

О. С. Залыгина, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск);
 К. А. Крот; А. В. Шевчик, учащиеся
 (УО «Национальный детский технопарк», г. Минск)

ИСТОЧНИКИ ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ В ГАЛЬВАНИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Отходы гальванического производства можно разделить на три группы: осадки очистных сооружений гальванического производства, гальваношламы и отработанные технологические растворы. Осадок очистных сооружений образуется при очистке промывных сточных вод гальванического производства, в состав которых входят минеральные кислоты, щелочи, соединения шестивалентного хрома, соли цинка, никеля, меди, кадмия и других металлов в зависимости от вида наносимого покрытия. Существуют различные методы очистки этих сточных вод, но в большинстве случаев используются реагентный метод, электрокоагуляция или гальванокоагуляция, при реализации которых образуется осадок, содержащий труднорастворимые соединения тяжёлых металлов.

В таблице 1 представлен элементный состав осадка очистных сооружений нескольких белорусских предприятий, определённый методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии.

Таблица 1 – Элементный состав осадка очистных сооружений

Элемент	Предприятие №1	Предприятие №2	Предприятие №3
C	11,48	10,40	13,21
O	27,86	24,5	26,51
Na	1,26	4,78	–
Mg	0,87	1,40	–
Al	0,15	0,39	0,11
Si	2,06	1,52	1,16
P	0,72	0,52	2,65
K	0,14	0,02	–
Cl	0,64	0,14	–
Ca	4,96	1,41	4,04
Cr	5,22	8,55	8,11
Fe	41,27	15,38	25,63
Zn	3,37	28,22	17,42
S	–	2,46	1,16
Cu	–	0,11	–
Ni	–	0,20	–

Гальваношламы образуются на дне гальванических ванн в процессе их эксплуатации и в большинстве случаев содержат значительное количество соединений железа. Это связано с тем, что электролит

загрязняется ионами железа вследствие нанесения покрытий на стальные детали, далее происходит гидролиз железа с образованием гидроксидов, которые выпадают в осадок. Элементный состав гальваношламов различных белорусских предприятий также был определен методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (таблица 2).

Таблица 2 – Элементный состав гальваношламов

Элемент	Предприятие № 1	Предприятие № 2	Предприятие № 3
Fe	54,51	56,17	55,23
C	24,51	22,13	23,87
O	14,45	15,89	14,79
Zn	4,37	4,36	3,98
Cr	1,04	0,16	1,11
Cl	0,88	0,92	0,77
Si	0,24	0,37	0,25

Отработанные технологические растворы образуются при обезжиривании, травлении, нанесении гальванических покрытий и других стадиях технологического процесса. Наиболее опасными отработанными технологическими растворами гальванического производства являются отработанные электролиты, т. к. они характеризуются высокой концентрацией ионов тяжелых металлов (до 250 г/л), которые обладают токсическим, канцерогенным, мутагенным и тератогенным действием. При грамотной эксплуатации электролит может служить достаточно длительное время. Основной причиной потери его работоспособности является загрязнение вредными примесями (ионами металлов, прежде всего, железа, органическими соединениями, продуктами разложения блескообразователей, смачивателей и др.), которые попадают в ванну вследствие химического взаимодействия электролита с обрабатываемыми изделиями либо в результате поступления их из предшествующих ванн.

С целью восстановления работоспособности электролиты подвергаются регенерации. Реализация этого процесса, как правило, осуществляется путем создания непрерывно функционирующего замкнутого контура «технологическая ванна – регенерационная установка». Количество циклов регенерации велико, однако ограничено вследствие накопления примесей, удаление которых не представляется возможным. Замена электролитов на различных предприятиях происходит с различной периодичностью – от одного раза в неделю до одного раза в несколько лет.

Методами химического анализа было определено содержание основных компонентов в отработанном хлоридно-аммонийном электролите цинкования нескольких предприятий (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание основных компонентов в отработанных электролитах хлоридно-аммонийного цинкования

Предприятие	Концентрация, г/л				
	Zn ²⁺	NH ⁴⁺	Cl ⁻	Fe ³⁺	Fe _{общ.}
№1	32,5	85,77	166,30	0,012	0,914
№2	36,0	44,71	141,10	0,021	0,762
№3	53,3	59,38	158,91	0,014	0,689

Отходы гальванического производства и источники их образования представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Отходы гальванического производства и источники их образования

Код отхода	Вид отхода	Класс опасности	Источники образования
5110100-5110703	Шламы гальванические	1–3	Ванны нанесения гальванических покрытий
5111703	Шламы ванн обезжиривания	3	Ванны обезжиривания
5111800-5112101	Осадок очистных сооружений	3	Очистные сооружения
5273000-5273129	Отработанные растворы	2–4	Ванны обезжиривания, травления, нанесения гальванических покрытий

Таким образом, гальваническое производство является источником образования различных опасных отходов, которые оказывают негативное воздействие на окружающую среду.

УДК 658.567.1

Л. А. Шибeka, доц., канд. хим. наук; П. А. Малиновская, студ.
(БГТУ, г. Минск)

ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМА КАК ВТОРИЧНЫЕ СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ

Обеспечение населения продовольствием является одной из важнейших задач, стоящих перед любым государством. Удовлетворение потребностей населения страны в мясных и молочных продуктах осуществляется, в том числе за счет использования зерновых культур. Использование зерновых культур позволяет производить различные кормовые продукты для животных, рыбы и птицы. Производство указанных групп товаров осуществляется на многочисленных комбикормовых заводах и комбинатах хлебопродуктов Республики Беларусь.

Производство комбикормов представляет собой сложный технологический процесс, включающий предварительную подготовку различных видов сырья и его использование в процессе переработки с получением готовой продукции. В настоящее время комбикорм про-