. В верхней части металлической фляги монтируется гайка, к которой присоединяется распылительная головка. Необходимое для распыления индикаторной рецептуры давление создается механически путем неоднократного нажатия на ручку распылительной головки. Заправка аэрозольной упаковки: в баллончик заливают индикаторную рецептуру, затем вставляют распылительную головку и привинчивают ее к гайке, после чего аэрозольная упаковка готова к работе. Для заправки аэрозольных упаковок используют предварительно приготовленные индикаторные рецептуры.

Индикаторная рецептура для аэрозольного баллончика для экспресс-обнаружения загрязненности поверхностей объектов *гидразином и его производными* представляет собой 10%-ный водный раствор хлорида, нитрата или сульфата кобальта(II). Для приготовления 100 мл рецептуры растворяют 10 г хлорида, нитрата или сульфата кобальта(II) в 100 мл дистиллированной воды, получая раствор розового цвета.

Индикаторная рецептура для аэрозольного баллончика для экспресс-обнаружения загрязненности поверхностей *азотной кислотой и оксидами азота* представляет собой подкисленный 0,5%-ный водный раствор иодида калия с добавкой крахмала. Для приготовления 100 мл рецептуры растворяют 0,5 г иодида калия в 40 мл дистиллированной воды, к полученному раствору добавляют 20 мл 0,5%-ного раствора крахмала и 40 мл ацетатного буфера с  $\text{pH} = 4,5$ , после чего смесь перемешивают, получая бесцветный раствор.

Предложенный комплект средств экспресс-обнаружения загрязненности объектами исследования поверхностей технического оборудования ХОО имеет следующие полезные характеристики:

- высокая специфичность к определяемым веществам;
- размер капель (дисперсность) определяемых токсикантов от 100–150 мкм и более;
- время обнаружения загрязненности капельно-жидкими токсикантами не превышает 2 мин;
- контроль загрязненности объектов в интервале температур от 10°C до 40°C;
- индикационный эффект при обнаружении токсикантов на загрязненных поверхностях органолептически различим, как в дневное время, так и ночью при подсветке электрическим фонарем;
- индикационный эффект при обнаружении токсикантов на загрязненных поверхностях сохраняется не менее 5 мин;
- срок хранения индикаторных составов (рецептур) не менее 2 лет;
- комплект прост в изготовлении и использовании и не требует специальной подготовки сотрудников ХОО.

## ВЫВОДЫ

1. Оценены и подобраны аналитические системы, пригодные для создания

- комплекта средств экспресс-обнаружения методом колориметрии загрязненности поверхностей техники и оборудования химически опасных объектов гидразином (его производными), азотной кислотой и оксидами азота.
2. Разработаны индикаторные составы, составные элементы комплекта и способы его использования. В качестве элементов для индикации гидразина и его производных выбраны водные растворы хлорида, нитрата или сульфата кобальта(II), а для экспресс-обнаружения азотной кислоты и диоксида азота – подкисленные водные растворы иодида калия с добавкой крахмала.
  3. Предложено техническое решение реализации комплекта средств экспресс обнаружения указанных объектов индикации на основе аэрозольной упаковки с индикаторными рецептурами: индикаторные аэрозольные баллончики с рецептурами на гидразин и его производные; на азотную кислоту и оксиды азота, заправочные емкости для аэрозольных средств.
  4. Разработанный комплект средств экспресс-обнаружения загрязненности поверхностей техники и оборудования целесообразно использовать на химически опасных объектах в качестве химического датчика первичной информации о загрязненности поверхностей оборудования токсикантами с целью определения наличия микротечей в деталях оборудования и остаточной загрязненности различных его поверхностей объектами индикации.

*Работа выполнена в рамках государственного задания № 0082-2014-0005. Номер государственной регистрации ЦИТИС: АААА-А17-117091220076-4.*

#### *ACKNOWLEDGEMENT*

*This work was performed in accordance with Government Task No. 0082-2014-0005, Government Registration No. АААА-А17-117091220076-4.*

#### Список литературы:

1. Эпинатьев И.Д., Матвеев В.И., Панин Е.О., Ковалева Н.Ю. // Химическая безопасность. 2018. Т. 2. № 1. С. 252. DOI: 10.25514/CHS.2018.1.12900.
2. Баранов М.Е. // Глобальная ядерная безопасность. 2018. № 1(26). С 34.
3. Кондратьев Д.А. Дисс. ... канд. хим. наук. Краснодар: Кубанский гос. аграрный университет, 2005.
4. Ульяновский Н.М. Дисс. ... канд. хим. наук. Архангельск: Институт экологич. проблем Севера УрО РАН, 2015.
5. Ломакин А.И., Трикман О.П., Скрипкина Л.Э. // Вестник КБ № 51. 2012. № 1-3. С. 59.
6. Боева С.Е., Кислов И.И., Зайцев А.Н. // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2015. №1. С. 129.
7. Патент 2117935 РФ, 1998.
8. Свидетельство на полезную модель № 6385 РФ, 1998.
9. Пашинин В.А., Косырев П.Н., Вайсфельд Д.А. Способ экспресс-обнаружения диметилгидразина на поверхностях с помощью аэрозольных упаковок. М.: ВАХЗ, 1998.

10. *Адамович И.С., Стромский В.В.* Индикация отравляющих веществ. М.: ВАХЗ, 1959. 639 с.
11. Индикация. Учебное пособие. М.: ВАХЗ, 1984. 308 с.
12. *Островская В.М., Маньшев Д.А., Давидовский Н.В.* // Аналитика и контроль. 2000. Т. 4. № 2. С. 198.
13. *Островская В.М.* // Журнал аналитической химии. 1997. Т. 51. № 9. С. 987.
14. *Золотов Ю.А.* // Химическая промышленность. 1997. № 6. С. 48.
15. Лабораторный практикум по промышленной индикации. М.: ВАХЗ, 1975. 104 с.
16. Методы и средства контроля загрязнений окружающей среды. Лабораторный практикум. М.: ВАХЗ, 1994. 156 с.
17. *Колесников С.В.* Окисление несимметричного диметилгидразина (гептила) и идентификация продуктов его превращения при проливах. Новосибирск: Изд. СибАК, 2014. 110 с.

*References:*

1. *Epinatiev I.D., Matveev V.I., Panin E.O., Kovaleva N.Yu.* // Him. bezop. 2018. V. 2. No. 1. P. 252 [in Russian]. DOI: 10.25514/CHS.2018.1.12900.
2. *Baranov M.E.* // Global'naya yadernaya bezopasnost' [Global nuclear safety]. 2018. No. 1 (26). P 34 [in Russian].
3. *Konratiev D.A.* Ph.D. Thesis (Chemistry). Krasnodar: Kuban State Agrarian University, 2005 [in Russian].
4. *Ul'yanovskii N.M.* Ph.D. Thesis (Chemistry). Arkhangelsk: Institute of Environmental Problems of the North, Ural branch of the Russian Academy of Science, 2015 [in Russian].
5. *Lomakin A.I., Trikman O.P., Skripkina L.E.* // Vestnik KB No. 1 [Bulletin of clinical hospital No. 51]. 2012. No. 1-3. P. 59 [in Russian].
6. *Boeva S.E., Kislov I.I., Zaitsev A.N.* // Problemy obespecheniya bezopasnosti pri likvidatsii posledstviy chrezvychaynykh situatsii [Problems of ensuring security on rectification of consequences of emergencies]. 2015. No. 1. P. 129 [in Russian].
7. Patent 2117935, Russian Federation, 1998.
8. Utility model patent 6385, Russian Federation, 1998.
9. *Pashinin V.A., Kosyrev P.N., Vaisfeld D.A.* Method of rapid detection of dimethyl hydrazine on surfaces using aerosol packaging. Moscow: VAKhZ, 1998 [in Russian].
10. *Adamovich I.S., Stromskii V.V.* Indication of toxic agents. Moscow: VAKhZ, 1959. 639 p. [in Russian].
11. Indication. Workbook. Moscow: VAKhZ, 1984. 308 p. [in Russian].
12. *Ostrovskaya V.M., Manshev D.A., Davidoskii N.V.* // Analitika i control [Analytics and control]. 2000. V. 4. No. 2. P. 198 [in Russian].
13. *Ostrovskaya V.M.* // Zhurnal anal. khimii [Analytical chemistry journal]. 1997. V. 51. No. 9. P. 987 [in Russian].
14. *Zolotov Yu.A.* // Khimicheskaya promyshlennost' [Chemical industry]. 1997. No. 6. P. 48 [in Russian].
15. Laboratory workshop on industrial indication. Moscow: VAKhZ, 1975. 104 p. [in Russian].
16. Methods and means of environment pollution control. Laboratory workshop. Moscow: VAKhZ, 1994. 156 p. [in Russian].
17. *Kolesnikov S.V.* Oxidation of asymmetric dimethyl hydrazine (heptyl) and identification of its transformation products on spillage. Novosibirsk: Izd. SibAK, 2014. 110 p. [in Russian].