

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ДЕЗАКТИВАЦИИ ПАТРОННЫХ ФИЛЬТРОВ ТИПА ЭФП

Н. А. Кузнецова, О. А. Сахненко

ФГУП «ПО «Маяк», Озерск, Челябинская область

Статья поступила в редакцию 19 апреля 2022 г.

*В статье представлены результаты работ по оценке возможности дезактивации патронных фильтров типа ЭФП. Установлено, что для достижения максимальной дезактивации необходимо использовать комбинированный метод, сочетающий последовательную обработку с применением воды и (или) кислотных растворов в режиме гидроударов и погружную дезактивацию с использованием ультразвука. Разработанная технология дезактивации позволяет осуществить достаточно полный рецикл целевого компонента в производственный процесс и предотвратить поступление ядерного материала в окружающую среду при дальнейшем обращении с радиоактивными отходами.*

**Ключевые слова:** дезактивация, фильтрующий патрон, радиоактивное загрязнение, степень очистки, фильтродержатель, ультразвук, режим гидроударов, динамический режим, радиоактивные отходы.

Специфика радиохимического производства предполагает, что в процессах, в которых применяют разные фильтры, участвуют реагенты и вещества, обладающие различными свойствами, — от воды до агрессивных кислот и щелочей. Также процессы фильтрации происходят зачастую в условиях высоких температур и повышенного давления. Из-за этого в производстве фильтров используются такие материалы, как тефлон, полипропилен, фторопласт, полиэфир, полифинилсульфид и другие вещества, которые обладают устойчивостью к вышеперечисленным факторам.

На ФГУП «ПО «Маяк» накоплено определенное количество отработанных полипропиленовых или полиэтиленовых фильтров марки ЭКОПЛАСТ производства ООО «Экспресс-Эко-Фильтр» (г. Обнинск), загрязненных различными

радионуклидами, в том числе и плутонием-239. Для осуществления достаточно полного рецикла целевого компонента в производственном процессе необходимо было разработать технологию дезактивации патронных фильтров типа ЭФП (элемент фильтрующий патронный), позволяющую обеспечить максимальную степень их очистки. Итоги исследования позволят предотвратить распространение ядерного материала в окружающую среду при дальнейшем обращении с отработанными фильтрами, являющимися после их использования твердыми радиоактивными отходами.

При проведении исследований проводилась оценка возможности дезактивации патронных фильтров типа ЭФП марки ЭКОПЛАСТ с использованием ультразвука, а также их обработка проточкой водой или кислотными растворами.

Для испытаний были выбраны фильтры типа ЭФП-101-L (рис. 1). Глубинный фильтрующий элемент марки ЭФП-101-L (ЭФП-ПЭ) предназначен для удаления из жидких сред, в том числе высоко агрессивных, частиц размером более 1 мкм в широком диапазоне температур. Преимущественная область его применения — предварительная и финишная очистка жидкостей от твердых механических частиц [1].



Рис. 1. Внешний вид глубинного фильтрующего элемента марки ЭФП-101

Механизм работы на патронных фильтрующих элементах типа ЭФП относится к тупиковой микрофильтрации, а именно к глубинной фильтрации (за счет большой толщины фильтрующей перегородки). Механические примеси, задерживаемые фильтрующим элементом, накапливаются внутри перегородки до определенного значения гидравлического сопротивления. Многослойная пористая структура элемента фильтра обеспечивает высокую грязеемкость элементов, особенно по отношению к твердым механическим загрязнениям.

Фильтрующий элемент типа ЭФП-101 выполнен из сверхмолекулярного полиэтилена (далее — СВМПЭ) (ТУ 2211-001-98386801) без каких-либо добавок и наполнителей и представляет собой двухслойный полый пористый цилиндр высотой от 90 до 250 мм, в котором общая пористость и размер пор уменьшаются от наружных слоев к внутренним. Слои сформированы из порошков разной дисперсности СВМПЭ. Термоскрепление порошков происходит при спекании изделия в пресс-форме. Фильтрация жидкости осуществляется снаружи вовнутрь фильтра [2].

Фильтрующий элемент выполнен в тупиковом исполнении, имеет одну концевую деталь без отверстия, а другую, проходную, — с резьбовым отверстием. Его торцевые концы выполнены из полипропилена. Эффективность удержания частиц — не менее 98% при заявленном рейтинге фильтрации и рекомендуемой скорости потока жидкости.

Основные характеристики испытываемых ЭФП высотой 125 мм приведены в табл. 1.

Высокая термохимическая стойкость СВМПЭ, близкая к стойкости фторопласта-4, позволяет использовать фильтрующие элементы для

Таблица 1. Основные технические данные фильтрующего элемента

Наименование показателя	Показатель
Марка элемента	ЭФП-101-L/1(10)-125-R
Рейтинг фильтрации, мкм	1
Цвет концевых и переходных деталей	Красный
Эффективность задержания частиц, не менее, %	98
Номинальный расход жидкости ( $\mu = 1$ сПз, $t = 20$ °С), м <sup>3</sup> /ч	0,5
Начальное гидравлическое сопротивление по воде при 20 °С и номинальном расходе жидкости, МПа	25,3
Диапазон рабочих температур, °С	от -60 до +100
Максимальный перепад давления, МПа	1,6
Максимально допустимый обратный перепад давления, МПа	1,2
Диапазон pH	1-14

фильтрации агрессивных жидкостей: кислот, щелочей, спиртосодержащих продуктов, в том числе высокоагрессивных, при нормальной и повышенной температуре в диапазоне от -60 до +100 °С [2]. Высокая механическая прочность элементов марки ЭФП позволяет проводить фильтрацию при высоких перепадах давления и использовать их для вязких сред.

Для проведения исследований использовался однопатронный фильтродержатель марки ДФП-201Д-125АО (рис. 2). Он предназначен для установки в нем одного фильтрующего элемента высотой от 125 до 1000 мм и используются для фильтрации нейтральных и агрессивных жидких сред от механических и коллоидных частиц при производительности не более 2 м<sup>3</sup>/ч (по воде) [3].

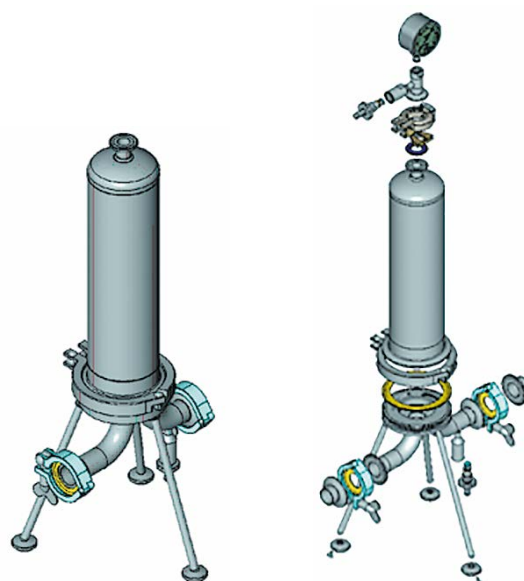


Рис. 2. Фильтродержатель марки ДФП-201Д-125АО

Таблица 2. Результаты дезактивации фильтра от альфа-радионуклидов

Номер дезраствора	Исходное загрязнение, част./см <sup>2</sup> -мин		Остаточное загрязнение, альфа-част./см <sup>2</sup> -мин, после					
			первого цикла		второго цикла		третьего цикла	
	ППАЧ*	мазок	ППАЧ	мазок	ППАЧ	мазок	ППАЧ	мазок
1	65 000	118–1226	49 000	51–670	30 000**	40–610	Не проводили	
2	30 000	40–610	8 000	35–450	6 200	24–388	4 500**	15–342
3	4 500	19–342	3 200	10–60	1 511	6–12	300	4–7
4***	7 550	250–1200	2 807	13–63	445	4–43	365	2–27

\* ППАЧ – плотность потока альфа-частиц.

\*\* Фильтрующий элемент направили на дезактивацию в следующий дезраствор.

\*\*\* Дезактивации подвергали повторно загрязненный фильтрующий элемент.

Методика дезактивации ультразвуковым методом заключалась в следующем: фильтр погружали в рабочий объем ультразвуковой ванны в дезрастворы при температуре от 20 до 25 °С. Составы используемых дезактивирующих растворов:

№ 1 – 30 г/дм<sup>3</sup> HNO<sub>3</sub>;

№ 2 – 60 г/дм<sup>3</sup> HNO<sub>3</sub> + 5 г/дм<sup>3</sup> H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>;

№ 3 – 250 г/дм<sup>3</sup> HNO<sub>3</sub> + 10 г/дм<sup>3</sup> H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>;

№ 4 – 150 г/дм<sup>3</sup> H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> + 5 г/дм<sup>3</sup> мочевины.

Отмывку проводили циклами по 30 мин. Для раствора № 3 продолжительность каждого из них составляла 60 мин. После каждого цикла дезактивации осуществляли замену дезраствора и промывку фильтра под струей воды в течение 5 мин, затем фильтр сушили в вытяжном шкафу не менее 1 сут.

Так как работа проводилась на одном фильтрующем элементе, то после отмывки последнего проводили его повторное загрязнение. Для этого фильтр устанавливали в фильтродержатель ДФП-201Д-125АО и под вакуумом пропускали загрязняющий раствор, содержащий следующие радионуклиды: <sup>238</sup>Pu, <sup>239</sup>Pu, <sup>241</sup>Am, <sup>234</sup>U, <sup>237</sup>Np и др.

Исходное и остаточное загрязнение фильтра оценивали измерением плотности потока частиц непосредственно от его поверхности, а также методом «сухого» мазка, взятого с нее с помощью фильтровальной бумаги.

Определение радиоактивного загрязнения фильтра проводили с помощью радиометрической установки МКС-АТ1117М. Контроль остаточного снимаемого радиоактивного загрязнения осуществляли по одной-трем точкам. Значение загрязнения вычисляли как среднее арифметическое трех-пяти последовательных измерений в каждой точке.

Для оценки эффективности отмывки фильтра определяли коэффициент дезактивации  $K_d$ , который вычисляли по формуле:

$$K_d = A_0 / A_k, \quad (1)$$

где  $A_0$  – начальное загрязнение фильтра, част./см<sup>2</sup>-мин,  $A_k$  – остаточное загрязнение фильтра после дезактивации, част./см<sup>2</sup>-мин.

Результаты дезактивации приведены в табл. 2–4.

Из табл. 2 видно, что наиболее эффективными по отношению к удалению альфа-радионуклидов являются дезрастворы № 3 и № 4. Остаточное снимаемое альфа-загрязнение после трех циклов дезактивации не превышало 27 част./см<sup>2</sup>-мин, ППАЧ не превышала 365 част./см<sup>2</sup>-мин).

Азотно-оксалатный раствор № 3 (за счет повышенных концентраций реагентов) более чем в два раза эффективнее раствора № 2. За три цикла обработки фильтра в присутствии ультразвука удалось снизить радиоактивное загрязнение от 6 до 20 раз (табл. 3).

Таблица 3. Эффективность дезактивации фильтра от альфа-радионуклидов

Номер дезраствора	Исходное загрязнение, част./см <sup>2</sup> -мин	Коэффициенты дезактивации $K_d$ , после			Суммарное значение $K_d$
		первого цикла	второго цикла	третьего цикла	
1	65 000	1,3	1,6	–	2,2
2	30 000	3,8	1,3	1,4	6,6
3	4 500	1,6	1,9	5,0	15,0
4*	7 650	2,8	5,8	1,3	21,1

\* Дезактивации подвергали повторно загрязненный фильтр.

В ходе проведения работ отмечено, что эффективность дезактивации возрастает с увеличением времени отмывки. Так, например, при обработке фильтра раствором № 3 на третьем цикле дезактивации увеличение времени выдержки в два раза позволило повысить коэффициент дезактивации до 5. За три цикла обработки растворами № 3 и № 4 коэффициенты дезактивации составили соответственно 15,0 и 21,1.

Из табл. 4 видно, что уровни исходного бета-загрязнения фильтрующего элемента незначительны. Высокую эффективность отмывки от бета-загрязнения показали все дезрастворы. Остаточное снимаемое загрязнение после трех циклов

Таблица 4. Результаты дезактивации фильтра от бета-радионуклидов

Номер дезраствора	Исходное загрязнение, част./см <sup>2</sup> -мин)		Остаточное загрязнение, бета-част./см <sup>2</sup> -мин, после					
			первого цикла		второго цикла		третьего цикла	
	ППБЧ*	мазок	ППБЧ	мазок	ППБЧ	мазок	ППБЧ	мазок
1	200	180–216	180	101–115	120	37–76	Не проводили**	
2	120	37–76	72	20–40	45	20–40	20	3–20
3	220	41–213	190	фон–176	60	фон–50	30	фон–25
4***	38	15–23	27	10–16	22	9–13	19	6–11

\* ППБЧ – плотность потока бета-частиц.  
 \*\* Фильтр направили на дезактивацию в дезраствор № 2.  
 \*\*\* Дезактивации подвергали повторно загрязненный фильтрующий элемент.

обработки не превышало 25 част./см<sup>2</sup>-мин), а плотность потока бета-частиц не превышала 30 част./см<sup>2</sup>-мин).

Альфа-спектрометрический [4] анализ проб отработанных дезрастворов показал (рис. 3), что их объемная активность с увеличением количества обработок (циклов дезактивации) уменьшается. Это связано со снижением общего уровня радиоактивного загрязнения фильтров после проведения каждого последующего цикла. Наибольшую дезактивирующую способность показал раствор № 3. Объемная активность отработанного дезраствора после третьего цикла уменьшилась на три порядка по сравнению с результатом, полученным после первого.

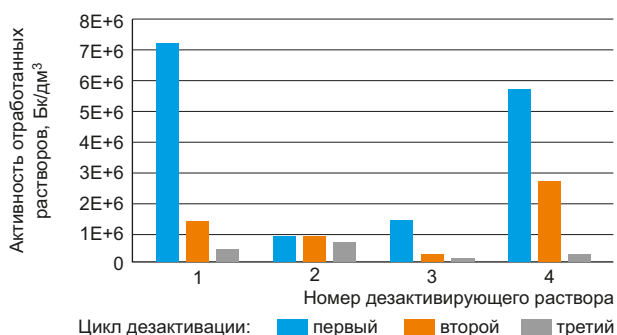


Рис. 3. Изменение объемной активности отработанных растворов в зависимости от цикла дезактивации

Перед проведением операции повторного загрязнения (в случае использования раствора № 4) осуществили предварительную промывку фильтра, установленного в фильтродержатель, водой. Анализ пробы промывного раствора показал, что объемная активность раствора была на два порядка выше значения, полученного при анализе пробы отработанного раствора № 3 после третьего цикла дезактивации. Таким образом, можно утверждать, что

дезактивация фильтра погружным методом с использованием ультразвука позволяет отмыть лишь его внешнюю поверхность. Достичь качественной отмывки фильтра по всему объему фильтрующего элемента этим методом невозможно из-за экранирования внутренних слоев внешними (фильтр имеет многослойную пористую структуру).

На следующем этапе работы оценили возможность дезактивации патронного фильтра путем промывки последнего в прямом и обратном направлении как в динамическом режиме, так и в режиме гидроударов.

Промывку фильтра в динамическом режиме осуществляли путем последовательного пропускания промывного раствора через фильтродержатель под вакуумом со скоростью от 2 до 5 см<sup>3</sup>/с.

Промывка в режиме гидроударов заключалась в пропускании промывного раствора с периодическим включением на 30 с и отключением вакуума на 5 с.

В качестве промывных растворов использовали:

- азотную кислоту с массовой концентрацией от 30 до 100 г/дм<sup>3</sup>;
- азотно-фторидный раствор состава 380 г/дм<sup>3</sup> HNO<sub>3</sub> + 3 г/дм<sup>3</sup> HF.

Эксперименты проводили как при комнатной температуре растворов, так и при 60 °С.

Перед каждым этапом дезактивации проводили повторное загрязнение фильтрующего элемента раствором, представлявшим собой смесь, состоящую из осветленной части и осадка. Альфа-спектрофотометрический анализ осветленной части и осадка показал, что основной вклад в альфа-активность раствора вносит радионуклид <sup>239</sup>Pu, а также <sup>241</sup>Am, <sup>238</sup>Pu, <sup>232</sup>Th, <sup>235</sup>U, <sup>238</sup>U и <sup>239</sup>Np и другие альфа-активные нуклиды. Объем осадка был незначительный и составлял не более 5%. Суммарная объемная альфа-активность исходных загрязняющих растворов составляла от 4,5·10<sup>5</sup> до 2,3·10<sup>7</sup> Бк/дм<sup>3</sup>. Основу осадка представляли соединения бария и серы. Также в нем

**Таблица 5. Результаты эксперимента по дезактивации фильтрующего элемента раствором азотной кислоты с массовой концентрацией 100 г/дм<sup>3</sup> при комнатной температуре**

Операция	Объем раствора V, см <sup>3</sup>	Объемная активность раствора A, Бк/дм <sup>3</sup>	Суммарная активность раствора ΣA, Бк	Степень очистки от <sup>239</sup> Pu, %
Загрязнение фильтра	1 400,0	4 546,4	6 365	–
Фильтрат	1 325,0	276,0	366	–
Динамический режим с использованием кислотного раствора	590,0	8 300,0	4 897	81,6
Промежуточная промывка в динамическом режиме	570,0	480,0	274	6,9
	595,0	234,0	139	
Режим гидроударов с использованием кислотного раствора	582,0	119,9	70	4,2
	595,0	110,1	66	
	580,0	145,0	84	
	335	94,9	32	
	335,0	94,9	32	
Промежуточная промывка в динамическом режиме	600,0	41,3	25	0,5
	400,0	8,0	3	
<b>Итого</b>				<b>93,2</b>

**Таблица 6. Результаты эксперимента по регенерации фильтрующего патрона азотнофторидным раствором**

Операция	Объем раствора V, см <sup>3</sup>	Объемная активность раствора A, Бк/дм <sup>3</sup>	Суммарная активность раствора ΣA, Бк	Степень очистки от <sup>239</sup> Pu, %
Загрязнение фильтра	740	2,28·10 <sup>7</sup>	1,69·10 <sup>7</sup>	–
Фильтрат	575	8,8·10 <sup>3</sup>	5,06·10 <sup>3</sup>	–
Динамический режим с использованием азотнофторидного раствора при температуре 20 °С	1 010	1,5·10 <sup>7</sup>	1,52·10 <sup>7</sup>	89,7
Промежуточная промывка в динамическом режиме	500	1,44·10 <sup>7</sup>	7,2·10 <sup>5</sup>	7,4
	563	9,4·10 <sup>5</sup>	5,3·10 <sup>5</sup>	
Режим гидроударов с использованием азотнофторидного раствора при температуре 20 °С	550	5,09·10 <sup>5</sup>	2,8·10 <sup>5</sup>	1,9
	420	9,9·10 <sup>4</sup>	4,2·10 <sup>4</sup>	
Промежуточная промывка в динамическом режиме	560	2,19·10 <sup>4</sup>	1,23·10 <sup>4</sup>	0,1
	400	2,21·10 <sup>4</sup>	8,86·10 <sup>3</sup>	
Режим динамический с использованием азотнофторидного раствора при температуре 60 °С	550	1,90·10 <sup>5</sup>	1,04·10 <sup>5</sup>	0,7
	570	2,99·10 <sup>4</sup>	1,71·10 <sup>4</sup>	
Промежуточная промывка в динамическом режиме	565	2,33·10 <sup>4</sup>	1,32·10 <sup>4</sup>	0,1
	570	1,58·10 <sup>4</sup>	9,03·10 <sup>3</sup>	
<b>Итого</b>				<b>99,9</b>

содержались следовые количества кремния, хлора, фосфора, железа и хрома.

После дезактивации отбирали пробы отработанных промывных растворов для определения их суммарной альфа-активности [4]. Затем фильтрующий элемент сушили не менее 1 сут. После высыхания проводили измерения остаточного поверхностного радиоактивного загрязнения материала фильтрующего элемента как по потоку, так и по мазку с помощью радиометрической установки МКС-АТ1117М.

Промежуточные промывки фильтра после очистки загрязняющего раствора и между основными методами дезактивации (динамический режим и режим гидроударов) осуществляли с

использованием раствора азотной кислоты с молярной концентрацией не более 30 г/дм<sup>3</sup>.

Результаты экспериментов приведены в табл. 5, 6 и на рис. 4, 5.

Из табл. 5 видно, что промывка фильтра азотнокислым раствором обратным потоком в динамическом режиме составила 81,6%. Доочистку фильтра проводили обратным потоком в режиме гидроударов. Суммарный выход целевого компонента составил 93,2%.

Результаты эксперимента по отмывке фильтрующего патрона азотнофторидным раствором приведены в табл. 6.

Из нее видно, что промывка фильтра азотнофторидным раствором в динамическом режиме

## Переработка, кондиционирование и транспортирование РАО

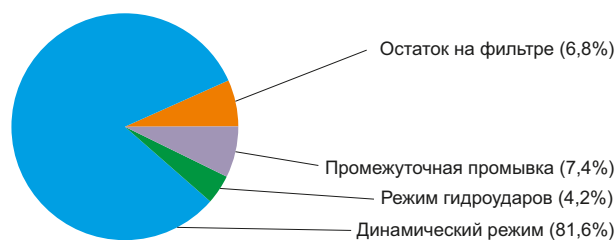


Рис. 4. Диаграмма распределения активности растворов в процентах после промывки азотной кислотой фильтрующего патрона, загрязненного плутонием

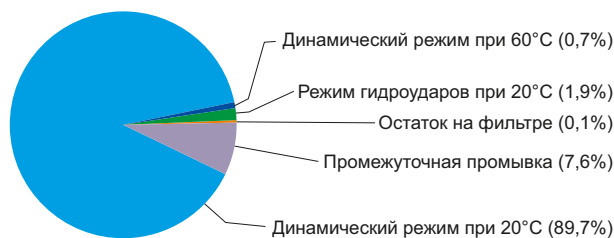


Рис. 5. Диаграмма распределения активности растворов в процентах после промывки азотно-фторидным раствором фильтрующего патрона, загрязненного плутонием

при комнатной температуре позволила очистить его на 97,1% (с учетом промывки фильтра слабокислым раствором азотной кислоты в динамическом режиме). Дальнейшая промывка фильтра в режиме гидроударов снизила количество радионуклидов в нем на 2,0%. В целом применение азотно-фторидного раствора в качестве дезактивирующего позволило увеличить степень очистки патрона на 8%.

Из представленных данных видно, что максимального извлечения целевого компонента можно достичь путем сочетания двух методов дезактивации (динамического режима и режима гидроударов).

С целью повышения очистки фильтрующего элемента и снижения МАЭД был опробован комбинированный метод, сочетающий в себе последовательную обработку с применением воды и (или) кислотных растворов в режиме гидроударов и погружную дезактивацию с наложением ультразвука.

Результаты показали, что введение дополнительной операции ультразвуковой дезактивации позволяет качественно домыть внешние слои фильтрующего элемента и снизить МАЭД от фильтра в 2 раза, тем самым уменьшить дозовую нагрузку на персонал при дальнейшем обращении с фильтрами.

### Заключение

Проведена оценка возможности дезактивации патронных фильтров типа ЭФП. Установлено, что ультразвуковая дезактивация эффективна в случае поверхностного загрязнения патрона и позволяет провести качественную отмычку лишь только внешних слоев фильтрующего элемента. Кислотная промывка фильтрующего

патрона обратным потоком как в динамическом режиме, так и в режиме гидроударов позволяет практически полностью удалить радиоактивное загрязнение с его внутренних фильтрующих слоев.

Для достижения максимальной дезактивации патронных фильтров типа ЭФП необходимо использовать комбинированный метод, сочетающий в себе последовательную обработку с применением воды и (или) кислотных растворов в режиме гидроударов и погружную дезактивацию с использованием ультразвука.

Установлено, что во всех экспериментах остаточное содержание плутония-239 в матрице фильтрующего материала после дезактивации не превышало контрольного значения, позволяющего обращаться с дезактивируемыми фильтрами как с твердыми радиоактивными отходами, не содержащими ядерные материалы. Кроме того, после проведения дезактивации фильтров с использованием данной технологии они могут быть отнесены к 3 классу по условиям захоронения.

### Литература

1. URL: [http://www.express-eco.ru/catalog/filtri/filtri\\_zhidkosti/ecoplast-pe](http://www.express-eco.ru/catalog/filtri/filtri_zhidkosti/ecoplast-pe) (дата обращения 11.10.2021).
2. URL: <http://www.express-eco.ru/catalog/derzh/odnopatron> (дата обращения 11.10.2021).
3. Рекомендации по регенерации элементов фильтрующих патронных марки ЭФП : рекомендация / ООО «Экспресс Эко-Фильтр».
4. Альфа-спектрометрический метод анализа. Методика измерений активности и определения состава альфа-излучающих радионуклидов в веществах: И.ЦЗЛ.МИ.231-2014. Инв. №ЦЛ1/286. Исп. А. В. Антипин. — Озерск, ФГУП «ПО «Маяк», 2014.

### Информация об авторах

Кузнецова Наталья Анатольевна, начальник группы дезактивации оборудования и специзделий центральной заводской лаборатории, ФГУП «ПО «Маяк» (456780, Челябинская обл., Озерск, ул. Ермалова, 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.

### Библиографическое описание статьи

Кузнецова Н. А., Сахненко О. А. Оценка возможности дезактивации патронных фильтров типа ЭФП // Радиоактивные отходы. 2022. № 2 (19). С. 49–55. DOI: 10.25283/2587-9707-2022-2-49-55.

---

## ASSESSMENT OF CAPABILITIES FOR EFP CARTRIDGE FILTER DECONTAMINATION

**Kuznetsova N. A., Sakhnenko O. A.**

FSUE Mayak PA, Ozyorsk, Chelyabinsk Region, Russia

Article received on April 19, 2022

*Under this study, tested were the decontamination options for cartridge filters of EFP type and it was established that a mixed method should be used to achieve maximum efficiency of EFP cartridge filter decontamination. The method should combine sequential processing using water and/or acid solutions in hydraulic impact mode and ultrasonic decontamination by immersion. The developed decontamination technique provides quite complete recycling of target element into the industrial process and prevents the release of nuclear material into the environment during further radioactive waste management under long-term storage conditions.*

**Keywords:** decontamination, filter cartridge, radioactive contamination, purification efficiency, filter holder, ultrasound, hydraulic impact mode, dynamic mode, radioactive waste.

### References

1. URL: [http://www.express-eco.ru/catalog/filtri/filtri\\_zhidkosti/ecoplast-pe](http://www.express-eco.ru/catalog/filtri/filtri_zhidkosti/ecoplast-pe) (accessed on 11.10.2021).
2. URL: <http://www.express-eco.ru/catalog/derzh/odnopatron> (accessed on 11.10.2021).
3. Rekomendatsii po regeneratsii elementov fil'truyushchikh patronnykh marki EFP: rekomendatsiya [Recommendations on the Recycling of Cartridge Filter Elements of the EFP Brand: Recommendation] / OOO Ekspress Eko-Fil'tr. May 14, 2019.
4. Al'fa-spektrometricheskii metod analiza. Metodika izmereniy aktivnosti i opredeleniya sostava al'fa-izluchayushchikh radionuklidov v veshchestvakh: I.TSZL.MI.231-2014. Isp. A. V. Antipin [Alpha Spectrometric Method of Analysis. Method Applied to Measure the Activity and to Determine the Composition of Alpha-Emitting Radionuclides in Substances: I.TsZL.MI.231-2014. Performed by A. V. Antipin]. Inv. no. TSL1/286. — Ozersk, FSUE PA Mayak, 2014.

---

### Information about the authors

*Kuznetsova Natalya Anatolyevna*, Head of the Group on Decontamination of Equipment and Special Products, 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.

### Bibliographic description

Kuznetsova N. A., Sakhnenko O. A. Assessment of Capabilities for EFP Cartridge Filter Decontamination. *Radioactive Waste*, 2022, no. 2 (19), pp. 49–55. DOI: 10.25283/2587-9707-2022-2-49-55. (In Russian).