

О. С. Залыгина, В. И. Чепрасова, А. А. Ковалева,
*Белорусский государственный технологический университет, г. Минск,
Республика Беларусь*

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПИГМЕНТОВ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ХИМИЧЕСКОГО НИКЕЛИРОВАНИЯ

The article proposes a technological scheme for the production of light green and black pigments from liquid industrial waste—spent electrolytes of chemical nickel plating. The proposed technology will reduce the environmental effects of chemical nickel plating, prevent the danger of nickel ions entering the soil and the hydrosphere, turn hazardous liquid waste into secondary raw materials and obtain pigments based on it that are not produced in the Republic of Belarus.

В настоящее время наряду с электрохимическим никелированием достаточно широкое распространение получило химическое никелирование. Химический метод никелирования можно использовать для нанесения покрытий на изделия сложной конфигурации. С помощью данного метода получают равномерные покрытия, отличающиеся высокими декоративными свойствами, малой пористостью и, вместе с тем, большой твердостью и износостойкостью.

Однако, несмотря на ряд достоинств, химическое никелирование имеет существенный недостаток – образование отработанных растворов химического никелирования (ОРХН), которые согласно Классификатору отходов, образующихся в Республике Беларусь, относятся к жидким отходам. В настоящее время они не нашли применения в промышленности и хранятся на территории предприятий. При этом не только создается угроза загрязнения окружающей среды, но и теряется ценное дефицитное сырье, каковым являются соединения никеля.

На основании аналитического обзора литературы [1–3] и учитывая хромофорные свойства соединений никеля, в качестве наиболее перспективного направления переработки ОРХН было выбрано получение на их основе пигментов. Поскольку в Республике Беларусь производство пигментов отсутствует, это позволит не только сократить импорт продукции, но и повысить экономический потенциал страны.

На основании ранее проведенных исследований [4, 5] была предложена технологическая схема переработки отработанных растворов химического никелирования с получением пигментов, которая представлена на рисунке.

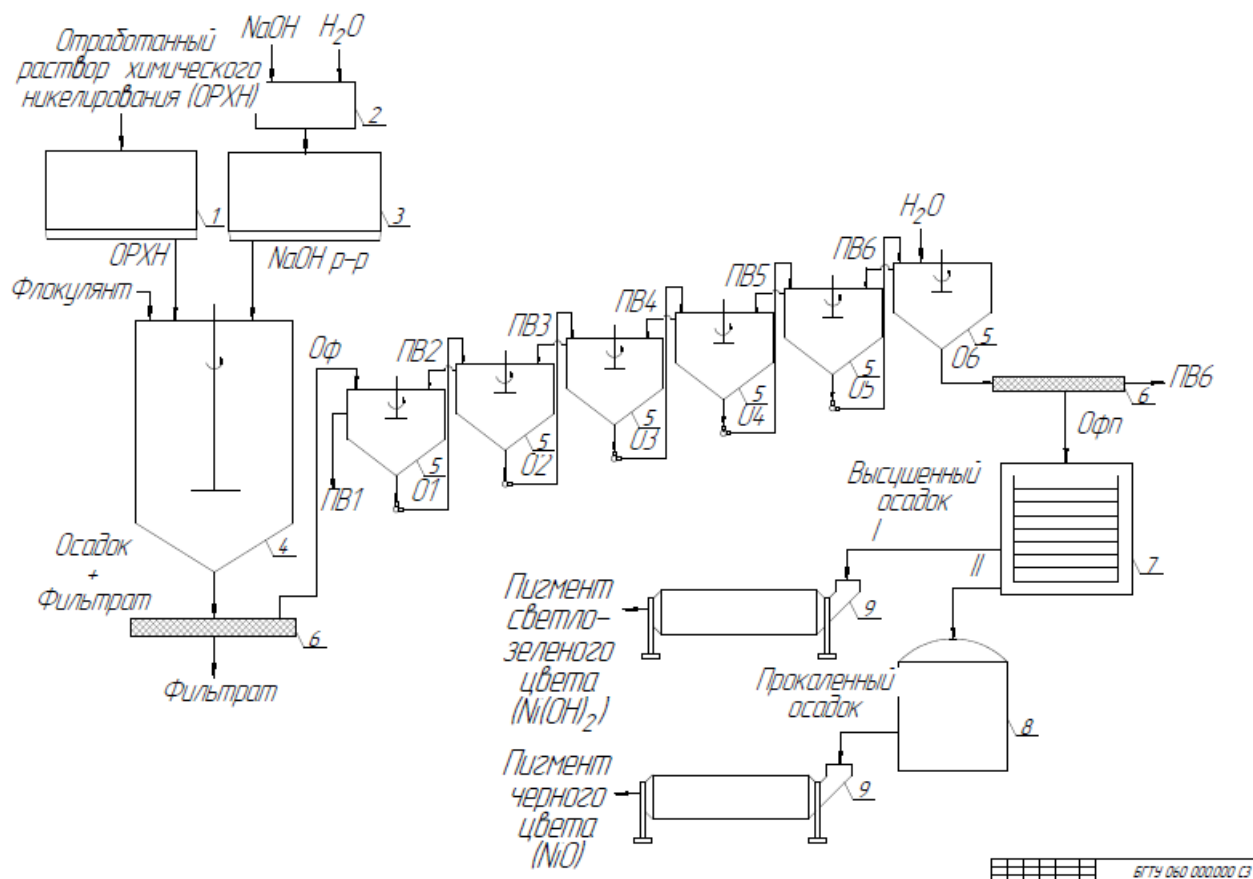


Рис. Технологическая схема получения пигментов из отработанных растворов химического никелирования: Оф – осадок после фильтрования до промывок; О1 – О6 – осадок после 1–6 промывок; ПВ1–ПВ6 – промывная вода на 1–6 ступени промывки; Офп – промытый осадок после фильтрования; 1 – приемная емкость ОРХН; 2 – емкость приготовления раствора осадителя; 3 – расходная емкость раствора осадителя; 4 – реактор осаждения; 5 – сгуститель 1–5 стадии промывки; 6 – вакуум-фильтр; 7 – сушильный шкаф; 8 – электрическая печь; 9 – шаровая мельница

Отработанный раствор химического никелирования из приемной емкости **1** поступает в реактор периодического действия **4**, где смешивается с насыщенным раствором гидроксида натрия. Гидроксид натрия добавляется в реактор до $pH = 13$. Значение pH было выбрано на основании потенциометрического титрования. При этом протекает реакция с образованием гидроксида никеля, который выпадает в виде осадка. Для улучшения осаждения

мелкодисперсного гидроксида никеля в реактор добавляется флокулянт *Zetag* в количестве в количестве 5 мг/дм³. Флокулянт не только интенсифицирует процесс седиментации, но также облегчает последующее обезвоживание осадка на фильтре вследствие снижения удельного сопротивления осадка в 2 раза. По окончании реакции выключается мешалка, и суспензия остается в состоянии покоя в течение 30 минут для старения осадка. Старение осадка имеет большое значение для формирования его структуры. С течением времени в нем происходит ряд необратимых физико-химических процессов, важнейшими из которых являются структурная перекристаллизация, изменение размеров кристаллов, переход метастабильных соединений в стабильные, а в случае аморфных осадков – превращение их в кристаллические. Кроме этого, в процессе старения происходит уменьшение произведения растворимости гидроксида никеля с $2 \cdot 10^{-15}$ до $6,3 \cdot 10^{-18}$ [6], что способствует более полному осаждению Ni²⁺. Далее осадок обезвоживают на вакуум-фильтре 6 и отмывают от растворимых солей. Для этого в технологической схеме предусмотрена шестиступенчатая противоточная промывка в сгустителях 5.

На последнюю стадию промывки (считая по движению промываемого осадка) подается чистая вода для промывки осадка. При этом образуется промывная вода, которая подается на предшествующую стадию промывки. После шестого сгустителя отмытый осадок поступает на обезвоживание на вакуум-фильтре. Далее обезвоженный осадок высушивается в сушильной камере 7 при температуре 80 °С в течение 3–4 часов. Полученный после сушки гидроксид никеля подвергают помолу в шаровой мельнице 9, в результате чего получается пигмент светло-зеленого цвета. Для получения пигмента черного цвета (оксида никеля) высушенный материал подвергают термообработке в электрической печи 8 при температуре 350 °С в течение часа с последующим помолом в шаровой мельнице. Температура термообработки была выбрана на основании дифференциально-термического анализа.

На основании расчета материального баланса было установлено, что при переработке 1 дм³ отработанного раствора химического никелирования можно

получить 17,4 г пигмента. При этом будет израсходовано 359,09 г гидроксида натрия и 2777,31 г воды. Для получения 1 кг пигмента потребуется 57,4 дм³ ОРХН, 20,6 кг гидроксида натрия и 159 дм³ воды.

Таким образом, предлагаемая технология позволяет снизить воздействие химического никелирования на окружающую среду, предотвратить опасность попадания ионов никеля в почву и гидросферу, превратить опасный жидкий отход во вторичное сырье и получить на его основе пигменты, производство которых в Республике Беларусь отсутствует.

ЛИТЕРАТУРА

1. Валуйская, Е. А., Максин, В. И. Осаждение гидроксидов и гидрокарбонатов железа, никеля и меди из сточных вод и технологических растворов // Химия и технология воды. – 1989. – Т. 11. – № 1. – С. 12–20.

2. Чепрасова, В. И., Залыгина, О. С. Отработанные электролиты никелирования как вторичный сырьевой ресурс // Природные ресурсы. – 2017. – № 2. – С. 126–133.

3. Лобанова, Л. Л. Технология утилизации никеля из отработанных растворов химического никелирования и ванн улавливания: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.17.03 / Л. Л. Лобанова. – Киров: Вятский гос. унив., 2004. – 199 с.

4. Ковалева, А. А. Определение условий осаждения ионов Ni (II) из отработанных электролитов химического никелирования / Сборник научных работ 70-ой научно-технической конференции студентов и магистрантов. – Минск: БГТУ, 2019. – Ч. 2. – С. 362–366.

5. Залыгина, О. С., Чепрасова, В. И. Получение пигментов из отработанных электролитов никелирования / Материалы международной научно-технической конференции «Современные электрохимические технологии и оборудование». – Минск: БГТУ, 2017. – С. 145–148.

6. Лурье, Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. – М.: Химия, 1989. – 448 с.