

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОЮЩИХ СРЕДСТВ ПРОИЗВОДСТВА ООО «ИНТЕРХИММЕТ» ПРИ ДЕЗАКТИВАЦИИ МЕРИТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА ИЗ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ ОТ АЛЬФА-ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Н. А. Кузнецова, О. А. Сахненко, Ю. В. Козина, Т. А. Пургина, Н. Р. Габбасова

ФГУП «ПО «Маяк», Озёрск, Челябинская область

Статья поступила в редакцию 9 июля 2024 г.

В статье приводятся результаты работ по оценке возможности использования моющих средств производства компании ООО «ИнтерХиммет» (Санкт-Петербург) для дезактивации мерительного инструмента, загрязненного альфа-излучающими радионуклидами. Рассмотрена возможность проведения данной процедуры погружным методом как при ультразвуковом воздействии, так и без него, а также с дополнительным использованием совместного метода аппликации и натирки. Оценено коррозионное воздействие этих технических моющих средств (ТМС) на конструкционный материал инструмента (углеродистую сталь). Установлено, что исследуемые ТМС эффективны при дезактивации альфа-загрязнения. Ультразвуковое воздействие положительно влияет на эффективность дезактивации. Повышение температуры дезрастворов до 50 °С повышает их дезактивирующую способность до трех раз. Коррозионные испытания показали, что наиболее агрессивным раствором по отношению к углеродистой стали является препарат «Компо К Клин 1». По результатам проведенных работ для дезактивации мерительного инструмента рекомендованы ТМС «Компалюм Н9» и ТМС «Компо Щ Л1020».

Ключевые слова: радиоактивные отходы, дезактивация, радиоактивное загрязнение, мерительный инструмент, углеродистая сталь, коррозия.

В процессе работ, проводимых в условиях химико-металлургического завода ФГУП «ПО «Маяк», происходит загрязнение поверхностей мерительного инструмента альфа-излучающими радионуклидами, в частности, изотопами урана и плутония. Исходные уровни снимаемого загрязнения варьируются от 10^3 до 10^5 α -част./(см^2 ·мин). Перед периодической проверкой мерительный инструмент необходимо дезактивировать до установленных норм остаточного снимаемого загрязнения, которое не должно превышать 50 α -част./(см^2 ·мин).

На сегодняшний день дезактивация изделий проходит ручным способом методом натирки

с применением таких штатных составов, как СФ-3К, ЛАБСК [1], и требует приложения значительных усилий и затрат времени для достижения установленных уровней остаточного радиоактивного загрязнения. Трудности при дезактивации связаны, в первую очередь, со сложной геометрией изделий, а также с необходимостью удаления с рабочих поверхностей остатков лакокрасочных покрытий и следов коррозии.

При выборе дезактивирующего раствора (далее — дезраствора) следует учитывать его коррозионное действие на конструкционный материал, из которого изготовлен мерительный инструмент. Чаще всего мерительный инструмент

Таблица 1. Краткое описание и назначение ТМС ООО «ИНТЕРХИММЕТ»

Название ТМС	Назначение	Описание
Компо К Клин 1	Кислотное моющее средство для очистки изделий из черных и цветных металлов, полимеров, резины от известковых отложений, ржавчины, а также комплексных загрязнений	Основа – лимонная кислота
Компалюм Н9	Универсальный жидкий нейтральный очиститель для обезжиривания металлических поверхностей, таких как алюминий, различные марки сталей, а также цветные металлы	Смесь поверхностно-активных веществ и активных компонентов
Компо Щ Л1020	Низкопенная жидкая щелочная композиция для обезжиривания металлических поверхностей, удаления консервационных смазок, смазочно-охлаждающих жидкостей и других эксплуатационных загрязнений при подготовке поверхности перед горячим цинкованием, окраской, нанесением полимерных покрытий	Композиция на основе гидроксидов натрия и калия, диспергаторов, поверхностно-активных веществ и модифицирующих добавок

изготавливают из низколегированных и высокоуглеродистых сталей различных марок [2]. Учитывая химическую агрессивность дезрастворов, существует вероятность превышения допустимого уровня коррозионного воздействия, особенно в случае высокоуглеродистых сталей, и, как следствие, выхода из строя мерительного инструмента.

С целью оптимизации технологии дезактивации инструмента, повышения ее эффективности, сокращения времени обработки и доли ручного труда, а также снижения коррозионного воздействия дезрастворов на конструкционный материал исследовали возможность применения современных коммерческих ТМС российского производства (табл. 1), изготавливаемых ООО «ИНТЕРХИММЕТ» (Санкт-Петербург) [3].

Для снижения коррозионного воздействия на конструкционные материалы изделий в ряде экспериментов в кислотный моющий раствор на основе ТМС «Компо К Клин 1» добавляли ингибитор коррозии – тиомочевину.

Рабочие дезрастворы готовили в концентрациях, соответствующих рекомендациям производителя:

- «Компо К Клин 1» – 200 г/дм³;
- «Компалюм Н9» – 30 г/дм³;
- «Компо Щ Л1020» – 60 г/дм³;
- «Компо К Клин 1» – 50 г/дм³ с добавлением тиомочевины SC(NH₂)₂ до концентрации 2 г/дм³.

В качестве объектов для дезактивации использовали выведенный из эксплуатации мерительный инструмент.

Обработку изделий проводили циклами от 20 до 30 минут погружным методом с воздействием ультразвука (УЗ) и без него, а также при различных температурах раствора, их доотмыв осуществляли последовательно механическими методами аппликации (длительностью 30 мин) и протирки (в течение 1–2 мин).

Эффективность дезактивации изделий зависит от многих факторов: их геометрии, марки конструкционного материала, уровней исходного загрязнения, времени контакта с

загрязняющим веществом, условий проведения (длительность, температурный режим, применение или отсутствие УЗ).

На первом этапе работ оценили дезактивирующую способность ТМС производства ООО «ИНТЕРХИММЕТ» при применении погружного метода при комнатной температуре с воздействием УЗ и без него. Продолжительность процедуры составляла 20 и 30 мин соответственно. Эффективность отмывки оценивали по коэффициенту дезактивации (K_d) [4], вычисленному по формуле:

$$K_d = \frac{A_{исх}}{A_{ост}}, \quad (1)$$

где K_d – коэффициент дезактивации; $A_{исх}$ – величина исходного радиоактивного загрязнения образца, част./(см²·мин); $A_{ост}$ – величина остаточного радиоактивного загрязнения образца, част./(см²·мин).

Результаты испытаний представлены на рис. 1.

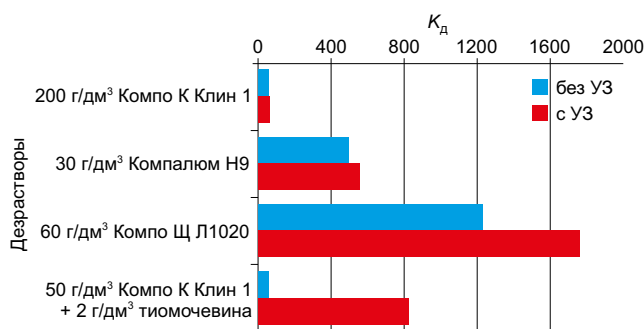


Рис. 1. Результаты дезактивации мерительного инструмента методом погружения в присутствии УЗ и без него при комнатной температуре

Наилучшие из них были получены при использовании дезраствора, приготовленного на основе препарата «Компо Щ Л1020». Также высокие значения коэффициента дезактивации наблюдали при применении растворов «Компалюм Н9» и «Компо К Клин 1» с массовыми концентрациями 30 и 50 г/дм³ (при воздействии УЗ)

соответственно. После двух-трех циклов дезактивации в вышеуказанных растворах удалось приблизиться к требуемым уровням остаточного радиоактивного загрязнения поверхностей изделий. Было отмечено, что использование УЗ практически не повлияло на эффективность дезактивации растворами «Компо К Клин 1» и «Компалюм Н9» с массовыми концентрациями 200 и 30 г/дм³ соответственно при комнатной температуре.

На следующем этапе работ повысили температуру моющих растворов до 50 °С и сравнили с результатами, полученными ранее.

Из представленных на рис. 2 данных следует, что с ростом температуры раствора эффективность дезактивации с применением УЗ увеличивается. Коэффициенты дезактивации в отдельных случаях возросли до трех раз. Наилучшие результаты показали следующие растворы: «Компалюм Н9», «Компо Щ Л1020», «Компо К Клин 1» с добавлением тиомочевина с массовыми концентрациями 30, 60 и 50 г/дм³ соответственно. За 2–3 цикла обработки удалось достигнуть требуемых значений остаточного радиоактивного загрязнения. Низкая эффективность дезактивации мерительного инструмента раствором «Компо К Клин 1» с массовой концентрацией 200 г/дм³, вероятнее всего, объясняется образованием под действием концентрированной лимонной кислоты пленки оксида хрома, входящего в состав легированных углеродистых сталей. Данная пленка препятствует растворению поверхностного слоя конструкционного материала и, как следствие, приводит к снижению эффективности дезактивации.

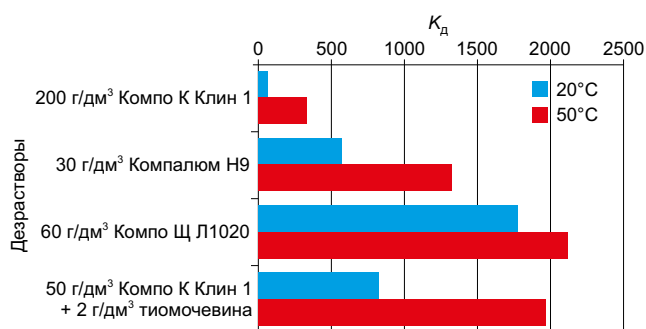


Рис. 2. Результаты ультразвуковой дезактивации мерительного инструмента при различных температурах раствора

Коррозионные испытания образцов углеродистой стали Ст3 проводили в растворах, которые на этапе подбора показали наибольшую эффективность, поэтому «Компо К Клин 1» с массовой концентрацией 200 г/дм³ не использовался. Результат оценивали по изменению массы

образцов до и после их выдержки в дезрастворе с применением УЗ воздействия в течение часа. Толщину снимаемого слоя металла определяли расчетным методом. Результаты экспериментов приведены в табл. 2.

Таблица 2. Оценка коррозионного воздействия растворов ТМС производства ООО «ИНТЕРХИММЕТ» на образцы углеродистой стали Ст3 при проведении УЗ дезактивации (температура раствора – 50 °С, время цикла – 1 ч)

Дезраствор	Массовая концентрация, г/дм ³	Скорость коррозии, г/(м ² ·ч)	Толщина снимаемого слоя за один цикл, мкм
Компалюм Н9	30	1,09	0,14
Компо Щ Л1020	60	1,16	0,15
Компо К Клин + тиомочевина	50	28,31	3,60
	2		

Из приведенных в таблице результатов испытаний следует, что, несмотря на присутствие ингибитора, наибольшее коррозионное воздействие на образцы углеродистой стали оказывает раствор «Компо К Клин 1» с массовой концентрацией 50 г/дм³ с добавлением тиомочевина.

Для успешной проверки мерительного инструмента толщина снимаемого слоя конструкционного материала за время проведения дезактивации не должна превышать 1 мкм. Согласно полученным результатам, данному требованию удовлетворяют дезрастворы «Компалюм Н9» и «Компо Щ Л1020» с массовыми концентрациями 30 и 60 г/дм³ соответственно, которые и были рекомендованы для дезактивации данного инструмента с применением воздействия УЗ.

Доотмыв изделий до требуемых уровней остаточного снимаемого загрязнения проводили методом аппликации и натирки. В качестве средств дезактивации использовали нетканые материалы, смоченные в исследуемых растворах ТМС, и фосфорилированную ткань (далее – ФТ).

ФТ – это штатный дезактивирующий материал, предназначенный для отмывки оборудования и поверхностей производственных помещений от альфа-излучающих радионуклидов, пропитанный раствором, содержащим фосфорную кислоту и мочевины.

Коэффициенты дезактивации по доотмыву мерительного инструмента с применением методов аппликации и натирки представлены на рис. 3.

Из представленных на рис. 3 данных видно, что наилучшие результаты были достигнуты при использовании растворов на основе ТМС «Компо Щ Л1020» и ФТ. Коэффициенты дезактивации

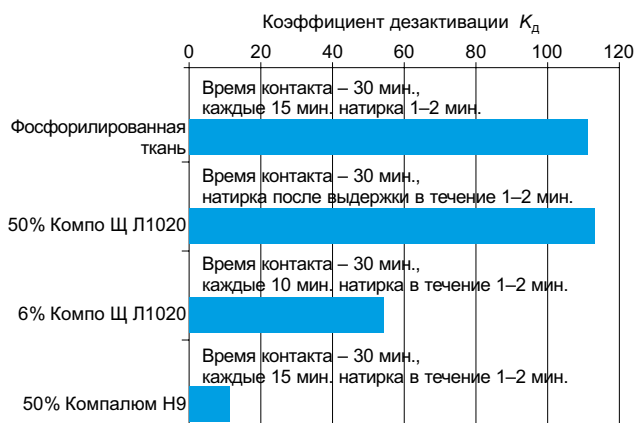


Рис. 3. Режимы дезактивации и результаты испытаний по очистке изделий методом аппликаций и натирки

превышали значение 100. Остаточное снимаемое радиоактивное загрязнение мерительного инструмента не превышало $50 \alpha\text{-част.}/(\text{см}^2\cdot\text{мин})$.

Выводы

Проведены испытания по оценке эффективности использования ТМС производства ООО «ИНТЕРХИММЕТ» для дезактивации мерительного инструмента, изготовленного из углеродистой стали и загрязненного изотопами урана и плутония.

Установлено, что наиболее эффективными дезрастворами при использовании погружного метода с применением УЗ являются «Компалюм Н9» и «Компо Щ Л1020» с массовыми концентрациями 30 и 60 г/дм³ соответственно.

Коэффициенты дезактивации варьировались от 1 600 до 4 000.

Отмечено, что повышение температуры дезрастворов до 50 °С увеличивает их эффективность до трех раз.

Рекомендовано доотмыть инструмента проводить методом аппликаций при использовании растворов «Компо Щ Л1020» с массовой концентрацией 500 г/дм³ и ФТ.

Проведенные коррозионные испытания образцов углеродистой стали показали, что растворы, содержащие ТМС производства ООО «ИНТЕРХИММЕТ» «Компалюм Н9» и «Компо Щ Л1020» с массовыми концентрациями 30 и 60 г/дм³ соответственно, оказывают щадящее коррозионное действие на конструкционный материал мерительного инструмента. За один цикл УЗ дезактивации толщина снимаемого слоя металла не превышает 0,2 мкм.

Литература

- ГОСТ Р 51966-2002. Загрязнение радиоактивное. Технические средства дезактивации. Общие технические требования. — М.: Госстандарт России, 2003. 11 с.
- Перельман В. И. Краткий справочник химика. — М.: Химия, 1964. 624 с.
- ООО «ИнтерХиммет». Официальный сайт. — URL: <https://interchemmet.com> (дата обращения: 01.06.2024).
- Зимон А. Д., Пикалов В. К. Дезактивация. — М.: ИздАТ, 1994. 336 с.

Информация об авторах

Кузнецова Наталья Анатольевна, начальник группы дезактивации оборудования и специзделий центральной заводской лаборатории, ФГУП «ПО «Маяк» (456780, Челябинская обл., Озерск, ул. Ермолаева, д. 18), e-mail: poniku@mail.ru.

Сахненко Ольга Анатольевна, инженер-технолог центральной заводской лаборатории, ФГУП «ПО «Маяк» (456780, Челябинская обл., Озерск, ул. Ермолаева, д. 18), e-mail: sahnenko08@rambler.ru.

Козина Юлия Войтеховна, инженер-технолог центральной заводской лаборатории, ФГУП «ПО «Маяк» (456780, Челябинская обл., Озерск, ул. Ермолаева, д. 18), e-mail: yuka_iris@mail.ru.

Пургина Татьяна Алексеевна, лаборант-радиохимик центральной заводской лаборатории, ФГУП «ПО «Маяк» (456780, Челябинская обл., Озерск, ул. Ермолаева, д. 18), e-mail: meledonok@mail.ru.

Габбасова Надежда Руслановна, лаборант-радиохимик центральной заводской лаборатории, ФГУП «ПО «Маяк» (456780, Челябинская обл., Озерск, ул. Ермолаева, д. 18), e-mail: gabbasova.nadya@mail.ru.

Библиографическое описание статьи

Кузнецова Н. А., Сахненко О. А., Козина Ю. В., Пургина Т. А., Габбасова Н. Р. Оценка возможности применения моющих средств производства ООО «ИНТЕРХИММЕТ» при дезактивации мерительного инструмента из углеродистой стали от альфа-загрязнения // Радиоактивные отходы. 2024. № 4 (29). С. 16–20. DOI: 10.25283/2587-9707-2024-4-16-20.

ASSESSING THE APPLICABILITY OF DETERGENTS PRODUCED
BY INTERKHIHMET FOR CARBON STEEL MEASURING INSTRUMENT
DECONTAMINATION FROM ALPHA EMITTERS

Kuznetsova N. A., Sakhnenko O. A., Kozina Yu. V., Purgina T. A., Gabbasova N. R.

FSUE Mayak PA, Ozyorsk, Chelyabinsk Region, Russia

Article received on July 9, 2024

The article summarizes the studies on the applicability of detergents produced by InterKhimmet (St. Petersburg) in the decontamination of measuring instruments contaminated with alpha-emitting radionuclides. It considers the prospects for measuring instrument decontamination based on the submersion method both with and without ultrasonic exposure, as well as on the combined use of application and rubbing methods. The paper evaluates the corrosive effect produced by these detergents on the structural material of the instruments (carbon steel). The study demonstrates that the studied technical detergents can effectively decontaminate the instruments from alpha-emitters whereas ultrasonic exposure contributes to higher decontamination efficiency. At higher temperatures of up to 50 °C, the decontamination efficiency of solutions grows to up to three times. Corrosion tests showed that the Compo K Clean 1 detergent should be considered as the most aggressive solution for carbon steel instruments. The study recommends Compalum N9 and Compo Shch L1020 technical detergents for measuring instrument decontamination.

Keywords: radioactive waste, decontamination, radioactive contamination, measuring instruments, carbon steel, corrosion.

References

1. GOST R 51966-2002. *Zagryazneniye radioaktivnoye. Tekhnicheskiye sredstva dezaktivatsii. Obshchiye tekhnicheskiye trebovaniya* [Radioactive contamination. Technical facilities for decontamination. General technical requirements]. Moscow, Gosstandart of Russia Publ., 2003. 11 p.
2. Perelman V. I. *Kratkiy spravochnik khimika* [A short reference book for chemists]. Moscow, Himiya Publ., 1964. 624 p.
3. InteRKhimmet. Official website. — URL: <https://interchemmet.com> (accessed on: 01.06.2024).
4. Zimon A. D., Pikalov V. K. *Dezaktivatsiya* [Decontamination]. Moscow, Izdat Publ., 1994. 336 p.

Information about the authors

Kuznetsova Natalya Anatolyevna, Head of the Decontamination Group for equipment and special items, Central Plant Laboratory, FSUE Mayak PA (18, Yermolayev st., Ozyorsk, Chelyabinsk Region, 456780, Russia), e-mail: poniku@mail.ru.

Sakhnenko Olga Anatolyevna, process engineer, Central Plant Laboratory, FSUE Mayak PA (18, Yermolayev st., Ozyorsk, Chelyabinsk Region, 456780, Russia), e-mail: sahnenko08@rambler.ru.

Kozina Julia Voitekhovna, process engineer, Central Plant Laboratory, FSUE Mayak PA (18, Yermolayev st., Ozyorsk, Chelyabinsk Region, 456780, Russia), e-mail: yuka_iris@mail.ru.

Purgina Tatyana Alekseevna, assistant radiochemist, Central Plant Laboratory, FSUE Mayak PA (18, Yermolayev st., Ozyorsk, Chelyabinsk Region, 456780, Russia), e-mail: meledenok@mail.ru.

Gabbasova Nadezhda Ruslanovna, assistant radiochemist, Central Plant Laboratory, FSUE Mayak PA (18, Yermolayev st., Ozyorsk, Chelyabinsk Region, 456780, Russia), e-mail: gabbasova.nadya@mail.ru.

Bibliographic description

Kuznetsova N. A., Sakhnenko O. A., Kozina Yu. V., Purgina T. A., Gabbasova N. R. Assessing the applicability of detergents produced by InterKhimmet for carbon steel measuring instrument decontamination from alpha emitters. *Radioactive Waste*, 2024, no. 4 (29), pp. 16–20. DOI: 10.25283/2587-9707-2024-4-16-20. (In Russian).