

без покрытия. Через 60 мин механо-химического воздействия износостойкость образцов с покрытием ТК12 в 10 раз, образцов с покрытиями АТ72 и ТК13 в 6 раз выше стойкости образцов без покрытия.

Среди образцов с покрытиями наибольшее увеличение стойкости, по сравнению с образцами без покрытия, при механо-химическом воздействии показало покрытие ТК12, которое по результатам предшествующих испытаний характеризуется наибольшей микротвердостью и химической стойкостью.

Покрытие ТК13 обладает меньшей твердостью, по сравнению с покрытием АТ72, однако химическая стойкость данного покрытия выше.

При механо-химическом воздействии в течение 60 мин, несмотря на более высокую твердость, покрытие АТ72 проявило более высокую интенсивность потери материала с поверхности по сравнению с покрытием ТК13. В то же время через 20 мин после начала механо-химического воздействия износ образцов с покрытием АТ72 был на 5% меньше в сравнении с образцами с покрытием ТК13.

Это может быть объяснено тем, что на первых этапах изнашивания основную роль в препятствии диссипации материала играет твердость покрытия, а по мере продолжающегося воздействия химических веществ, особое значение приобретает химическая стойкость поверхности образцов.

На основе проведенных исследований сделан вывод о целесообразности применения покрытия ТК12 для повышения стойкости дереворежущего инструмента из быстрорежущей стали.

#### **Список использованных источников**

1. Латушкина, С.Д. Вакуумно-плазменные защитные покрытия на дереворежущий инструмент / С.Д. Латушкина, Д.В. Куис, А.Г. Жижченко, О.И. Посылкина, П.В. Рудак, В.М. Комаровская // Упрочняющие технологии и покрытия. 2014. №11. – С. 23-28.

УДК 621.357

### **ОТРАБОТАННЫЕ РАСТВОРЫ ТРАВЛЕНИЯ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ КАК СЫРЬЕВОЙ РЕСУРС ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИГМЕНТОВ**

**Рылко Н.Н., Кравченко М.Л.**

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь  
Научный руководитель – Лихачева А.В., к.т.н., доцент.

*The results of the analysis of composition of the spent solutions of ferrous metals etching are presented in the article. The analysis shows that this waste can be considered as raw materials for production of pigments.*

При изготовлении и хранении металлические изделия подвергаются воздействию окружающей среды, в результате их поверхность покрывается продуктами коррозии и окарины. Этот слой не только ухудшает внешний вид

изделий, но и затрудняет выполнение последующих технологических операций.

Перед осаждением на изделия гальванических покрытий их поверхность должна быть очищена от загрязнений и оксидов. Загрязнения удаляются в результате обезжиривания. От коррозии и окалина поверхность очищается в процессе травления.

Травление может осуществляться в травильных растворах химическим или электрохимическим способами. В процессе травления в растворах уменьшается концентрация кислоты и накапливаются продукты травления. Это приводит к снижению скорости и качества травления и вызывает необходимость замены отработанного травильного раствора свежим травильным раствором.

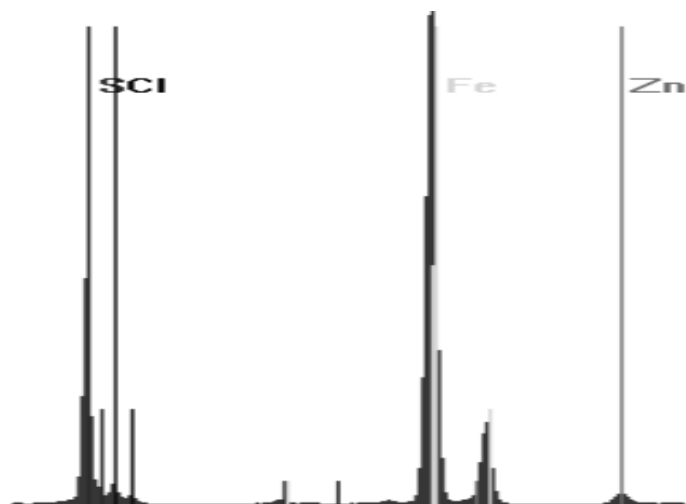
Периодичность замены отработанных травильных растворов обычно составляет примерно 5-20 суток. Сбросы отработанных травильных растворов на очистные сооружения приводят к потерям металлов, а также нарушению работы очистных сооружений. Поэтому обезвреживание отработанных травильных растворов при их сбросе на очистные сооружения может применяться лишь как временное решение и его не следует рассматривать как техническое решение, не соответствующее современному уровню развития гальванотехники.

Для определения возможных направлений использования и переработки отработанных травильных растворов нами были отобраны пробы на ОАО «Речицкий метизный завод» и проанализирован их состав.

Для количественного анализа использовали потенциометрический и фотоколориметрический методы анализа. Установлено, что концентрация серной кислоты составляет 70 г/л, а сульфата железа (II) – 180 г/л.

Качественный элементный анализ проводили с использованием рентгено-флуоресцентного энерго-дисперсионного анализатора химического состава EX-Calibur. Результаты исследований приведены на рисунке 1.

Обработка полученных результатов позволила установить, что массовое соотношение элементов в пробе следующее: железо – 71,7 %, сера – 23,5 %, цинк – 2,8 %, хлор – 2,1 %.



**Рисунок 1** – Гистограмма спектра пробы отработанного травильного раствора

Высокое содержание железа в отработанном растворе травления черных металлов свидетельствует о том, что данный отход может быть использован при получении железосодержащего пигмента.

Исследуемые отработанные растворы травления черных металлов использовали для получения железосодержащего пигмента методом осаждения с последующей термической обработкой в автоклаве. В результате осаждения был получен пигмент коричневого цвета, содержащий магемит ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ).

Для увеличения выхода пигмента и создания наиболее благоприятных условий получения продукта отработанный травильный раствор предварительно корректировали с использованием железных стружек. В результате, увеличилась концентрация железа в растворе и значение pH увеличилось от 1 до 4,5 единиц. Такая предварительная операция позволила снизить расход щелочи, необходимой для осаждения соединений железа, и объемов реагентов в смеси. Кроме того, при корректировке в осадок выпал железный купорос, из которого был получен пигмент красного цвета, содержащий гематит ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ).

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод, что отработанные растворы травления черных металлов могут рассматриваться как сырьевой ресурс для получения железосодержащих пигментов. Но, при разработке технологии переработки рассматриваемого отхода необходимо учитывать, что данные отходы во времени имеют переменный состав, а также тот факт, что на разных предприятиях их состав различен из-за используемых добавок. Необходимо также дополнительно исследовать влияние добавок на качество получаемых пигментов. Предварительные исследования показали, что это влияние значимое.

УДК 504.064.47:628.386

## УТИЛИЗАЦИЯ НИКЕЛЯ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО НИКЕЛИРОВАНИЯ

**Шаметько К.Ю., Чепрасова В.И.**

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь, zolha@tut.by  
Научный руководитель – Залыгина О.С., к.т.н., доцент.

*The article shows a possibility of nickel recovery from spent nickel electrolytes by precipitation with sodium hydroxide. The obtained hydroxide and nickel oxide can be used in various industries.*

Никелевые покрытия являются одними из наиболее распространенных декоративно-защитных покрытий. По площади покрываемых деталей никелирование занимает второе место, уступая только цинкованию. В бывшем СССР на никелирование приходилось, по данным на 1986 г., 29% от