

нальных сетей; контроль стока промышленных и бытовых вод; прекратить применение пестицидов, не прошедших экологической экспертизы.

Также необходимы мероприятия по восстановлению водности и проточности рек, которые обеспечат эффективное развитие орошения, восстановление рыбоводства и воспроизводства рыбных ресурсов. Для повышения водообеспеченности рек нужен комплекс мероприятий: устройство дренажных систем; расчистка русел рек; восстановление водоемов и регулирующих сооружений; осушение подтопленных и переувлажненных земель путем отвода избыточных вод из замкнутых понижений через каналы и ложбины; создание сети мониторинга водных объектов и ландшафтов [4, 6, 8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Развитие и устойчивость аграрных ландшафтов в степной зоне Краснодарского края / И. С. Белюченко // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности: Материалы междунар. научн. эколог. конф. – 2018 – С. 217–234.

2. Белюченко И. С. Антропогенное изменение почвенного покрова в процессе развития аграрных ландшафтов / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2018. – Т. 14. – № 2. – С. 52–64.

3. Белюченко И. С. Совмещенные посевы в севообороте агроландшафта : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар, 2016. – 262 с.

4. Белюченко И. С. Особенности развития совмещенных посевов в системе агроландшафта : монография / И. С. Белюченко. – Краснодар : Изд-во КубГАУ. – 2017. – 349 с.

5. Теучеж А. А. Химический состав различных видов навоза / А. А. Теучеж // Эколог. Вестник Сев. Кавказа. – 2018. – Т. 14. – № 1. – С. 54–58.

6. Теучеж А. А. История создания лесозащитных полос в Краснодарском крае и их состояние / А. А. Теучеж, И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2019. – Т. 15. – № 3. С. 37–41.

7. Теучеж А. А. Создание условий устойчивого развития и функционирования системы защитных лесных насаждений в Краснодарском крае / А. А. Теучеж // Отходы, причины их образования и перспективы использования : Материалы междунар. научн. эколог. конф. – 2019. С. 644–648.

8. Теучеж А. А. Лесные полосы и их роль в системе агроландшафта : монография / А. А. Теучеж. – Краснодар, 2019. – 79 с.

УДК 504.064.47: 628.386

СНИЖЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ИОНАМИ НИКЕЛЯ ПУТЕМ ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ХИМИЧЕСКОГО НИКЕЛИРОВАНИЯ

Залыгина Ольга Сергеевна, кандидат технических наук, УО «Белорусский государственный технологический университет», Республика Беларусь, г. Минск, zalyhina@mail.ru

Ковалёва Анастасия Александровна, УО «Белорусский государственный технологический университет», Республика Беларусь, г. Минск

Отработанные электролиты химического никелирования представляют собой жидкий отход производства, опасный для окружающей среды, вместе с которым теряется никель, являющийся ценным и дефицитным сырьем. Поэтому предложено использовать данный жидкий отход для получения пигментов зеленого цвета путем осаждения из него ионов никеля гидроксидом натрия. Одновременно это позволит снизить негативное воздействие процесса химического никелирования на гидросферу.

Ключевые слова: отработанные электролиты химического никелирования, жидкие отходы, пигменты, окружающая среда, переработка отходов.

REDUCING SURFACE WATER CONTAMINATION WITH NICKEL IONS BY RECYCLING SPENT ELECTROLYTES WITH CHEMICAL NICKEL PLATING

Zalyhina V. S., Kovaliova A. A.

Spent electrolytes of chemical Nickel plating are a liquid waste product that is dangerous for the environment, along with which Nickel is lost, which is a valuable and scarce raw material. Therefore, it is proposed to use this liquid waste to produce green pigments by precipitation of Nickel ions from it with sodium hydroxide. At the same time, this will reduce the negative impact of the chemical Nickel plating process on the hydrosphere.

Keywords: spent electrolytes of chemical Nickel plating, liquid waste, pigments, environment, waste processing.

В машиностроении широкое распространение получили процессы гальванического (электрохимического) и химического никелирования. По площади покрываемых деталей никелирование занимает второе место, уступая только цинкованию. В настоящее время в основном используется электрохимический метод нанесения никелевых покрытий. Этим способом покрывают изделия из стали и цветных металлов для защиты их от коррозии, декоративной отделки поверхности, повышения сопротивления механическому износу и др. [1]. Однако в некоторых случаях необходимо использовать химическое никелирование, т. к. оно обеспечивает равномерное распределение металла по поверхности рельефного изделия любого профиля, что недостижимо при электрохимическом покрытии. Отличительной особенностью обоих процессов является большой объем потерь солей никеля с жидкими отходами, содержащими от 3 до 20 г/л ионов никеля [2]. К таким отходам относятся, в частности, отработанные электролиты химического никелирования (ОЭХН).

Никель, как и многие другие тяжелые металлы, оказывает токсическое, канцерогенное и мутагенное действие на живые организмы. Начиная с концентрации 1,0 мг/л, никель снижает эффективность биологической очистки сточных вод, ослабляет интенсивность процессов нитрификации активного ила, значительно снижает аэробное окисление сточных вод на биологических фильтрах. Никель вызывает задержку роста растений при концентрации 2,5 г/л, а увеличение концентрации никеля приводит к гибели растений [1]. При воздействии на кожу человека никель и его соединения оказывают аллергенное действие, образуя «никелевые экземы» – отек, язвы, пузырьки.

В настоящее время ОЭХН не находят промышленного применения и хранятся на территории предприятий, занимая большие площади и создавая угрозу возникновения чрезвычайных ситуаций. В некоторых случаях ОЭХН сбрасываются на очистные сооружения вместе с низкоконцентрированными промывными водами, что приводит к нарушению работы очистных сооружений и попаданию соединений никеля в окружающую среду, прежде всего в поверхностные воды. Кроме этого, с отработанными электролитами химического никелирования теряется никель, который является ценным и дефицитным сырьем.

В работе исследовалась возможность переработки отработанных электролитов химического никелирования, которые были предоставлены опытным производством научно-исследовательского института физико-химических проблем Белорусского государственного университета. Их составы приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Составы исследуемых ОЭХН

Состав ОЭХН	Дата отбора проб и обозначение		
	3.05.2019 ОЭХН-1	12.09.2019 ОЭХН-2	24.11.2019 ОЭХН-3
Сульфат никеля ($\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	21,48	20,86	21,05
Гипофосфит натрия ($\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	22,5	42,9	38,9
Глицин ($\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$)	20	12	10
Ацетат натрия (CH_3COONa)	10	–	–
Малоновая кислота ($\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_4$)	–	25	20
Сульфат меди (CuSO_4)	–	0,4	0,4

Учитывая то, что соединения никеля обладают хромофорными свойствами, в работе исследовалась возможность получения из ОЭХН пигментов.

В качестве осадителя Ni^{2+} был выбран гидроксид натрия, т. к. образующийся при его использовании гидроксид никеля характеризуется низким значением произведения растворимости ($PP=2 \cdot 10^{-15}$), что обеспечивает достаточно полное извлечение ионов никеля. Кроме этого, гидроксид никеля получил широкое распространение в промышленности в качестве пигмента.

Для определения рН осаждения и расхода осадителя к определенному количеству ОЭХН приливали насыщенный раствор NaOH, отфильтровывали полученный осадок и определяли рН и концентрацию Ni^{2+} в фильтрате. Результаты эксперимента представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Зависимость концентрации Ni^{2+} в фильтрате от рН

рН	Концентрация ионов Ni^{2+} в фильтрате, мг/л		
	ОЭХН-1	ОЭХН-2	ОЭХН-3
5	3980	4510	4420
6	3760	4055	3920
7	2340	2640	2500
8	1520	1780	1620
9	620	830	780
10	85	146	115
11	4,3	9,4	8,3
12	0,28	0,98	0,64
13	ниже 0,03	ниже 0,03	ниже 0,03

Из таблицы видно, что осаждение Ni^{2+} завершается при рН 13. При этом наблюдается высокий расход осадителя – 70 г NaOH в пересчете на сухое вещество. Основной причиной повышенного расхода осадителя является его взаимодействие с гипофосфитом натрия, который содержится в отработанном растворе химического никелирования. Присутствие малоновой кислоты дополнительно увеличивает расход щелочи на нейтрализацию растворов, что обусловлено ее сильными буферными свойствами.

Исходя из литературных данных и результатов эксперимента, можно предположить следующий порядок протекания реакций при осаждении Ni^{2+} из ОЭХН. До рН 5 происходит нейтрализация малоновой кислоты; при рН 6 начинается незначительное образование гидроксида никеля, который выпадает в осадок. Однако, от рН 6 до 10 основное количество щелочи расходуется на взаимодействие с гипофосфитом натрия по реакции:



Интенсивное выпадение осадка наблюдается в интервале рН 10–13.

Полученный осадок отмывали от водорастворимых соединений дистиллированной водой методом декантации до тех пор, пока общее солесодержание в промывных водах не снизилось до солесодержания в водопроводной воде (226 мг/л). Использовали прямоточную промывку, соотношение объема промывной воды к объему осадка 5 : 1. Результаты эксперимента представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Солесодержание в промывных водах

Номер промывки	Солесодержание (мг/л) при промывке осадка, полученного из:		
	ОЭХН-1	ОЭХН-1	ОЭХН-1
1	19680,0	19490,0	19570,0
2	5957,0	6124,0	6039,0
3	1790,0	1870,0	1920,0
4	548,7	592,3	568,2
5	215,4	220,8	218,1

Из таблицы видно, что для отмывки осадка требуется пять прямоточных промывок.

Полученный осадок высушивали при температуре 100 °С в течение часа. Выход осадка из отработанных электролитов химического никелирования составил от 17,0 до 17,5 г из 1 л отработанного электролита химического никелирования в зависимости от исходной концен-

трации Ni^{2+} в нем. Степень извлечения Ni^{2+} во всех случаях превысила 99,9 %. Цвет осадка светло-зеленый.

Для полученных образцов были определены такие свойства, как маслосъемность I рода, маслосъемность II рода, укрывистость, потери при прокаливании, pH водной вытяжки и цвет (в соответствии с атласом цветов по аддитивной цветовой модели RGD). Сравнительный анализ свойств полученных образцов со свойствами никельсодержащих пигментов, которые производятся на Уральском заводе химических реактивов, свидетельствует о возможности их использования в качестве зеленых пигментов.

Таким образом, предложенная переработка ОЭХН позволит снизить воздействие химического никелирования на окружающую среду, предотвратить опасность попадания ионов никеля в поверхностные и подземные воды, превратить опасный жидкий отход во вторичное сырье и получить на его основе пигмент.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградов С. С. Экологически безопасное гальваническое производство / С. С. Виноградов. – Изд. 2-е. – М. : Глобус, 2002. – 352 с.
2. 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, 2004. – 199 с.

УДК 504.064.3:(556.5:628.542)(477)

МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД РАЙОНОВ ЗАХОРОНЕНИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Азимов Александр Тельманович, доктор геологических наук, Научный центр аэрокосмических исследований Земли ИГН НАН Украины, **Украина**, г. Киев, azimov@casre.kiev.ua

Злобина Екатерина Сергеевна, кандидат геологических наук, Институт геохимии, минералогии и рудообразования имени Н. П. Семененко НАН Украины, **Украина**, г. Киев, ecaterinka@ukr.net

Кармазиненко Сергей Петрович, кандидат географических наук, Институт географии НАН Украины, **Украина**, г. Киев, karmazinenko78@gmail.com

Кураева Ирина Владимировна, доктор геологических наук, профессор, Институт геохимии, минералогии и рудообразования имени Н. П. Семененко НАН Украины, **Украина**, г. Киев, ki4412674@gmail.com

В северо-западной части Киевского полигона № 5 для захоронения твердых бытовых отходов и сопредельном районе на основе мониторинговых эколого-гидрогеохимических исследований выявлено загрязнение поверхностных вод собственно на полигоне сточными водами со значительным содержанием органических токсикантов. Поверхностные воды за территорией полигона характеризуются показателями, которые не превышают предельно допустимые концентрации. Вместе с тем они выше фоновых значений.

Ключевые слова: полигон, бытовые отходы, токсиканты, поверхностные воды, геохимический анализ.

MONITORING OF SURFACE WATER QUALITY IN THE AREAS OF SOLID DOMESTIC WASTE DISPOSAL

Azimov O. T., Zlobina K. S., Karmazynenko S. P., Kuraeva I. V.

In the north-western Kyiv's Landfill No 5 of solid domestic waste disposal and adjacent area on a basis of monitoring ecological and hydrogeochemical studies it was revealed the surface water pollution by waste waters with the considering amount of organic toxicants at the proper Landfill. Surface waters beyond the Landfill area are characterized by the indicators which don't exceed the maximum allowable concentrations. However, they are above the background values.

Keywords: Landfill, solid waste, toxicants, surface waters, geochemical analysis.

Постановка общей проблемы. Изучение экологического и геохимического состояния объектов окружающей среды территорий, которые подвергаются воздействию различных