

Способ определения элементного состава осадка от отходов гальванического производства

А.С. Журавлев, В.А. Миллер, А.С. Климов

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Аннотация: В статье приведены предпосылки актуальности по переработке и утилизации гальванического шлама, образующегося от промышленных предприятий, который, в свою очередь, занимает многочисленные площади земли для хранения, чем наносит вред окружающей среде. Сделан обзор методов переработки и утилизации отходов гальванического производства, включая физические, химические и биологические процессы. Приведены экспериментальные исследования осадка гальванического шлама. Осадок представляет собой смесь кристаллических CaCO_3 , SiO_2 и аморфной фазы, которая не определяется фазовым анализом. Приведены современные передовые технологии по переработке и утилизации гальванических шламов.

Ключевые слова: отходы гальванических шламов, автоматизация, управление, методы, термограмма осадка.

В настоящее время существует ряд проблем, связанных с отходами гальванического производства - это одни из самых опасных источников загрязнения, содержащие частицы тяжелых металлов, которые в малых дозах могут нанести вред организму. Гальванический шлам, кристаллический остаток, остающийся после нанесения металла на другие металлы, вносит основной вклад в эту опасность. Медь, никель и хром - это лишь некоторые из распространенных металлов, содержащихся в гальваническом шламе, который широко используется в машиностроении и металлообработке для предотвращения коррозии и улучшения внешнего вида продукции. Однако многие компании не имеют реальных методов утилизации, а это приводит к увеличению экологического ущерба и финансовым потерям из-за штрафов и затрат на техническое обслуживание [1-2]. Отходы гальванического производства содержат такие опасные вещества, как цинк, цианид, ртуть, кадмий, никель, марганец, железо, которые по Федеральной классификации отходов относятся к группе 63, охватывающей I-IV классы опасности. Эти виды отходов делятся на твердые (гальваношламы) и жидкие

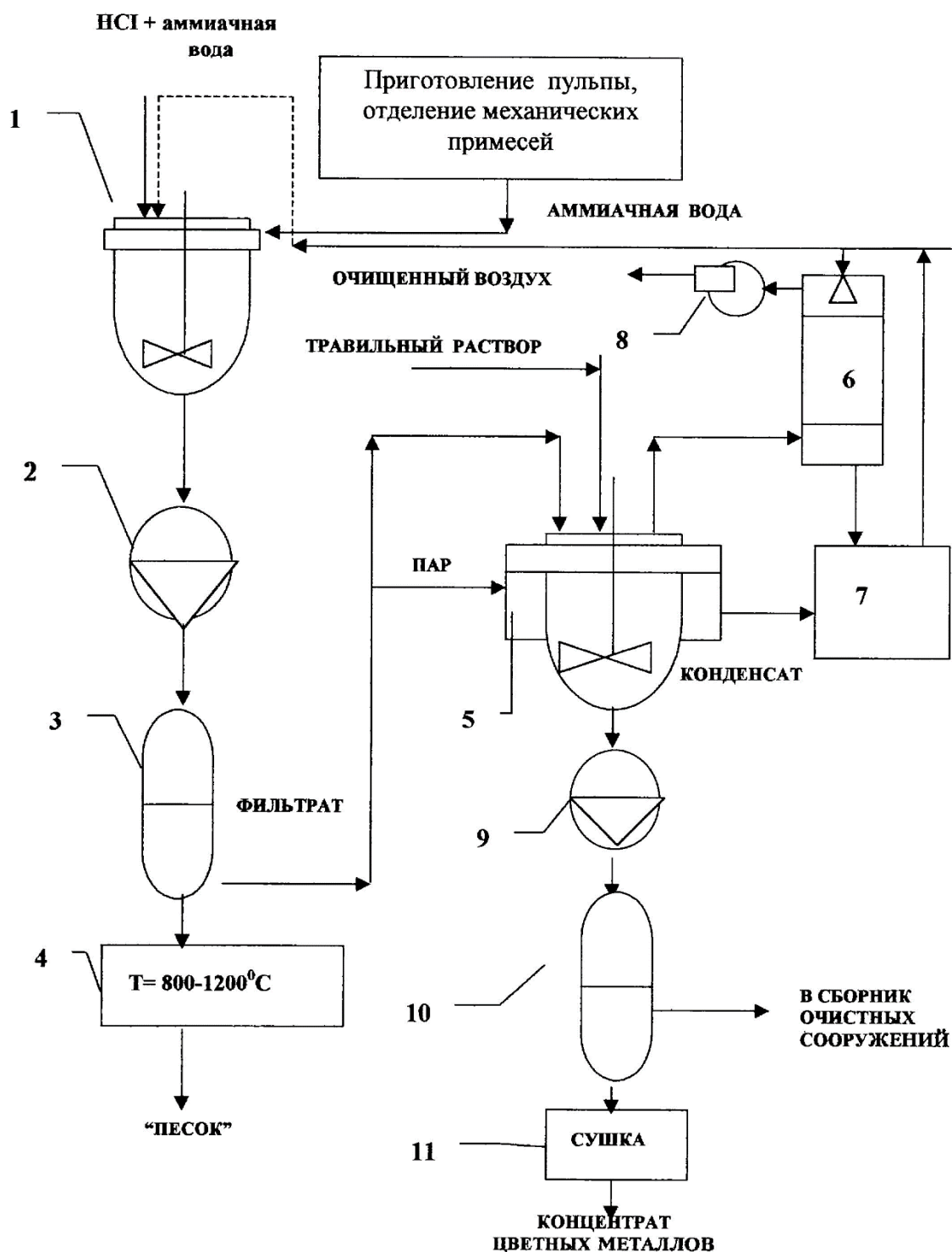
(гальванорастворы), и для их утилизации требуется специальное оборудование и квалифицированный персонал, чтобы свести к минимуму их вредное воздействие. Процедура извлечения и обезвреживания этой категории отходов требует наличия специального оборудования и квалифицированного персонала, не подверженного воздействию их опасных свойств [3-4].

Существуют различные методы переработки гальваношлама, включая физические, химические и биологические процессы [5-7].

Переработка и повторное использование гальванического шлама может иметь много преимуществ, в том числе, сокращение количества опасных отходов, отправляемых на свалки, и минимизация воздействия гальванической промышленности на окружающую среду (рис. 1). Однако важно отметить, что не все методы могут быть пригодны для каждого типа гальванического шлама, и следует уделить особое внимание выбору подходящего метода для каждого конкретного типа отходов [8].

В настоящее время имеются готовые решения по автоматизированной утилизации, которые могут обеспечить качественную утилизацию гальванических шламов [9-10]. Но так как это достаточно дорогой процесс утилизации, то не у всех предприятий находится достаточно средств, чтобы его внедрить в производство. Поэтому существует большие территории могильников, которые наносят вред окружающей среде и ждут своего часа на утилизацию.

Разрабатывается и усовершенствуется автоматический процесс переработки, который сводит к минимуму количество отходов и эффективно решает проблему утилизации отходов путем отделения токсичных соединений тяжелых цветных металлов для использования в коммерческих продуктах.



- 1 - реактор выщелачивания; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 - конвейерная печь; 5 – десорбер;
6 – абсорбер; 7 - сборник конденсата; 8 – вентилятор; 9 – насос; 10 – фильтр;
11 – установка сушки

Рис. 1. - Схема переработки шламов гальванических производств

Используя эту технологию, можно уменьшить воздействие на окружающую среду, одновременно увеличивая ценность отходов. Этот подход представляет собой значительный шаг вперед в области устойчивого развития и предлагает многообещающее будущее для управления отходами.

Эксперты в области обращения с отходами рекомендуют ряд технологий для утилизации гальванического шлама в зависимости от конкретных характеристик отходов и желаемых результатов [11]. К предпочтительным технологиям относятся термическая десорбция, пиролиз и химическая стабилизация.

В статье приведены экспериментальные исследования осадка гальванического шлама. Осадок представляет собой смесь кристаллических CaCO_3 , SiO_2 и аморфной фазы, которая не определяется фазовым анализом (табл.1). Содержание аморфной фазы не устанавливалось.

Таблица №1

Фазовый состав осадка, масс. %

CaCO_3	97,1
SiO_2	2,9

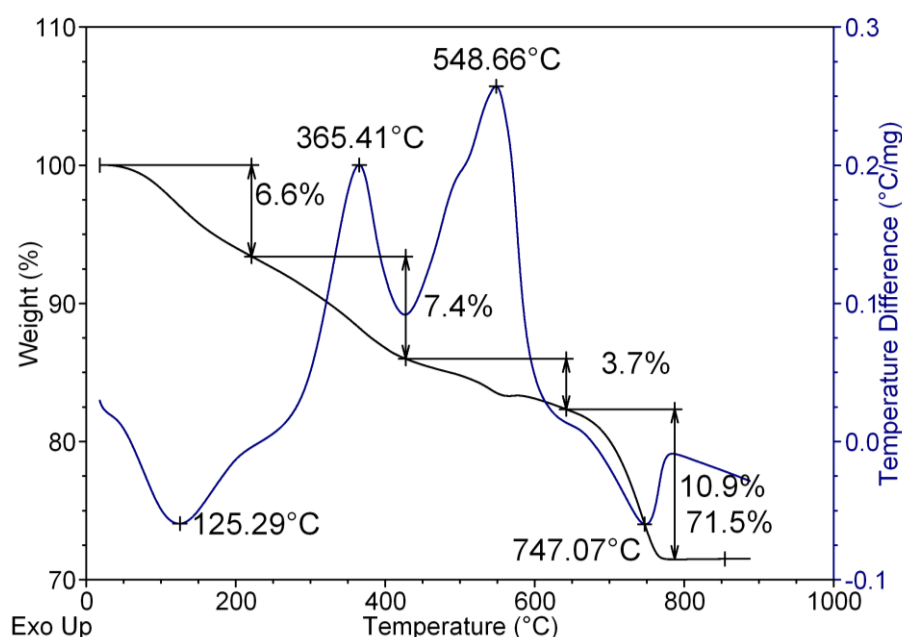


Рис. 2. - Термограмма осадка

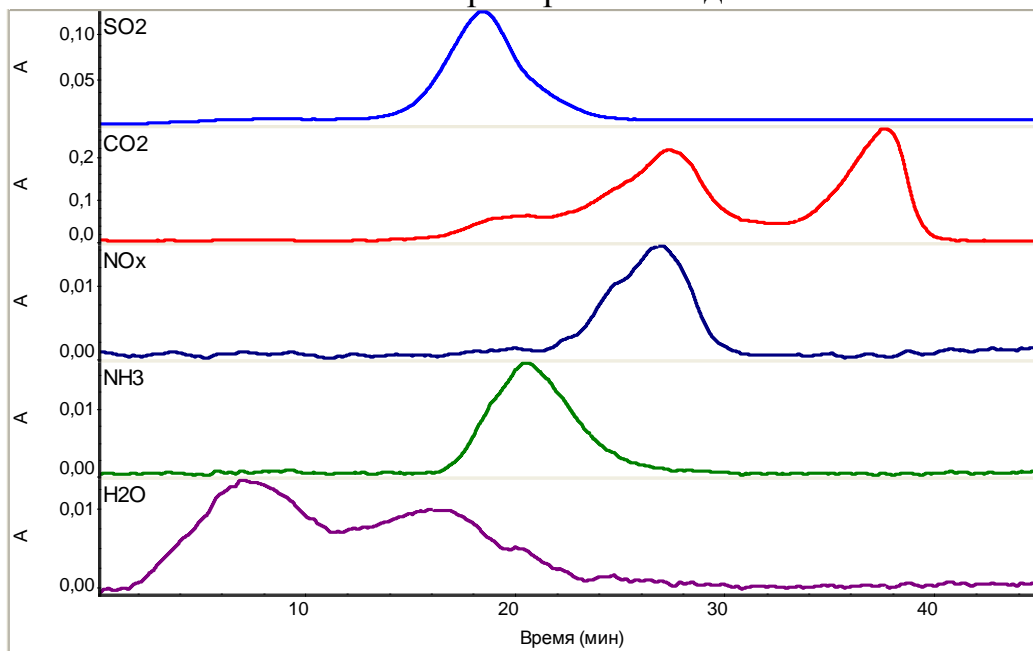


Рис. 3. - Хемиграмма (концентрационные кривые выделения газов) осадка при нагревании

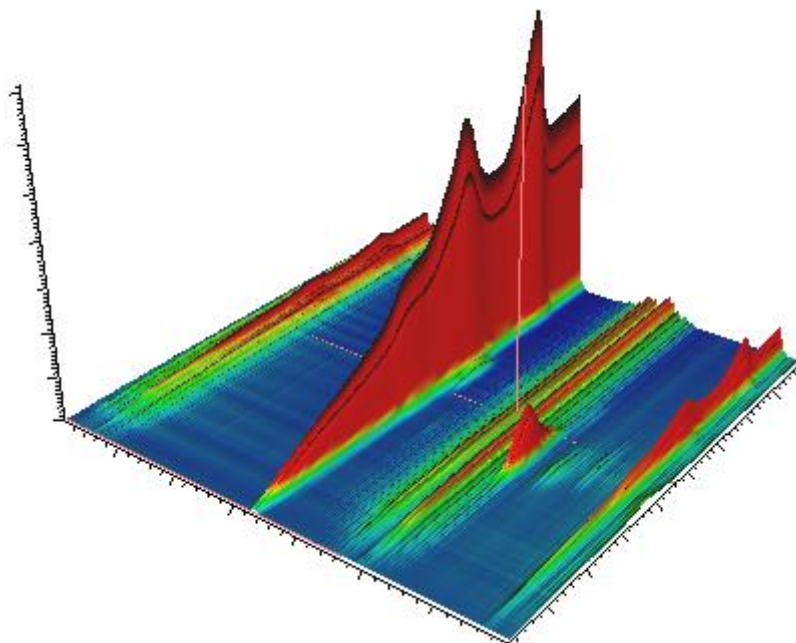


Рис. 4. - 3 D – ИК – спектр выделения газов при нагревании

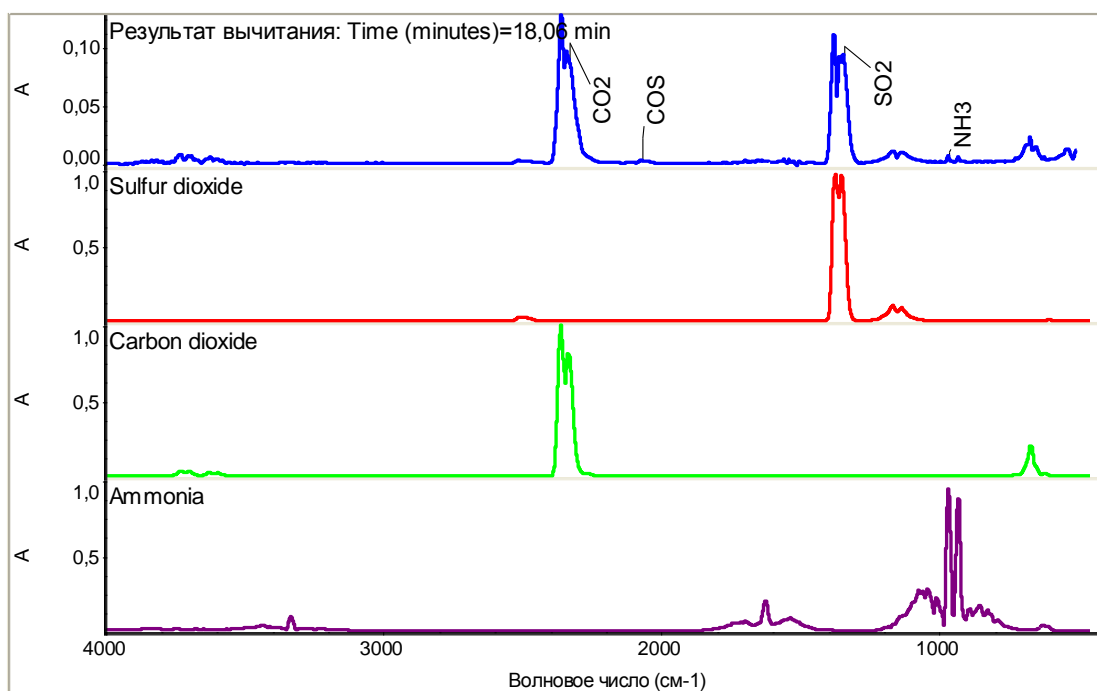


Рис. 5. - Спектр газа, выделяющегося при температуре 365 °С

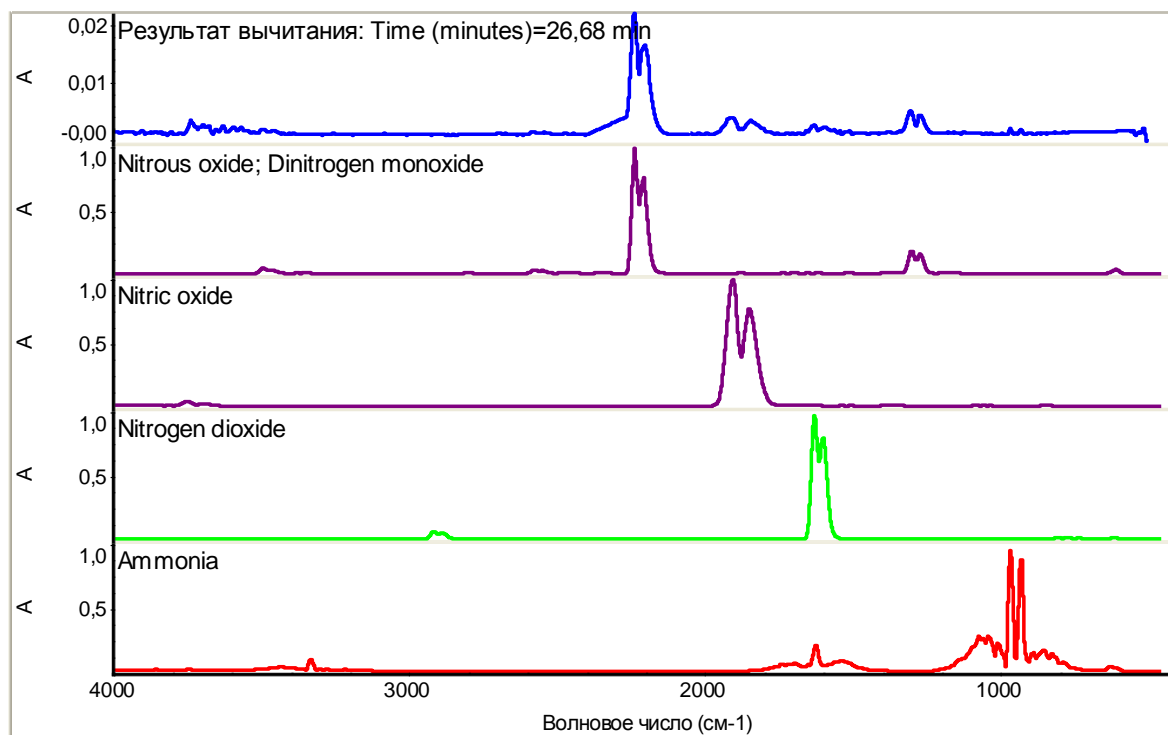


Рис. 6. - Спектр газа, выделяющегося при температуре 549 °С

При нагревании осадка в области температур 25-210 °С, происходит выделение воды в количестве 6,6 % (рисунки 2 и 3). При дальнейшем нагревании в области температур 250-430 °С происходит выделение H₂O, CO₂, SO₂ и NH₃ с уменьшением массы образца на 7,4 % (рисунки 2, 3 и 5). Выделение газов происходит одновременно с выделением тепла с максимумом при 365,4 °С. При дальнейшем нагревании образца в области температур 430 – 640 °С происходит выделение CO₂, NO₂, NO, N₂O и NH₃ с уменьшением массы образца на 3,7 % (рисунки 2, 3 и 6). При дальнейшем нагревании образца в области температур 640 – 780 °С происходит выделение CO₂ в 10,9 % (рисунки 2 и 3) вследствие разложения CaCO₃. Остаток при прокаливании до 880 °С составил 71,5 %.

Результаты спектрального анализа приведены в таблице 2.

Таблица №2

Элементный состав по данным рентгеноструктурного анализа (РСА)

Элемент	Осадок	Fe	Ni	Cu	Zn	S	K	Ca	Na	Mg
Концентрация, мг/кг	100	0,37	15,66	55,34	16,41	1,45	0,99	9,14	0,13	0,51

Автоматизированная утилизация гальваношлама - это инновационный и эффективный подход к обращению с отходами в гальванической промышленности. Используя современные передовые технологии, можно обращаться с этими опасными отходами и утилизировать их безопасным, устойчивым и экономически эффективным способом.

Одним из ключевых преимуществ автоматизированной утилизации является снижение человеческих ошибок и связанных с ними рисков. Традиционные методы утилизации гальванического шлама включают в себя ручную обработку и транспортировку, что может быть опасным и трудоемким. Однако, с помощью автоматизированных систем осадок, можно

перерабатывать и утилизировать отходы без вмешательства человека, что сводит к минимуму риск несчастных случаев и травм.

Автоматизированная утилизация также позволяет более точно и эффективно обращаться с отходами. Машинное зрение, искусственный интеллект и датчики могут использоваться для идентификации и сортировки различных типов гальванического шлама, обеспечивая соответствующую обработку каждого типа. Такой подход снижает риск загрязнения и максимально увеличивает извлечение ценных металлов из шлама.

В последние годы в России достигнуты значительные успехи в разработке автоматизированных заводов по утилизации отходов, способных эффективно и безопасно перерабатывать опасные отходы, в том числе гальваношламы. Одним из ярких примеров является Красноярский экологический завод, построенный в 2018 году в Сибири.

В целом развитие автоматизированных мусороперерабатывающих заводов, подобных Красноярскому экологическому заводу, является важным шагом на пути к устойчивому обращению с отходами и защите окружающей среды. Используя передовые технологии и автоматизацию, эти объекты могут более эффективно и безопасно обрабатывать опасные отходы, а также извлекать ценные материалы для повторного использования и переработки.

В заключение можно сказать, что автоматизированная утилизация гальванического шлама является важным достижением в области управления отходами в гальванической промышленности. Используя передовые технологии, можно безопасно, эффективно и устойчиво обращаться с опасными отходами и утилизировать их. Такой подход не только снижает риск загрязнения окружающей среды и опасности для здоровья человека, но также позволяет извлекать ценные материалы из отходов, способствуя развитию экономики замкнутого цикла.

Литература

1. Россинская М.В., Россинский Н.П. Результаты теоретических и экспериментальных исследований, полученные при эколого-социоэкономическом мониторинге Ростовской области, по обезвреживанию отходов с целью их использования // Инженерный вестник Дона, 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1926.

2. Лисутина Л.А., Павлов А.В. Комплексная система управления отходами в Ростовской области // Инженерный вестник Дона, 2013, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1964.

3. Skolubovich Yu. L., Pazenko T., Kurilina T., Voitov E. L. Integrated Microanalysis of Sediment Composition Waste Water with Heavy Metals Ions // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Publishing Ltd, 2020, Vol. 953, P. 012017. DOI 10.1088/1757-899X/953/1/012017.

4. Svyatokhina V. P., Isaeva O. Yu., Pestrikov S. V., Krasnogorskaya N. N. Estimation of Efficiency of Removal of Heavy Metal Ions as Hydroxides from Sewage // Russian Journal of Applied Chemistry, 2003, Vol. 76, No. 2, pp. 320-322. DOI 10.1023/A: 1024683519586.

5. Селиванова Н.В., Трифонова Т.А., Ширкин Л.А. Утилизация отходов гальванического производства // Известия Самарского научного центра РАН, 2011, Том 13, № 1(8), с. 2085-2088.

6. Рубанов Ю. К., Токач Ю. Е., Огнев М. Н. Переработка шламов и сточных вод гальванических производств с извлечением ионов тяжелых металлов // Современные наукоемкие технологии, 2009, № 3, с. 82-83.

7. Трифонова Т.А., Селиванова Н.В., Селиванов О.Г., Ширкин Л.А., Михайлов В.А. Утилизация гальваношламов сложного состава // Известия Самарского научного центра РАН, 2012, Том 14, № 5(3), с. 850-852.

8. Макаров В.М. Комплексная утилизация осадков сточных вод гальванических производств (гальваношламов): автореферат дис. ... доктора

технических наук: 03.00.16 / Иван. гос. хим.- технол. ун-т. Иваново, 2001, с. 35.

9. Юдаков А.А., Чириков А.Ю., Рева В.П., Белый А.О. Способ переработки шламов гальванических производств. Патент на изобретение № 2408739. Бюл. 2011. № 1. URL: fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet.

10. Волков Д.А., Чириков А.Ю., Юдаков А.А., Буравлев И.Ю. Способ комплексной переработки сточных вод гальванических производств. Патент на изобретение № 2674206. Бюл. 2018. № 34. URL: fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet.

11. Насирова Н.К., Мухамедов К.Г., Муталов Ш.А., Мухамедов Ж.К. Утилизация шламов гальванического производства // Universum: Технические науки, 2021, №12 (93), с. 24-27.

References

1. Rossinskaya M.V., Rossinskij N.P. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1926.

2. Lisutina L.A., Pavlov A.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1964.

3. Skolubovich Yu. L., Pazenko T., Kurilina T., Voitov E. L. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Publishing Ltd, 2020, Vol. 953, P. 012017. DOI 10.1088/1757-899X/953/1/012017.

4. Svyatokhina V. P., Isaeva O. Yu., Pestrikov S. V., Krasnogorskaya N. N. Russian Journal of Applied Chemistry, 2003, Vol. 76, No. 2, pp. 320-322. DOI 10.1023/A: 1024683519586.

5. Selivanova N.V., Trifonova T.A., Shirkina L.A. Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN, 2011, Tom 13, № 1(8), pp. 2085-2088.

6. Rubanov YU. K., Tokach YU. E., Ognev M. N. Sovremennye naukoemkie tekhnologii, 2009, № 3, pp. 82-83.



7. Trifonova T.A., Selivanova N.V., Selivanov O.G., SHirkin L.A., Mihajlov V.A. Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN, 2012, Tom 14, № 5(3), pp. 850-852.

8. Makarov V.M. Kompleksnaya utilizaciya osadkov stochnyh vod gal'vanicheskikh proizvodstv (gal'vanoshlamov) [Complex utilization of sewage sludge from electroplating industries (electroplating sludge)]: avtoreferat dis. ... doktora tekhnicheskikh nauk: 03.00.16. Ivan. gos. him.- tekhnol. un-t. Ivanovo, 2001, p. 35.

9. YUdakov A.A., CHirikov A.YU., Reva V.P., Belyj A.O. Sposob pererabotki shlamov gal'vanicheskikh proizvodstv [A method for processing sludge from electroplating industries]. Patent na izobretenie № 2408739. 2011. Byul. № 1. URL: fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet.

10. Volkov D.A., CHirikov A.YU, YUdakov A.A., Buravlev I.YU. Sposob kompleksnoj pererabotki stochnyh vod gal'vanicheskikh proizvodstv [A method of complex processing of wastewater from electroplating industries]. Patent na izobretenie № 2674206. 2018. Byul. № 34. URL: fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet.

11. Nasirova N.K., Muhamedov K.G., Mutalov SH.A., Muhamedov ZH.K. Universum: Tekhnicheskie nauki, 2021, №12 (93), pp. 24-27.

Дата поступления: 3.01.2024

Дата публикации: 7.02.2024