

УДК 504.064.47:621.357.7

В. Н. Марцуль, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой (БГТУ);
А. В. Лихачева, кандидат технических наук, доцент (БГТУ);
Л. А. Шибка, кандидат химических наук, доцент (БГТУ);
О. С. Залыгина, кандидат технических наук, доцент (БГТУ);
В. И. Романовский, кандидат технических наук, ассистент (БГТУ);
В. В. Ходин, РУП «Бел НИЦ «Экология»

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ШЛАМОВ И ОСАДКОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В статье приведены результаты инвентаризации гальванических шламов и осадков очистных сооружений, образующихся на предприятиях Республики Беларусь. Выполнен анализ представленной информации и сделаны выводы, позволяющие заключить, что, несмотря на существующую систему учета образующихся на предприятиях отходов, имеет место несоответствие задекларированного вида отхода фактически хранящемуся на территории промышленного объекта. Это связано, в первую очередь, с длительным периодом накопления и хранения отходов гальванического производства, за который происходило репрофилирование работы предприятия, изменение технологических процессов гальванического производства, смена собственника, утеря документов и т. д. Помимо этого, при хранении шламов и осадков сточных вод гальванического производства зачастую происходит их подсушка, что изменяет массу отходов. Такое положение дел вызывает необходимость детальной инвентаризации накопившихся отходов, уточнение их состава и количества.

In article results of inventory galvanic sludge and deposits of the treatment facilities formed at the enterprises of Byelorussia are presented. The analysis of the presented information is carried out and the conclusions are drawn, allowing to conclude, that, despite existing system of the account of a waste formed at the enterprises, discrepancy of the declared kind of a withdrawal actually stored on industrial target territory takes place. It is connected, first of all, with the long period of accumulation and storage of a waste of galvanic manufacture for which there was a reshaping of work of the enterprise, change of technological processes of galvanic manufacture, change of the proprietor, loss of documents etc. Besides it at storage sludge and deposits of sewage of galvanic manufacture frequently occurs them pre-drying, that changes weight of a waste. Such state of affairs causes of detailed inventory of the collected waste, specification of their structure and quantity.

Введение. В составе крупнейших предприятий машиностроения, приборостроения, металлургии Беларуси используются процессы нанесения металлических покрытий и обработки поверхности с целью придания ей необходимых свойств. Электрохимический (гальванический) способ нанесения покрытий является наиболее распространенным и применяется для нанесения металлических покрытий, а также для получения оксидных пленок при анодной обработке изделий.

По сравнению с другими этот способ является наиболее совершенным. Основным его преимуществом является возможность получать покрытия заданной толщины – от нескольких до десятков и даже сотен микрон.

В процессах обработки поверхности с целью придания ей антикоррозионных и декоративных свойств используются разнообразные реагенты, содержащие тяжелые металлы. Они входят в состав побочных продуктов этого производства – твердых и жидких отходов, сточных вод, выбросов в атмосферу.

В результате предприятия, в составе которых функционируют гальванические участки, являются основными источниками поступления токсичных тяжелых металлов в объекты

окружающей среды. Установленные нормативы допустимых концентраций по ионам тяжелых металлов для сточных вод, отводимых в канализационные сети, часто не выполняются, что затрудняет работу городских очистных сооружений. При очистке сточных вод на локальных очистных сооружениях образуются осадки, которые относятся к отходам третьего-четвертого классов опасности. В процессе использования технологических растворов образуются шламы, которые практически не используются и хранятся на площадках предприятий. На платежи за превышение установленных нормативов допустимых концентраций и хранение шламов на площадке предприятия расходуют значительные средства, которые переносятся на себестоимость продукции.

В Республике Беларусь оценка гальванического производства с позиций его воздействия на окружающую среду не проводилась. Работы по совершенствованию технологии и оборудования очистки сточных вод гальванического производства не координируются на уровне республики, что приводит к использованию на практике устаревших технологий и оборудования, неоправданному расходованию средств.

Таблица 1

**Динамика образования, использования и удаления отходов
на предприятиях Республики Беларусь за 2009 и 2010 гг., т [1, 2]**

Регион	Количество образующихся отходов		Использовано, передано, реализовано отходов		Количество удаленных отходов		Наличие отходов на конец года	
	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.	2009 г.	2010 г.
Брестская область	94,33	83,27	38,40	21,30	67,73	64,73	402,22	401,34
Витебская область	39,17	38,62	0,00	0,18	39,17	71,84	485,20	505,52
Гродненская область	21,84	27,23	8,42	16,99	13,84	14,04	286,58	316,64
Гомельская область	4401,23	5070,26	3421,13	3401,40	1116,50	1885,36	1361,35	2772,54
Минская область	103,76	90,18	45,70	76,18	59,05	46,44	604,43	606,03
г. Минск	1218,56	1385,03	300,58	385,99	927,70	1109,31	1787,54	1064,98
Могилевская область	45,83	67,26	15,80	15,00	55,74	55,76	72,22	79,14
Республика Беларусь	5924,71	6761,85	3830,04	3917,04	2279,73	3247,48	4999,53	5746,19

Основная часть. Основой для целенаправленной работы по решению проблемы отходов гальванических производств на уровне республики является достоверная информация по их количественному и качественному составу, поэтому нами была проведена работа по инвентаризации гальванических шламов и шламов очистных сооружений, хранящихся на площадках предприятий Республики Беларусь.

В процессе выполнения работы использовали объем информации, содержащейся в отчетности предприятий, результаты обследования отдельных предприятий, научно-техническую информацию. Проведенный анализ данных статистической отчетности промышленных предприятий [1, 2] показал, что в 2010 г. на 142 промышленных предприятиях Республики Беларусь образовалось 6,8 тыс. т отходов гальванических производств (для сравнения в 2009 г. – 5,9 тыс. т на 145 предприятиях). За прошедший год в результате изменения производственной деятельности на 45 предприятиях страны отходы гальванического производства не образовывались, но на 42 из них до сих пор хранятся отходы, накопленные ранее. Таким образом, несмотря на то, что количество предприятий, на которых образовались гальванические отходы, уменьшилось, общее количество отходов увеличилось на 15%, что обусловлено ростом производственных мощностей. Динамика образования, использования и удаления отходов на предприятиях Республики Беларусь за 2009 и 2010 гг. представлена в табл. 1.

По данным за 2010 г. наибольшее количество гальванических отходов (74,98%) образовалось в Гомельской области. Значительное количество отходов образовалось в городе Минске (20,48%). Наименьшее количество отходов образовалось в Гродненской (0,40%) и Могилевской областях (0,99%).

Количество использованных, переданных, реализованных отходов гальванических производств увеличилось на 2% в 2010 г. по сравнению с 2009 г. При этом 87% от всех использованных, переданных и реализованных отходов в 2010 г. приходится на Гомельскую область. Для Брестской, Могилевской и Гомельской областей наблюдалось снижение использования отходов в 2010 г. по сравнению с 2009 г. Количество использованных, переданных, реализованных отходов гальванических производств для Брестской области в 2010 г. по сравнению с 2009 г. сократилось на 45%, для Могилевской области – на 5%, для Гомельской области – на 1%. Существенное увеличение количества используемых отходов в 2010 г. по сравнению с предыдущим годом имело место в Гродненской (в 2 раза), в Минской области (в 1,7 раза), в городе Минске (в 1,3 раза).

Количество отходов, удаленных с территории предприятий в места хранения отходов в 2010 г., увеличилось на 42% по сравнению с 2009 г. По данным за 2010 г. наибольшее количество удаленных отходов приходится на Гомельскую область (58% от всех удаленных отходов) и город Минск (34%). Для остальных областей Республики Беларусь количество удаленных отходов составляет 1–2%.

Количество отходов, хранящихся на территории предприятий, на начало 2010 г. на 17% больше, чем на начало 2009 г., в то время как на конец 2010 г. на 15% больше, чем на конец 2009 г. Установлено, что в Гомельской области этот показатель на 01.01.2010 г. увеличился в 2,5 раза по сравнению с 01.01.2009 г., а в городе Минске уменьшился в 1,5 раза. На 31.12.2010 г. по сравнению с 31.12.2009 г. эти цифры составили 2 и 1,7 раза соответственно. В целом наблюдается устойчивый рост отходов гальванического производства, хранящихся на территории предприятий. За рассматриваемый период времени с

01.01.2009 по 31.12.2010 г. (2 года) общее увеличение гальванических отходов, хранящихся на промышленных объектах, составило 1440,91 т.

В соответствии с «Классификатором отходов, образующихся в Республике Беларусь» все отходы гальванического производства можно разделить на гальванические шламы и осадки сточных вод [3]. Как видно из рисунка, всего насчитывается 22 наименования шламов и 7 наименований осадков.

В табл. 2 представлена информация о накопленных и образовавшихся на предприятиях Беларуси отходах.

Из данных табл. 2 видно, что большая доля отходов относится к гальваническим шламам –

19 наименований, в то время как к осадкам сточных вод – лишь 5. Чаще других на предприятиях образовывались:

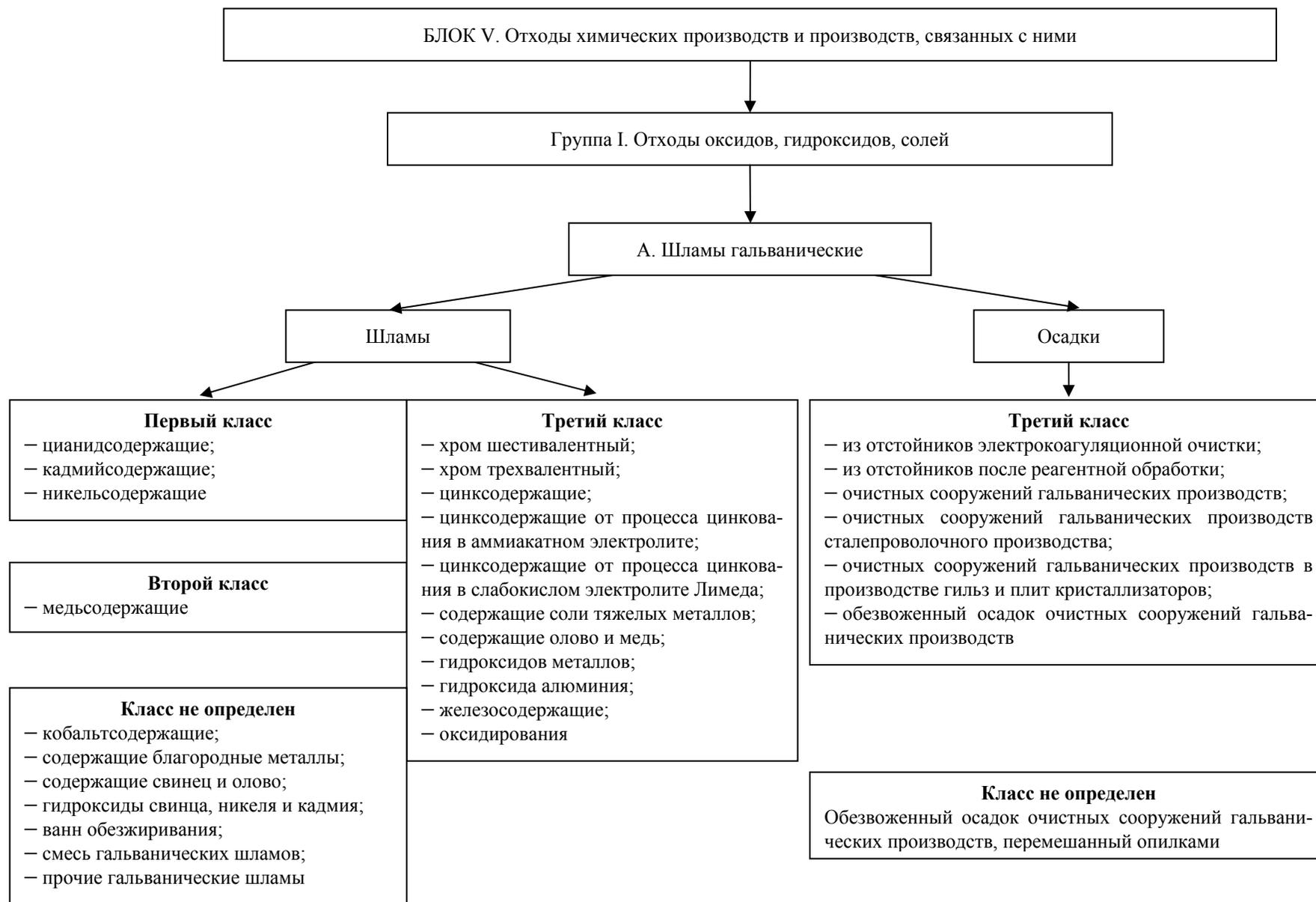
– в 2009 г. – смесь гальванических шламов (на 19 предприятиях; 0,37% от общего количества всех отходов гальванического производства) и осадки очистных сооружений гальванических производств (на 73 предприятиях; 75% от общего количества отходов);

– в 2010 г. – цинксодержащие шламы (на 21 предприятии; 0,03% от общего количества всех отходов гальванического производства) и осадки очистных сооружений гальванических производств (на 78 предприятиях; 33% от общего количества отходов).

Таблица 2

Классификация отходов гальванических производств, накопленных и образующихся в Республике Беларусь в 2009 и 2010 гг.

Код отхода	Наименование отхода	Класс опасности	Количество предприятий, на которых образуется или хранится отход	
			2009 г.	2010 г.
Гальванические шламы				
5110700	Никельсодержащие	1	17	16
5110100	Цианидсодержащие	1	1	3
5110600	Кадмийсодержащие	1	1	1
5110400	Медьсодержащие	2	6	5
5110500	Цинксодержащие	3	18	21
5111702	Оксидирования	3	8	11
5110200	Содержащие хром шестивалентный	3	13	11
5110300	Содержащие хром трехвалентный	3	7	8
5110900	Содержащие соли тяжелых металлов	3	10	7
5111300	Содержащие гидроксиды металлов	3	9	7
5111600	Железосодержащие	3	6	5
5110501	Цинксодержащие от процесса цинкования в аммикатном электролите	3	2	4
5111200	Содержащие олово и медь	3	4	4
5111500	Содержащие гидроксид алюминия	3	3	4
5112300	Смесь гальванических шламов	Не определен	19	17
5111703	Ванн обезжиривания	Не определен	3	5
5112900	Прочие гальванические шламы	Не определен	6	5
5111400	Содержащие гидроксиды свинца, никеля и кадмия	Не определен	2	1
5111100	Содержащие свинец и олово	Не определен	1	1
Осадки сточных вод гальванических производств				
5112000	Очистных сооружений гальванических производств	3	73	78
5112100	Обезвоженный осадок очистных сооружений гальванических производств	3	22	25
5111900	Из отстойников после реагентной обработки	3	18	15
5111800	Из отстойников электрокоагуляционной очистки	3	11	11
5112101	Обезвоженный осадок очистных сооружений гальванических производств, перемешанный опилками	Не определен	4	5



Классификация гальванических отходов, образующихся в Республике Беларусь

Количественная характеристика осадков сточных вод гальванического производства, образующихся в Республике Беларусь, по данным за 2009 и 2010 гг. представлена в табл. 3.

Таблица 3
Количество осадков сточных вод гальванического производства, образующихся в Республике Беларусь

Наименование отхода	2009 г.	2010 г.
Осадок из отстойников после реагентной обработки	427,65	578,64
Обезвоженный осадок очистных сооружений гальванических производств	187,71	1010,31
Осадок очистных сооружений гальванических производств	4448,07	2213,65
Осадок из отстойников электрокоагуляционной очистки	531,28	571,01
Обезвоженный осадок очистных сооружений гальванических производств, перемешанный опилками	43,0	184,47

Из табл. 3 видно, что в наибольшем количестве в 2010 г. образовывались осадки очистных сооружений гальванических производств – 2213,65 т (48% от общего количества осадков сточных вод). Значительной является также доля обезвоженного осадка очистных сооружений гальванического производства (1010,31 т, или 22%). Количество образовавшихся осадков в отстойниках после реагентной обработки и осадков отстойников электрокоагуляционной очистки приблизительно равно (по 13% от общего количества осадков сточных вод) и составляло соответственно 578,64 и 571,01 т.

В табл. 4 представлена характеристика гальванических шламов, образовавшихся в Республике Беларусь. Из представленной информации видно, что гальванические шламы по количеству образовавшихся отходов характеризуются широким диапазоном. В наибольшем количестве образовывалась смесь гальванических шламов (2135,06 т, или 97% от общего количества гальваношламов), в наименьшем – шлам, содержащий свинец и олово (0,01 т, или менее 1%). Следует также отметить, что кадмийсодержащий шлам в 2010 г. на промышленных предприятиях не образовывался (на одном предприятии Республики Беларусь накоплено 0,35 т этого шлама).

В 2010 г. в общем количестве образовавшихся отходов отходы третьего класса опасности составляли 65,4%. Значительную долю составляли отходы, класс опасности которых не определен. На долю отходов первого класса

опасности (никель- и цинксодержащие шламы) приходилось 3,32 т, или 0,05% от общей массы отходов. Ко второму классу опасности относятся только медьсодержащие шламы, которые образовались в количестве 0,28 т, что составило 0,004% от общего количества. К отходам третьего класса опасности (14 наименований в количестве 4423 т) относятся осадки, образующиеся на локальных очистных сооружениях, а также шламы, содержащие тяжелые металлы. В группу отходов, для которых класс опасности не определен, входит 6 наименований. Эти отходы содержат свинец, никель, кадмий, олово и др. Их количество по данным за 2010 г. составило 2338 т (34,6%).

Таблица 4
Количество гальванических шламов, образующихся в Республике Беларусь

Наименование отхода	2009 г.	2010 г.
Ванн обезжиривания	0,67	1,18
Оксидирования	16,12	3,04
Смесь шламов	22,12	2135,06
Содержащие свинец и олово	0,02	0,01
Никельсодержащие	1,31	1,9
Цинксодержащие	159,27	2,35
Содержащие хром шестивалентный	0,89	2,37
Содержащие хром трехвалентный	5,8	3,79
Содержащие соли тяжелых металлов	4,44	1,1
Содержащие гидроксиды металлов	9,88	8,06
Содержащие олово и медь	0,44	0,11
Содержащие гидроксиды свинца, никеля и кадмия	2,1	0,66
Железосодержащие	25,13	26,21
Цинксодержащие (аммиакатный электролит)	0,03	0,56
Содержащие гидроксид алюминия	0,79	1,67
Прочие шламы	36,26	16,01
Медьсодержащие	1,79	0,28
Цианидсодержащие	0	1,42

Уровень использования отходов гальванического производства остается низким, и основная их масса хранится на территории предприятий в металлических контейнерах, герметичных емкостях, отстойниках, шламонакопительях, реже – на объектах размещения за пределами предприятий. Хотя объем образования отходов гальванических производств на ряде предприятий не превышает 10 т/год, из-за отсутствия систем их обезвреживания предприятия вынуждены много лет хранить их на своей территории.

На предприятиях Брестской области имеется 4 объекта (резервуар, емкость, контейнер или площадка) хранения и захоронения собственных отходов производства, в Гомельской – 2, Минской – 5, Могилевской – 1, в городе Минске – 1:

1) Брестская область:

– емкость для хранения отходов гальванических производств – ОАО «Гидросельмаш»,

– контейнер для хранения отходов гальванических производств – УП «Барановичское отделение Белорусской железной дороги» локомотивное депо Барановичи,

– площадка для хранения гальваноотходов – ОАО «Агропромстроймаш»;

– хранилище гальваношламов и осадков после обработки – РПУП «Торгмаш»;

2) Гомельская область:

– площадка для хранения гальванических шламов – РУП «Гомельский вагоноремонтный завод им. М. И. Калинина»,

– площадка для хранения осадков гальванических стоков – РУП «Гомельский завод торгового машиностроения»;

3) Минская область:

– резервуар для хранения осадка гальванических производств – ОАО «Лошницкий завод «Агромаш»,

– резервуар с раствором хрома трехвалентного – ОАО «Лошницкий завод «Агромаш»,

– площадка для хранения отработанных гальванических растворов – ОАО «Борисовский завод медицинских препаратов»,

– хранилище отходов гальванического производства – РУП «140 ремонтный завод»,

– площадка для хранения шлама ванн обезжиривания – ООО «БЕЛХОЛ»;

4) город Минск:

– площадка для хранения шламов гальванических производств – РУП «МТЗ»;

5) Могилевская область:

– илосборник хранения гальванического шлама, содержащего хром трехвалентный – ОАО «Могилевхимволокно» [4].

В 2010 г. 57,9% от количества образовавшихся гальванических отходов использовано, передано или реализовано (в 2009 г. – 64,7%). По данным табл. 5 видно, что в 2010 г. осадок очистных сооружений гальванических производств и шламы, содержащие олово и медь, использованы, переданы, реализованы в количестве, превышающем их ежегодное образование, что свидетельствует о включении в оборот частично отходов, которые были накоплены за предыдущие годы. Полностью использован, передан, реализован шлам, содержащий свинец и олово [4].

Таблица 5

Количество использованных отходов

Наименование отхода	Использовано, передано, реализовано			
	2009 г.		2010 г.	
	т	% от образующегося количества	т	% от образующегося количества
Осадок из отстойников после реагентной обработки	–	–	4	0,7
Обезвоженный осадок очистных сооружений гальванических производств	125,7	67,0	154,26	15,3
Осадок очистных сооружений гальванических производств	3655,36	82,2	2271,49	102,6
Осадок из отстойников электрокоагуляционной очистки	40,9	7,7	13,3	2,3
Смесь гальванических шламов	2,6	11,8	1452,41	68,0
Шлам, содержащий свинец и олово	0	0	0,01	100,0
Шлам цинксодержащий	0	0	0,16	6,8
Шламы, содержащие олово и медь	0	0	0,18	163,6
Шламы, содержащие гидроксиды свинца, никеля и кадмия	2,1	100	0,54	81,8
Обезвоженный осадок очистных сооружений гальванических производств, перемешанный опилками	–	–	20,5	11,1
Шламы медьсодержащие	–	–	0,19	67,9
Шламы, содержащие соли тяжелых металлов	3,15	70,9	–	–
Шламы гидроксидов металлов	0,2	2,0	–	–

Таблица 6

Перечень объектов по использованию отходов гальванических производств

Код отхода	Наименование отхода	Наименование объекта
5111800	Осадки из отстойников электрокоагуляционной очистки	Участок изготовления минеральных добавок, ПЧУП «Катпромстрой», Коханово, Витебская обл.
5111900	Осадки из отстойников после реагентной обработки	
5112000	Осадки очистных сооружений гальванических производств	Цех по производству керамзита, Петриковский керамзитовый завод ОАО «Гомельский ДСК», г. Гомель [5]
		Переработка осадков сточных вод очистных сооружений гальванических производств, РУП «Минский тракторный завод», г. Минск
		Участок изготовления минеральных добавок, ПЧУП «Катпромстрой», Коханово, Витебская обл.
		ЧПУП «Силикатный завод», г. Бобруйск, Могилевская обл.
5112100	Обезвоженный осадок очистных сооружений гальванических производств	Участок изготовления минеральных добавок, ПЧУП «Катпромстрой», Коханово, Витебская обл.

Таблица 7

Перечень объектов по обезвреживанию отходов гальванических производств

Код отхода	Наименование отхода	Наименование объекта
5110200	Шламы гальванические, содержащие хром шестивалентный	СП ОАО «Брестгазоаппарат», г. Брест
5110400	Шламы гальванические медьсодержащие	Очистные сооружения участка гальванопокрытий цеха светотехники, ЗАО «Каскад», г. Лида, Гродненская обл.
5112000	Осадки очистных сооружений гальванических производств	Локальные очистные сооружения, ОАО «Брестский электромеханический завод», г. Брест

Перечень объектов по использованию отходов гальванических производств приведен в табл. 6 [4]. На указанных объектах гальванические отходы перерабатываются с получением минеральных добавок, керамзита и пр.

Перечень объектов по обезвреживанию отходов гальванических производств представлен в табл. 7 [4].

Из данных табл. 6 и 7 видно, что использованием и обезвреживанием отходов гальванического производства занимается незначительная часть предприятий, а с учетом все возрастающего количества образующихся и уже накопленных отходов гальванического производства проблема обращения с гальваношламами и осадками сточных вод требует неотлагательного решения в масштабах всей страны.

Заключение. Проведенная инвентаризация гальванических шламов и осадков очистных сооружений, образующихся и (или) хра-

нящихся на площадках предприятий металлообрабатывающей, радиотехнической, машино- и приборостроительной отраслей Республики Беларусь, показала, что, несмотря на существующую четкую и отлаженную систему учета образующихся на предприятиях отходов, зачастую имеет место несоответствие задекларированного вида отхода фактически хранящемуся на территории промышленного объекта. Это связано, в первую очередь, с длительным периодом накопления и хранения отходов гальванического производства, за который происходило перепрофилирование работы предприятия, изменение технологических процессов гальванического производства, смена собственника, утеря документов и т. д. Кроме этого, при хранении шламов и осадков сточных вод гальванического производства зачастую происходит их подсушка, что изменяет массу отходов. Такое положение дел вызывает необходимость деталь-

ной инвентаризации накопившихся отходов, уточнение их состава и количества.

Литература

1. База данных РУП «Бел НИЦ «Экология». Образование, использование и удаление отходов на предприятиях за 2009 г. – Минск: Бел НИЦ «Экология», 2010. – 186 с.

2. База данных РУП «Бел НИЦ «Экология» Образование, использование и удаление отходов на предприятиях за 2010 г. – Минск: Бел НИЦ «Экология», 2011. – 196 с.

3. Об утверждении классификатора отходов, образующихся в Республике Беларусь: постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Респуб-

лики Беларусь, 30 июня 2009 г., № 48 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2009. – № 8/21243.

4. Официальный сайт Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.minpriroda.by. – Дата доступа: 20.01.2012.

5. Левицкий, И. А. Получение керамзита с использованием гальванического шлама / И. А. Левицкий, Ю. Г. Павлюкевич, Н. В. Мазура // Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии: материалы VIII Международ. науч.-техн. конф., Гродно, 29–30 окт. 2009 г. – Гродно, 2010. – С. 57–64.

Поступила 03.03.2012