

АППАРАТУРНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ДЕМЕРКУРИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Е.А. Новоселова;

А.В. Иванов, кандидат технических наук.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России.

С.В. Колесников, кандидат технических наук, доцент.

**Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)**

На основе экспериментальных и теоретических исследований разработано аппаратно-методическое обеспечение процессов демеркуризации в условиях Крайнего Севера хлоросодержащими рецептурами. На базе полученных данных разработаны инструкции и рекомендации по применению данных демеркуризаторов для личного состава МЧС России.

Ключевые слова: металлическая ртуть, демеркуризация, оксид хлора, хлор, тетрахлорид углерода, мероприятия, инструкции, аварийный пролив

HARDWARE METHODOLOGICAL GUIDANCE OF DEMERCURIZATION PROCESSES OF EMERGENCY FACILITIES IN THE FAR NORTH

E.A. Novosyolova; A.V. Ivanov.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

S.V. Kolesnikov. Saint-Petersburg state technological institute (technical university)

Hardware-methodical support of demercurization processes by chlorinated formulations in conditions of the Far North was developed on the bases of experimental and theoretical studies. Instructions and recommendations for use of these demercurizators were developed based on the received data for the staff of Ministry of Emergency Situations of Russia.

Keywords: metallic mercury, demercurization, chlorine oxides, chlorine, carbon tetrachloride, arrangements, instructions, emergency spill

Обстановка, в условиях которой возможно проявление химически опасных факторов, способных приводить к поражению населения и загрязнению окружающей природной среды, может складываться при эксплуатации объектов, приборов, систем и механизмов, содержащих металлическую ртуть в условиях низких температур. Ртуть принадлежит к числу тиоловых ядов, блокирующих сульфгидрильные группы белковых соединений и этим нарушающих белковый обмен и ферментативную деятельность организма; наряду с общетоксическим действием, ртуть и ее соединения вызывают гонадотоксический, эмбриотоксический, тератогенный и мутагенный эффекты [1–4]. На сегодняшний день проблема ртутной безопасности является одной из приоритетных экологических, медицинских и социальных проблем. Анализ материалов по авариям на объектах чрезвычайных ситуаций, связанным с проливом ртути, показал, что имели место случаи загрязнения ртутью промышленных объектов, а также аварийные ситуации, связанные с проливом большого количества ртути. Известно множество способов демеркуризации,

основанных на применении различных демеркуризаторов, но не все эти способы оказываются эффективными. В настоящее время рекомендуется использовать следующие демеркуризаторы [1, 2]:

- мыльно-содовый раствор (4 % раствор мыла в 5 % водном растворе соды);
- 20 % раствор хлорного железа (FeCl_3);
- 5–10 % водный раствор сульфида натрия;
- 4–5 % водный раствор полисульфида натрия или кальция;
- 20 % водный раствор хлорной извести;
- 5–10 % водный раствор соляной кислоты;
- 2–3 % раствор йода в водном растворе йодида калия;
- 0,2 % водный раствор перманганата калия, подкисленного соляной кислотой;
- пирролюзит (паста, состоящая из одной весовой части пирролюзита (MnO_2) и двух весовых частей 5 % соляной кислоты);
- сера;
- 25–50 % водный раствор полисульфида натрия;
- 4–5 % растворы моно-, дихлорамина.

Время демеркуризации приведенными растворами составляет 1,5–2 сут. При этом за один цикл обработки не обеспечивается 100 % удаление ртути. Сравнительная характеристика демеркуризаторов в справочниках и в другой специализированной литературе не приводится. Помимо выше перечисленных демеркуризаторов для химического удаления ртути используют эмульсию из минерального масла и воды, содержащую порошкообразную серу и йод [3], водные растворы гипохлорита и хлористого натрия [3] и другие индивидуальные, выпускаемые промышленностью, вещества или технические продукты с известным содержанием действующего начала [4].

Ни один из вышеперечисленных демеркуризаторов не уничтожает капельную форму ртути. Также при применении данных веществ и растворов наблюдается длительное время демеркуризации и низкая эффективность. Более того, ртуть имеет свойство восстанавливаться до своего первоначального состояния через определенное время. Таким образом, после демеркуризации данными растворами и веществами через один–два года возможны высокие концентрации этого металла в помещении. Ни один из приведенных демеркуризаторов не уничтожает ртуть при отрицательных температурах. В связи с этим экспериментально исследована возможность применения рецептур на основе оксида хлора (I), оксида хлора (IV), оксида хлора (VII) в тетрахлориде углерода и хлорной воды в качестве демеркуризаторов. Проведенные эксперименты продемонстрировали высокую демеркуризирующую способность оксида хлора (I) в тетрахлориде углерода и отсутствие демеркуризирующих свойств у оксида хлора (VII) в тетрахлориде углерода и способности у хлорной воды очищать пары ртути только в низких концентрациях.

Определено, что растворы оксида хлора (I) в тетрахлориде углерода по скорости окисления ртути превосходят все известные демеркуризаторы: капля ртути диаметром 5–10 мм растворяется за время от 5 до 10 мин в зависимости от его концентрации.

Применение демеркуризирующих рецептур на основании растворов оксида хлора (I) в тетрахлориде углерода различных концентраций позволяет добиться максимального удаления ртути. Помимо демеркуризаторного эффекта при использовании растворов оксида хлора (I) в тетрахлориде углерода производится полная дезинфекция помещений в результате образования гипохлорит-иона ClO^- .

Исследована возможность проведения демеркуризации при отрицательных температурах. Применение оксида хлора в тетрахлориде углерода позволяет уничтожить ртуть при низких отрицательных температурах (от +5 °C до -25 °C), что не в состоянии сделать ни один из известных демеркуризаторов.

Установлено, что особую ценность оксид хлора в тетрахлориде углерода имеет для уничтожения капель ртути в труднодоступных местах.

Для проведения демеркуризирующих мероприятий данными рецептурами разработаны инструкции по применению.

К личному составу Государственной противопожарной службы МЧС России предъявляются определенные требования. Демеркуризация должна проводиться силами и средствами предприятий, организаций и учреждений, использующих ртуть. Лица, выделенные для проведения демеркуризационных работ, должны пройти специальное обучение, предварительный медицинский осмотр и быть обеспечены средствами индивидуальной защиты органов дыхания, спецодеждой, средствами индивидуальной защиты ног и рук, согласно п. 15.3 Санитарных правил при работе с ртутью, ее соединениями и приборами с ртутным заполнением от 4 апреля 1988 г. № 4607-88. При использовании химических демеркуризаторов (растворы хлора и оксида хлора (I) в тетрахлориде углерода) работающие дополнительно обеспечиваются резиновыми сапогами, перчатками, фартуком, очками-консервами.

При проведении строительных, по своему характеру, видов работ по заключительной демеркуризации рабочие должны быть обеспечены респираторами, а также спецодеждой, средствами защиты ног и рук типа Пм. После окончания смены рабочие должны принять душ, прополоскать рот 0,025 % раствором перманганата калия, почистить зубы.

Спецодежда лиц, занятых демеркуризацией, один раз в семь дней подлежит обеспыливанию, демеркуризации и стирке, согласно Инструкции по очистке спецодежды, загрязненной металлической ртутью или ее соединениями.

Демеркуризаторы – химические вещества, применение которых снижает скорость испарения (десорбции) ртути (ее соединений) из источников вторичного загрязнения и облегчает механическое удаление ртути, пыли ее соединений и загрязненных ртутью и ее соединениями технологических растворов (взвесей) с поверхностей полов, фундаментов, оборудования, рабочей и лабораторной мебели. Физико-химические процессы, протекающие при взаимодействии ртути (соединений) с демеркуризаторами, заключаются в эмульгировании ртути, окислении ртути, превращении ртути (соединений) в малолетучие вещества. К демеркуризаторам относятся растворы хлора и оксида хлора (I) в тетрахлориде углерода (от 5 мг/мл до 170 мг/мл). Для приготовления рабочих растворов демеркуризаторов можно использовать индивидуальные, выпускаемые промышленностью, вещества или технические продукты с известным содержанием действующего начала. На предприятиях по производству и применению ртути (ее соединений) должен быть создан необходимый запас средств химической демеркуризации.

Химическая демеркуризация подразумевает использование специальных химических реагентов – демеркуризаторов, которые окисляют металлическую ртуть или превращают ее в малолетучие соединения, которые после проведения химической демеркуризации тщательно удаляются механическим способом. Известно, что применение практически всех основных демеркуризаторов не позволяет растворить капельную ртуть, их действие сводится к образованию на поверхности капель ртути пленок, препятствующих испарению не вступившей в реакцию ртути, которые при термическом воздействии или механическом повреждении легко разрушаются.

Основное преимущество предлагаемых демеркуризаторов заключается в полном переводе капельной ртути в малолетучие соединения за время демеркуризации менее 10 мин при температурах воздуха от +30 °С до -25 °С. Данными преимуществами не обладает ни один из известных демеркуризаторов, что делает их незаменимыми при оперативной ликвидации проливов ртути и максимально быстром вводе аварийного объекта в строй. Растворы демеркуризаторов применяют после механического сбора видимых капель ртути, но можно применять их и при наличии больших капельных загрязнений. Растворы тетрахлорида углерода с оксидами хлора обильно наносятся на поверхности при помощи средств распыления (например, штатных распылителей). При отсутствии распылителей обработка загрязненных ртутью поверхностей производится при помощи вспомогательных средств – пластиковых кистей, щеток. Эффективность демеркуризации

повышается при тщательном растирании растворов демеркуризаторов по поверхности. Время демеркуризации растворами на основе тетрахлорида углерода в зависимости от степени загрязнения поверхностей ртутью составляет несколько минут. Через указанное время демеркуризатор с продуктами взаимодействия с ртутью тщательно удаляют с поверхностей сначала мыльной водой комнатной температуры, затем чистой водой, после чего поверхности насухо вытирают ветошью и контролируют качество удаления ртути при помощи смывов с обработанных поверхностей.

После проведения механической демеркуризации возможно применение данных демеркуризаторов общепринятым способом – путем их прямого нанесения на обрабатываемую поверхность.

Для наиболее безопасного и качественного удаления ртути с поверхностей площадью 1–2 м² предлагается следующая методика. На участок с пролитой ртутью накладывается кусок оргстекла, который герметично заключает загрязненную поверхность (рис.). После этого демеркуризатор через равномерные расстояния 10–12 см вводится под пластину с помощью шприца или другого подручного приспособления. По окончании введения демеркуризатора проделанные в пластине отверстия заделываются скотчем. Для уменьшения времени демеркуризации демеркуризатор, находящийся под оргстеклом, щеткой или шваброй распределяется равномерно по поверхности.

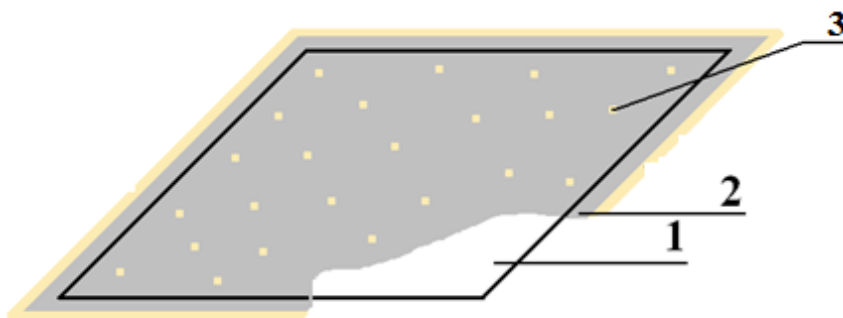


Рис. Вариант демеркуризации поверхности с применением рецептов на основе оксидов хлора
(1 – загрязненная ртутью поверхность; 2 – оргстекло;
3 – места ввода демеркуризатора, заклеенные скотчем)

Спустя 20–30 мин, под оргстекло может быть введена вода, которая в течение нескольких минут взаимодействует с оксидами хлора с образованием слабых кислородсодержащих кислот хлора и понижает поступление оксида хлора в воздушную среду.

Для перевода продуктов демеркуризации в менее растворимые соединения вместо воды можно использовать сульфидные растворы щелочных металлов.

После нейтрализации демеркуризатора оргстекло снимается, продукты демеркуризации удаляются сухой чистой ветошью, после чего поверхность обрабатывается сначала мыльной водой комнатной температуры, затем чистой водой и вытирается насухо ветошью. Качество удаления ртути определяется при помощи смывов с обработанных поверхностей.

Таким образом, при выполнении данных инструкций будет обеспечено повышение уровня химической безопасности при авариях, связанных с проливом ртути на поверхности промышленных предприятий, объектов строительства, транспорта МЧС России в условиях Крайнего Севера.

Литература

1. Тимошин В.Н., Макаrenchенко Г.В., Косорукова Н.В. Очистка от ртути помещений, транспортных средств и обезвреживание территорий // Журн. ТБО. 2006. № 3. С. 15–16.
2. Келина Н.Ю., Безручко Н.В. Токсикология в таблицах и схемах. Ростов н/Д.: Феникс, 2006. С. 100.
3. ГОСТ 16274.10–77. Висмут. Спектральный метод определения содержания ртути. Доступ из открытой базы ГОСТов.
4. Трахтенберг И.М., Коршун М.Н., Козлов К.П. Ртуть как глобальный химический загрязнитель // Токсикол. вестник. 2006. № 3. С. 2–8.

Literatura

1. Timoshin V.N., Makarchenko G.V., Kosorukova N.V. Ochistka ot rtuti pomeshchenij-transportnyh sredstv I obezvrezhivanie territorij // Zhurn. TBO. 2006. № 3. S. 15–16
2. Kelina N.Yu., Bezruchko N.V. Toksikologiya v tablicah I skhemah. Rostov n/D.: Feniks, 2006. S. 100.
3. GOST-16274-10–77. Vismut. Spektralnyj metod opredeleniya sodержaniya rtuti. Dostup iz otkryitoy bazyi GOSTov.
4. Trahtenberg I.M., Korshun M.N., Kozlov K.P. Rtut kak globalnyj himicheskij zagryaznitel // Toksilogich. vestnik. 2006. № 3. S. 2–8.