

# Инженерное оборудование зданий и сооружений

УДК 628.336.3

DOI: 10.14529/build170108

## ОБРАБОТКА ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

**В.И. Аксенов<sup>1</sup>, Н.С. Царев<sup>1</sup>, Е.В. Николаенко<sup>2</sup>, И.И. Ничкова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

<sup>2</sup> Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

В процессе очистки сточных вод гальванических производств всегда образуются осадки, состав и количество которых зависят от химического состава и расхода сточных вод и методов их обработки. В работе освещены апробированные в практике методы подготовки таких осадков к утилизации. Описано получение из хлоридов, гальванических и аккумуляторных электролитов антисептического состава для древесины и двухкомпонентного состава для одновременного антисептирования и тонирования древесины под красное дерево. Приведен способ переработки осадков сточных вод гальванических производств в концентраты цветных металлов, пигментные пасты, а также раскисляющие добавки для металлургической выплавки меди. В работе также представлена технология извлечения цветных металлов из осадков сточных вод гальванических производств методом выщелачивания соляной кислотой и аммиачной водой. В процессе такой обработки первоначально из осадков готовят суспензию с определенным соотношением твердой фазы к жидкой, затем ее последовательно обрабатывают соляной кислотой и аммиачной водой. После образования растворимых аммиачных комплексов меди, цинка, железа и др. суспензию подают в фильтр, в котором она разделяется на осадок и фильтрат, содержащий указанные аммиачные комплексы. Далее фильтрат нагревают для удаления газообразного аммиака и образования суспензии, содержащей оксиды и гидроксиды цветных металлов. Полученную суспензию фильтруют; осадок (концентрат металлов) сушат, после чего направляют его на склад готовой продукции и далее на предприятия цветной металлургии; фильтрат отводят на очистные сооружения химически загрязненных сточных вод для нейтрализации.

*Ключевые слова:* гальванические производства, сточные воды, переработка осадков, цветные металлы, утилизация, средства защиты древесины, пигментные пасты.

В процессе очистки сточных вод гальванических производств всегда образуются осадки, состав и количество которых зависят от химического состава и расхода сточных вод и методов их обработки [1–3]. На промышленных предприятиях обычно обработка таких осадков заканчивается их кондиционированием и механическим обезвоживанием. Далее осадки надо высушивать и эвакуировать с площадки предприятия.

Мы уже давно познакомились с положительным опытом работы МУП «Промтоходы» (г. Москва). Напомним некоторые итоги его деятельности.

В.В. Ивановым с коллегами в статье [4] описана переработка металлосодержащих отходов, включая осадки сточных вод гальванических производств. Предлагаемые авторами подходы в виде блок-схемы представлены на рис. 1.

Из хлоридов, гальванических и аккумуляторных электролитов освоен промышленным выпуск дешевого антисептического состава для древесины по ГОСТ 20022.2-80 «Защита древесины. Классификация» [5] и двухкомпонентного со-

става для одновременного антисептирования и тонирования древесины под красное дерево. Вся продукция сертифицирована.

Специальная обработка хромовых, медных, никелевых и кадмиевых электролитов с использованием хлоридов позволяет получать пигментные пасты различных ярких цветов (зеленого, бирюзового, желтого и др.), являющиеся сырьем для водоэмульсионных красок.

Осадки очистных сооружений гальванических производств после отстаивания и дополнительного уплотнения обезвоживают на вакуум-фильтре до влажности 70–80 %. В твердой фазе обезвоженных осадков содержание основного вещества в виде гидроксида составляет, масс. %: никелевый – 91; медный – 74; хромовый – 79. Данные концентраты являются ценным сырьем для гидрометаллургии и могут быть переработаны в пигментные пасты.

По аналогичным технологиям обрабатывают и сточные воды производств печатных плат, которые по своему составу схожи с рассматриваемыми сточными водами [6–8].

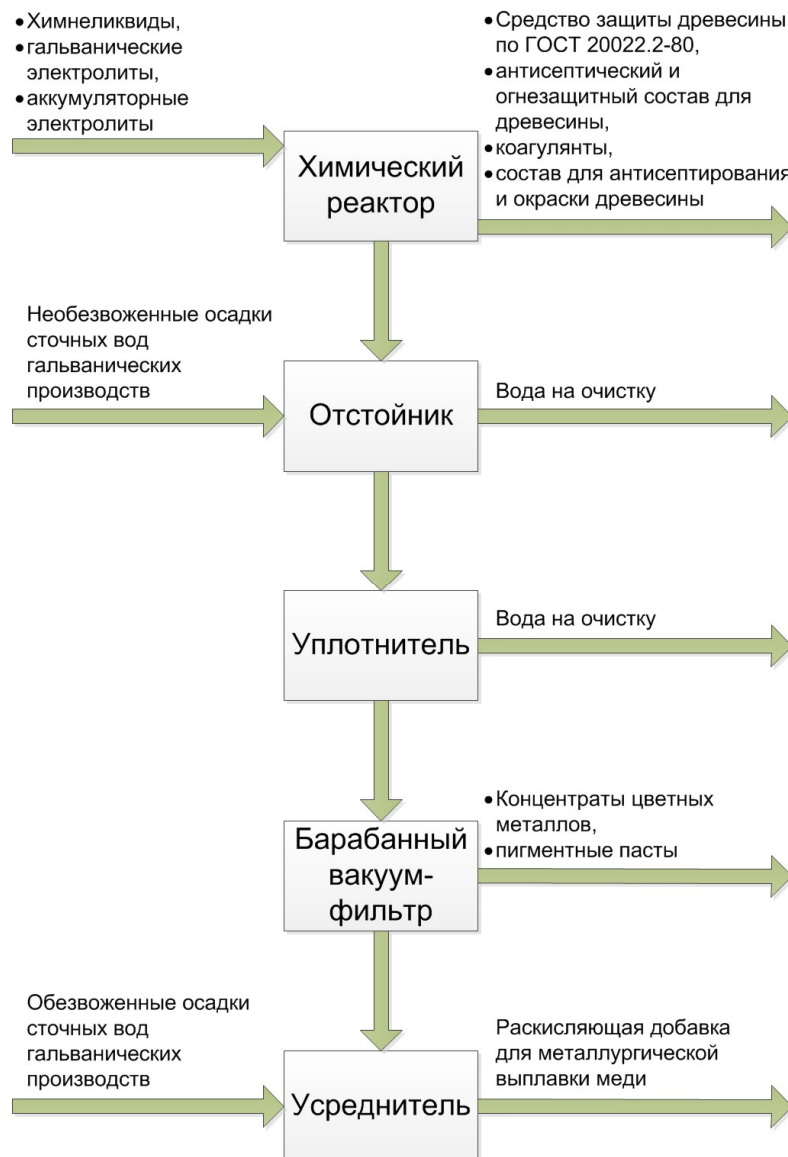


Рис. 1. Блок-схема безотходной переработки металлосодержащих отходов с получением продукции

В.И. Наумов с коллегами в работе [9] предлагает извлекать цветные металлы из осадков сточных вод гальванических производств методом выщелачивания. Принципиальная схема указанного процесса представлена на рис. 2.

Из осадков вначале готовят суспензию с соотношением твердой фазы к жидкой  $T : Ж = 1 : 40$ . Далее полученная суспензия поступает в реактор, где смешивается с раствором соляной кислоты. Соляная кислота позволяет разрыхлить структуру осадка за счет перевода в раствор нерастворимых в аммиачном растворе компонентов осадка.

После добавления соляной кислоты в реактор подают аммиачную воду. В результате образуется аммиачный раствор ( $NH_4OH - 10 \text{ г/дм}^3$ ;  $NH_4Cl - 25 \text{ г/дм}^3$ ), который обеспечивает селективное извлечение меди, никеля и цинка и пере-

водит в осадок металлы, не подлежащие извлечению (хром, железо, кальций, магний и др.). Процесс выщелачивания ведут при температуре  $35-40 \text{ }^\circ\text{C}$  в течение 15 ч.

После образования растворимых аммиачных комплексов меди, цинка, железа и др. суспензию подают в фильтр, в котором она разделяется на осадок и фильтрат, содержащий указанные аммиачные комплексы.

Осадок из фильтра направляют в конвейерную печь для обезвреживания от хрома. В ней при  $800-1200 \text{ }^\circ\text{C}$  происходит образования практически нерастворимого и устойчивого в кислотах и щелочах соединения  $Cr_2O_3$ . Полученный осадок можно использовать в качестве добавок в строительные материалы и бетонные дорожные покрытия в количестве до 10 %.



5. ГОСТ 20022.2–80. Защита древесины. Классификация. Переизд. с изм № 1, 2. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – II, 13. – 7 с.
6. Асеева, А.В. Разработка метода снижения сбросов экологически опасных электролитов в производстве печатных плат / А.В. Асеева, А.Н. Попов // Гальванотехника и обработка поверхности. – 2009. – Т. 17, № 3. – С. 35–40.
7. Анализ эффективности работы электрохимической, мембранной и сорбционной технологий очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов и органических примесей / А.В. Колесников, П.Н. Кисиленко, Д.Ю. Графов, В.И.Ильин // Гальванотехника и обработка поверхности. – 2014. – Т. 22, № 3. – С. 45–53.
8. Waste treatment in the metal manufacturing, forming, coating, and finishing industries / Ed. by L.K. Wang, N. K. Shamma, Y.-T. Hung. – Boca Raton: CRC Press, 2009. – XI, 494 p.
9. Утилизация иламов гальванических производств / В.И. Наумов, Ю.И. Наумов, А.Л. Галкин, Т.В. Сазонтьева // Гальванотехника и обработка поверхности. – 2009. – Т. 17, № 3. – С. 41–47.
10. ИТС 8–2015. Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях : информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. – М., 2015. – XIII. – 116 с.
11. Treatment of wastewaters from cyanide-free plating process by electrodialysis / T. Scarazzato et al. // Journal of Cleaner Production. – 2015. – Vol. 91. – P. 241–250.
12. Kobyas, M. Treatment of Cr, Ni and Zn from galvanic rinsing wastewater by electrocoagulation process using iron electrodes / M. Kobyas, N. Erdem, E. Demirbas // Desalination and Water Treatment. – 2015. – Vol. 56, Issue 5. – P. 1191–1201.

**Аксенов Валентин Иванович**, кандидат технических наук, профессор кафедры «Водное хозяйство и технология воды», Уральский федеральный университет (Екатеринбург), aksvi@bk.ru

**Царев Николай Сергеевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Водное хозяйство и технология воды», Уральский федеральный университет (Екатеринбург), nstzar@mail.ru

**Николаенко Елена Валентиновна**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Градостроительство, инженерные сети и системы», Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), mail.nikolaenko@inbox.ru

**Ничкова Ирина Ивановна**, кандидат химических наук, доцент кафедры «Водное хозяйство и технология воды», Уральский федеральный университет (Екатеринбург), nii.7@mail.ru

Поступила в редакцию 24 октября 2016 г.

DOI: 10.14529/build170108

## THE TREATMENT OF SEWAGE SLUDGE FROM ELECTROPLATING PLANTS

V.I. Aksenov<sup>1</sup>, aksvi@bk.ru

N.S. Tsarev<sup>1</sup>, nstzar@mail.ru

E.V. Nikolaenko<sup>2</sup>, mail.nikolaenko@inbox.ru

I.I. Nichkova<sup>1</sup>, nii.7@mail.ru

<sup>1</sup> Ural Federal University, Ekaterinburg, Russian Federation

<sup>2</sup> South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

In the process of wastewater treatment in the electroplating industry there is always sludge, the composition and amount of which depend on the chemical composition and flow of wastewater and methods of its processing. The paper covers approved in the practice methods for sludge utilization. The authors describe preparation of himalaica, electroplating and battery electrolytes for wood and the two-component composition for simultaneous preservation and toning of wood to look like mahogany. The authors provide a method of processing sewage sludge from electroplating plants into concentrates of non-ferrous metals, pigment paste, and deoxidizing additives for metallurgical smelting of copper. The study also presents a technology of extracting non-ferrous metals from sewage sludge by leaching with hydrochloric acid and ammonia water. In the process of such processing, a suspension with a certain ratio of solid phase to liquid is originally prepared from the sludge,

and then it is sequentially treated with hydrochloric acid and ammonia water. After the formation of soluble ammonia complexes of copper, zinc, iron the suspension is fed into the filter, where it is separated into a precipitate and a filtrate containing the above-mentioned ammonia complexes. After that the filtrate is heated to remove ammonia gas and form the slurry containing oxides and hydroxides of non-ferrous metals. The obtained suspension is filtered. The residue (concentrate of metals) is dried, and then it's sent to the finished goods warehouse and further enterprises of non-ferrous metallurgy. The filtrate is discharged to wastewater treatment facilities for neutralization.

*Keywords:* electroplating industry, wastewater, processing of sewage sludge, non-ferrous metals, recycling, wood protection, pigment paste.

### References

1. Zaynullin X.N., Babkov V.V., Zakirov D.M., Chulkov A.N., Iksanova E.M. *Utilizatsiya osadkov stochnykh vod gal'vanicheskikh proizvodstv* [Disposal of Sewage Sludge in Electroplating]. Moscow, Ruda i Metally Publ., 2003. 272 p.
2. Benvenutia T., Krapfa R.S., Rodrigues M.A.S., Bernardesa A.M., Zoppas-Ferreira J. Recovery of Nickel and Water from Nickel Electroplating Waste Water by Electrodialysis. *Separation and Purification Technology*. 2014, vol. 129, pp. 106–112. DOI: 10.1016/j.seppur.2014.04.002
3. Petrinic I., Korenaka J., Povodnik D., Hélix-Nielsen C. A Feasibility Study of Ultra Filtration/Reverse Osmosis (UF/RO) – Based Wastewater Treatment and Reuse in the Metal Finishing Industry. *Journal of Cleaner Production*. 2015, vol. 101, pp. 292–300. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.022>
4. Ivanov V.V., Kochurov A.V., Timoshin V.N., Yakovlev S.I., Medkov B.K. [Waste-Free Technology for Processing Toxic Industrial Waste]. *Gal'vanotekhnika i obrabotka poverkhnosti* [Electroplating and Surface Treatment]. Moscow, Gal'vanotekh Publ., 1999, vol. 7, no. 2, pp. 35–37. (in Russ.).
5. GOST 20022.2–80. [Protection of Wood. Classification]. Moscow, Standartinform Publ., 1986. 7 p. (in Russ.).
6. Aseeva A.V., Popov A.N. [Development of Methods to Reduce Discharges of Environmentally Hazardous Electrolytes in the Production of Printed Circuit Boards]. *Gal'vanotekhnika i obrabotka poverkhnosti* [Electroplating and Surface Treatment]. 2009, vol. 17, no. 3, pp. 35–40.
7. Kolesnikov A.V., Kisilenko P.N., Grafov D.Yu., Il'in V.I. [Analysis of the Efficiency of Electrochemical, Membrane and Adsorption Methods for Wastewater Treatment Technology by Heavy Metal Ions and Organic Impurities]. *Gal'vanotekhnika i obrabotka poverkhnosti* [Electroplating and Surface Treatment]. Moscow, Gal'vanotekh Publ., 2014, vol. 22, no. 3, pp. 45–53. (in Russ.).
8. Wang L.K., Shammas N.K., Hung Y.-T. [Waste Treatment in the Metal Manufacturing, Forming, Coating, and Finishing Industries]. Boca Raton, CRC Press, 2009. Vol. XI. 494 p.
9. Naumov V.I., Naumov Yu.I., Galkin A.L., Sazont'eva T.V. [Utilization of Sludge in Plating Industry]. *Gal'vanotekhnika i obrabotka poverkhnosti* [Electroplating and Surface Treatment]. Moscow, Gal'vanotekh Publ., 2009, vol. 17, no. 3, pp. 41–47. (in Russ.).
10. ITS 8–2015. [Wastewater Treatment in the Production of Products (Goods), Performance of Works and Provision of Services to Large Enterprises: Information and Technical Reference for the Best Available Techniques]. Moscow, 2015. 116 p.
11. Scarazzato T. et al. Treatment of Wastewaters from Cyanide-Free Plating Process by Electrodialysis. *Journal of Cleaner Production*, 2015. vol. 91, pp. 241–250.
12. Kobya M., Erdem N., Demirbas E. Treatment of Cr, Ni and Zn from Galvanic Rinsing Wastewater by Electrocoagulation Process Using Iron Electrodes. *Desalination and Water Treatment*, 2015, vol. 56, iss. 5, pp. 1191–1201.

Received 24 October 2016

---

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Обработка осадков сточных вод гальванических производств / В.И. Аксенов, Н.С. Царев, Е.В. Николаенко, И.И. Ничкова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2017. – Т. 17, № 1. – С. 62–66. DOI: 10.14529/build170108

### FOR CITATION

Aksenov V.I., Tsarev N.S., Nikolaenko E.V., Nichkova I.I. The Treatment of Sewage Sludge from Electroplating Plants. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2017, vol. 17, no. 1, pp. 62–66. (in Russ.). DOI: 10.14529/build170108