

УДК 621.039.71

© 2003

СИСТЕМА ОБРАЩЕНИЯ С НИЗКОАКТИВНЫМИ ЖИДКИМИ ОТХОДАМИ ПО «МАЯК» – ТЕКУЩАЯ СИТУАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ

*Ю.В. Глаголенко, С.И. Ровный, Г.М. Медведев, О.М. Слюнчев, Е.Г. Дрожко
Россия, г. Озерск, ПО «Маяк»*

*В.М. Гелис
Россия, г. Москва, ИФХ РАН*

Рассмотрена структура и состав жидких низкоактивных отходов, образующихся в результате производственной деятельности ПО «Маяк». Приведены количественные характеристики отходов; рассмотрена действующая схема обращения и основные направления ее развития.

Жидкие низкоактивные отходы (НАО) ПО «Маяк» формируются из следующих групп отходов:

- жидкие радиоактивные отходы (ЖРО) завода по переработке отработанного ядерного топлива,
- отработанные регенерационные растворы установки химического обессоливания и очистки воды водоема-охладителя,
- хозяйственно-бытовые и ливневые воды промплощадки,
- сбросные воды спецпрачечной,
- сточные воды спецканализации химико-металлургического завода,
- хозяйственно-бытовые воды химико-металлургического завода.

Схема обращения с жидкими НАО, которая сложилась на ПО «Маяк», представлена на рис. 1.

Химический состав и активность жидких низкоактивных отходов представлены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что жидкие радиоактивные отходы завода по переработке отработанного топлива имеют максимальное содержание радионуклидов по сравнению с другими отходами данной категории и оказывают наибольшее влияние на радиохимическую об-

становку. По этой причине они являются первоочередными с точки зрения разработки способов их очистки.

Очистка НАО завода регенерации отработанного топлива осуществляется на участке переработки технологических сбросов (УПТС) по схеме, которая включает в себя следующие операции:

- усреднение сбросов,
- коагуляцию сульфатом железа,
- отстаивание в течение 10–12 ч,
- фильтрование через песчано-кварцевые фильтры,
- сорбцию на ионообменных смолах.

Ионообменная очистка проводится по одно- или двухступенчатой схеме ионирования в зависимости от состава ЖРО, поступающих на очистку. Максимальная производительность ионообменных фильтров составляет 8000 м³/сут при одноступенчатой схеме очистки и 5000 м³/сут при двухступенчатой.

Благодаря проведению ряда мероприятий объем НАО данной категории за период с 1989 по 2000 гг. был снижен с 1,3 млн м³/год до 350–400 тыс. м³/год. Динамика изменения объема НАО и, соответственно, поступления с ними солей и радионуклидов приведена в табл. 2.

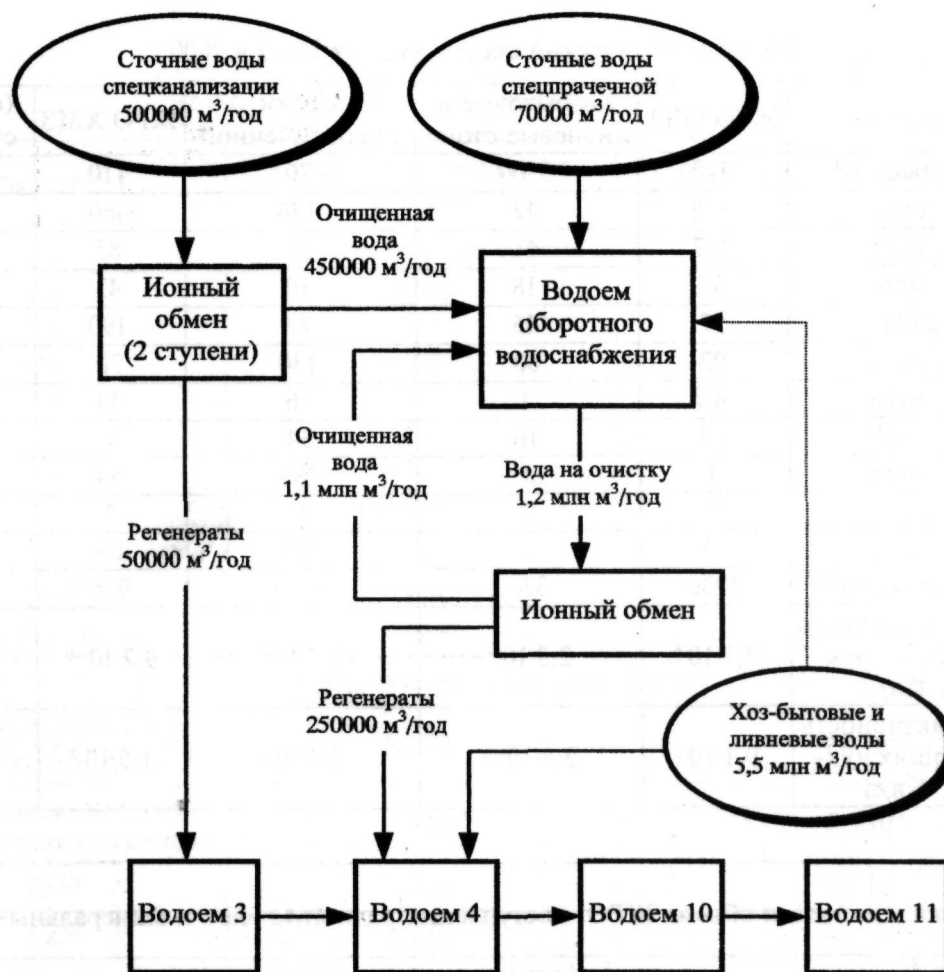


Рис. 1. Схема обращения с жидкими низкоактивными отходами ПО «Маяк»

На проведение ионообменной очистки ежегодно расходуется ~290 т азотной кислоты и 120 т гидроксида натрия.

Очищенная от солей и радионуклидов вода сбрасывается в водоем оборотного водоснабжения, а образовавшиеся вторичные отходы (регенераты и суспензия) поступают в специальный водоем-хранилище. Объем вторичных отходов составляет ~10% от объема НАО, поступивших на переработку.

Химический и радионуклидный составы вторичных отходов от переработки НАО при-

ведены в табл. 3.

Вторую группу отходов составляют регенераты установки очистки и обессоливания воды водоема-охладителя, который используется на ПО «Маяк» для производственных целей более 50 лет и нуждается в проведении реабилитационных работ. Очистка воды водоема-охладителя проводится на заводе водоподготовки по схеме последовательного одноступенчатого Н-ОН-ионирования на ионитах КУ-2-8, сульфуголе и АН-31. Очищенная вода возвращается в водоем-охладитель, а от-

Таблица 1

Объем и химический состав жидких НАО в 2000 г.

Показатель	ЖРО ОЯТ	Хозбытовые и ливневые стоки	Стоки спецпрачечной	ЖРО ХМЗ	Хозбытовые стоки ХМЗ
Объем, тыс. м ³	320	5300	70	110	170
Na ⁺ , мг/л	155	42	146	460	54
Ca ²⁺ , мг/л	117	41	22	85	40
Mg ²⁺ , мг/л	53	18	10	43	12
Cl, мг/л	57	45	72	190	43
SO ₄ ²⁻ , мг/л	92	60	130	70	72
NO ₃ ⁻ , мг/л	507	1	56	11	4
C ₂ O ₄ ²⁻ , мг/л	65	10	34	7	2
PO ₄ ³⁻ , мг/л	1	1	285	54	9
NO ₂ ⁻ , мг/л	24	2	5	2	1
ПАВ, мг/л	33	2	320	65	1
Сухой остаток, мг/л	1230	320	1050	976	514
Объемная активность β-излучающих нуклидов, Ки/л	3,7·10 ⁻⁶	2,3·10 ⁻⁹	1,7·10 ⁻⁷	9,2·10 ⁻¹⁰	1,5·10 ⁻¹⁰
Объемная активность α-излучающих нуклидов, Ки/л	9,1·10 ⁻⁸	3,8·10 ⁻¹⁰	2,9·10 ⁻⁸	1,8·10 ⁻⁷	9,8·10 ⁻¹¹

Таблица 2

Динамика изменения объема ЖРО, поступления радионуклидов и минеральных солей

Год	Объем, тыс. м ³ /год	Активность β-излучающих нуклидов, Ки/год	Солесодержание, т/год
1989	1305	3622	1106
1990	1019	3970	1103
1991	878	3297	939
1992	708	1903	983
1993	637	1797	1006
1994	493	2137	629
1995	443	997	347
1996	388	977	233
1997	388	446	233
1998	378	546	236
1999	464	802	392
2000	321	1184	367
2001	357	1722	323

Таблица 3

Химический и радионуклидный составы вторичных отходов от переработки жидких НАО в 2000 г.

Показатели	Регенераты+суспензия с УПТС	Регенераты с установки обессоливания воды водоема-охладителя
Химический состав, мг/л		
Na ⁺	2600	120
Ca ²⁺	703	60
Mg ²⁺	320	606
Cl ⁻	260	90
SO ₄ ²⁻	540	590
NO ₃ ⁻	11540	4
C ₂ O ₄ ²⁻	280	15
PO ₄ ³⁻	4	<1
NO ₂ ⁻	110	2
ПАВ	170	2
Сухой остаток	19000	1200
Радионуклидный состав, Ки/л		
Объемная активность α-излучающих нуклидов	5,2·10 ⁻⁶	4,0·10 ⁻¹⁰
Объемная активность β-излучающих нуклидов	2,4·10 ⁻⁵	1,3·10 ⁻⁶
Cs ¹³⁷	7,1·10 ⁻⁷	5,8·10 ⁻⁷
Co ⁶⁰	7,6·10 ⁻⁷	2,0·10 ⁻¹¹
Sr ⁹⁰ +Y ⁹⁰	2,1·10 ⁻⁵	6,0·10 ⁻⁷

работанные регенерационные растворы направляются в водоем-хранилище. Химический состав и содержание радионуклидов в данной группе отходов также приведены в табл. 3.

Самую значительную группу НАО по объему составляют хозяйственно-бытовые и ливневые воды промплощадки, которые формируются за счет сточных вод душевых, санузлов и ливневых вод. Объем их составляет 5,5 млн м³/год. Половина из них сбрасывается в водоем оборотного водоснабжения, вторая половина – в водоем-хранилище. Очистка отходов данной категории в настоящее время не производится, хотя кроме химических компо-

нентов они содержат и радионуклиды (табл. 1). На ПО «Маяк» разработан проект очистных сооружений по очистке хозяйственно-бытовых и ливневых вод промплощадки с применением биологической очистки, коагуляции, фильтрования через песчано-кварцевые фильтры.

Сложной по химическому составу группой НАО являются растворы спецпрачечной ПО «Маяк». Данная группа отходов в объеме 70 тыс. м³/год без очистки сбрасывается в водоем-охладитель. Растворы спецпрачечной содержат значительное количество поверхностно-активных и моющих веществ, затрудняю-

Таблица 4

Поступление химических веществ и радионуклидов в промышленные водоемы ПО «Маяк» в 2000 г.

Показатели	Водоемы				
	Водоем 2	Водоем 3	Водоем 4	Водоем 6	Водоем 17
Объем, тыс. м ³ /год	257	51	5	289	60
Поступление α-излучающих нуклидов, Ки/год	5,4	27	0,5	0,05	11
Поступление β-излучающих нуклидов, Ки/год	8,4	1235	7,4	0,06	450
Поступление солей, т/год	48	840	290	—	45

щих их переработку (сульфонол, триполифосфат, ОП-10 и т.д.). В водоем-охладитель с водами спецпрачечной поступает до 50 т/год моющих веществ и до 40 Ки/год бета-излучающих нуклидов, что отрицательно влияет на химическое и биологическое состояние водоема. В этой связи интенсивно проводятся исследования по очистке вод спецпрачечной с применением мембранной технологии.

Отдельную группу НАО ПО «Маяк» составляют сбросные воды спецканализации и хозяйственные стоки химико-металлургического завода.

Сбросные воды спецканализации (~100 тыс. м³/год) перерабатываются на очистных сооружениях, расположенных на территории химико-металлургического завода, по технологической схеме, включающей коагуляцию двухвалентным сернокислым железом и фильтрование через древесные опилочные фильтры. Фильтрат после опилочных фильтров сбрасывается в водоем оборотного водоснабжения, а образовавшаяся гидратно-шламовая пульпа передается в емкости для промежуточного хранения, а затем вывозится в водоем-хранилище отходов.

В настоящее время на ПО «Маяк» проводятся опытно-промышленные испытания мембранных способов очистки сбросных вод спецканализации химико-металлургического

завода.

Хозяйственные воды промплощадки (~170 тыс. м³/год) подвергаются очистке по технологической схеме, включающей двухстадийное отстаивание, фильтрование через биофильтры и обеззараживание. Очищенная вода поступает в водоем оборотного водоснабжения химико-металлургического завода, а суспензия после отстойников — на иловые поля, расположенные на территории завода.

Поступление в промышленные водоемы химических веществ и радионуклидов с ЖРО и вторичными отходами от их переработки по среднегодовым данным за 2000 г. приведено в табл. 4.

Со вторичными отходами ежегодно в водоемы-хранилища поступает ~1000–1200 т солей и около 1000–1200 Ки радионуклидов, что приводит к постепенному ухудшению химического, радиохимического и биологического состояния промышленных водоемов.

С точки зрения современной концепции обращения с НАО технологические схемы переработки отходов, используемые на ПО «Маяк», имеют существенные недостатки:

- содержание радионуклидов в очищенной воде может превышать нормы, позволяющие осуществить ее сброс в открытую гидросеть;
- образование большого объема вторичных

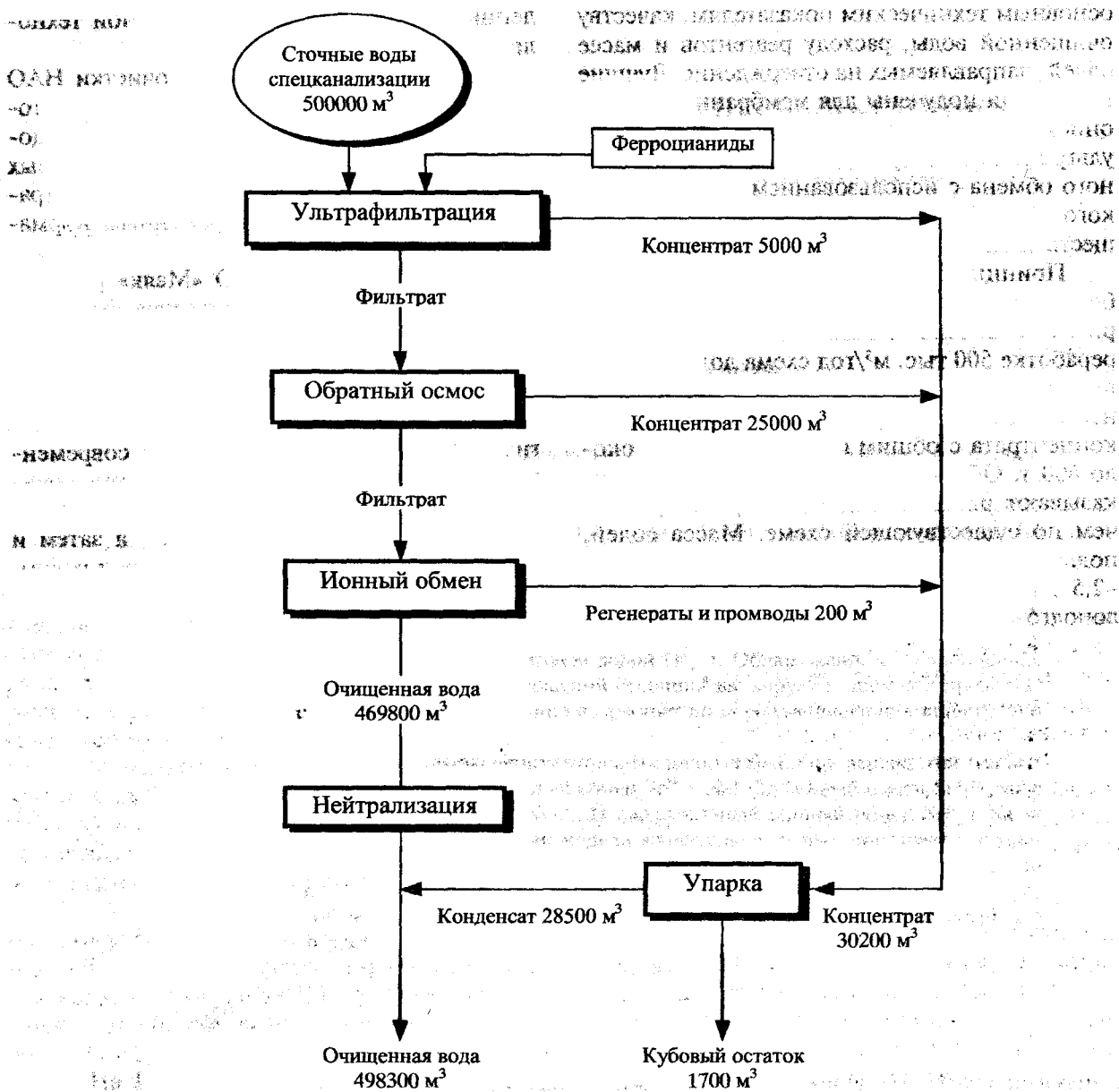


Рис. 2. Мембранно-сорбционная схема переработки ЖРО завода по переработке отработанного ядерного топлива

отходов, которые локализуются в водах-хранилищах.

С целью создания эффективной схемы переработки жидких низкоактивных отходов на ПО «Маяк» совместно с институтами ВНИ-

ИНМ, НПО РИАН, ИФХРАН и др. выполнен комплекс научно-исследовательских работ, результатом которых стала разработка нескольких вариантов схем очистки НАО. Проведено сравнение предложенных схем по

основным техническим показателям, качеству очищенной воды, расходу реагентов и массе солей, направляемых на отверждение. Лучшие показатели получены для мембранно-сорбционной схемы очистки, совмещающей методы ультрафильтрации, обратного осмоса и ионного обмена с использованием технологического оборудования и инфраструктуры уже существующих на заводе водоподготовки.

Принципиальная схема мембранно-сорбционной переработки НАО представлена на рис. 2. Согласно данной технологии при переработке 500 тыс. м³/год схема должна обеспечить очистку растворов до активности менее 10⁻⁸ Ки/л и получение около 1700 м³/год концентрата с общим солесодержанием около 600 т. Объем вторичных отходов, как показывают расчеты, будет в ~2 раза меньше, чем по существующей схеме. Масса солей, подлежащих отверждению, будет снижена в ~2,5 раза. В настоящее время на заводе водоподготовки смонтирован опытно-промыш-

ленный стенд для испытания данной технологии.

Образующийся в процессе очистки НАО концентрат предполагается отверждать методом цементирования. В результате исследовательских работ разработан ряд оригинальных составов для отверждения солевых концентратов, удовлетворяющих современным нормативным требованиям.

Таким образом, на ПО «Маяк» разрабатывается экологически безопасная схема обращения с жидкими отходами низкого уровня активности. Концепция обращения с жидкими НАО, предполагает поэтапный перевод очистных сооружений предприятия на экологически безопасные, отвечающие современным требованиям технологические схемы очистки жидких радиоактивных отходов, которые позволят существенно сократить, а затем и прекратить поступление химических и радиоактивных компонентов в Теченский каскад водоемов.

