

УДК 667.633.41/42

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПОЛИМЕРОВ
В ПРОИЗВОДСТВЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ**



**USE OF WASTE POLYMERS IN THE PRODUCTION
OF COMPOSITE ELECTROCHEMICAL COATINGS BASED ON NICKEL**

Фукс Софья Лейвиковна

кандидат технических наук,
доцент,
доцент кафедры промышленной и прикладной экологии,
Вятский государственный университет
tzb_fuks@vyatsu.ru

Девятерикова Светлана Владимировна

кандидат технических наук,
доцент кафедры промышленной
и прикладной экологии,
Вятский государственный университет
usr01730@vyatsu.ru

Хитрин Сергей Владимирович

доктор химических наук,
профессор,
профессор кафедры промышленной
и прикладной экологии,
Вятский государственный университет
tzb_khitrin@vyatsu.ru

Камалов Константин Олегович

старший преподаватель
кафедры технологии неорганических веществ
и электрохимических производств,
Вятский государственный университет
usr00705@vyatsu.ru

Аннотация. Композиционные материалы, как правило, органично сочетают в себе достоинства своих главных составляющих. Использование полимера (политетрафторэтилена) в составе композиционного покрытия на основе электрохимически нанесенного металла (никеля) позволит увеличить эксплуатационные характеристики композита. Применение политетрафторэтилена, являющегося браком производства, параллельно решает проблему охраны окружающей среды.

Ключевые слова: композиционное электрохимическое покрытие, никель, политетрафторэтилен, дисперсная фаза, электролит, микротвердость.

Fuchs Sofja Leyvivikovna

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of Industrial and Applied Ecology,
Vyatka State University
tzb_fuks@vyatsu.ru

Devyaterikova Svetlana Vladimirovna

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department
of Industrial and Applied Ecology,
Vyatka State University
usr01730@vyatsu.ru

Khitrin Sergey Vladimirovich

Doctor of Chemical Sciences,
Professor,
Professor of the Department
of Industrial and Applied Ecology,
Vyatka State University
tzb_khitrin@vyatsu.ru

Kamalov Konstantin Olegovich

Senior Lecturer of the Departments
of Technology of Inorganic Substances
and Electrochemical Production,
Vyatka State University

Annotation. Composite materials, as a rule, organically combine the advantages of their main components. The use of a polymer (polytetrafluoroethylene) as part of a composite coating based on an electrochemically deposited metal (nickel) will increase the performance of the composite. The use of polytetrafluoroethylene, which is a manufacturing defect, simultaneously solves the problem of environmental protection.

Keywords: composite electrochemical coating, nickel, polytetrafluoroethylene, dispersed phase, electrolyte, microhardness.

Н аправленное изменение физических характеристик электрохимических покрытий связано с повышением надежности работы изделий в коррозионных средах, увеличением их износостойкости, микротвердости, понижением шероховатости. Композиционные электрохимические покрытия (КЭП) получают путем введения в состав электролитов нерастворимых дисперсных частиц. Такие покрытия одновременно обладают свойствами осаждаемого металла и дисперсной фазы. В качестве дисперсной фазы могут быть использованы полимеры [1, 7]. Для получения КЭП при-

меняются электролиты, содержащие катионы металлов, обладающие способностью к восстановлению на металлической поверхности из водных растворов. Кроме того, в составе электролитов желательное присутствие ПАВ [2–5].

Целью данной работы явилось исследование возможности получения КЭП никель-вторичный ПТФЭ, включающего разное количество дисперсной фазы, и определение характеристик полученного КЭП.

Электрохимическое осаждение никелевого покрытия и КЭП проводили на образцы стали марки 08 кп с площадью 0,05–1 дм² из электролита, состав которого приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав электролитов никелирования

Состав электролита	Концентрация компонентов, г/л
Хлорид никеля шестиводный	170–250
Кислота борная	25–30
рН	3,0–4,0
Температура, °С	50
Время, мин	20
Плотность тока, А/дм ²	2–3

Выход по току рассчитывали по второму закону Фарадея.

Результаты определения зависимости выхода по току никеля от плотности тока при наличии и отсутствии ПАВ (четвертичного аминоксодержащего соединения в количестве 0,8 г/л) приведены на рисунке 1.

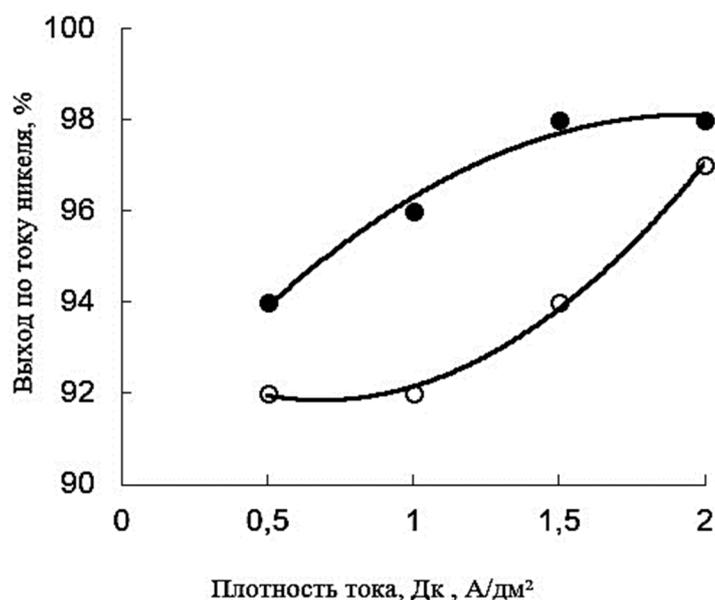


Рисунок 1 – Зависимость выхода по току никеля от плотности тока при наличии ПАВ в электролите (верхняя кривая) и при его отсутствии (нижняя кривая)

Как видно из рисунка, выход по току никеля повышается с увеличением плотности тока, а также при введении в электролит ПАВ.

Далее эксперимент проводили, вводя в электролит полимер в количестве 50–200 г/л. Применяли суспензию ПТФЭ, являющуюся производственным браком, включающую 53 % полимера и имеющую плотность 2,3 г/л. Проводили осаждение КЭП в вышеприведенных условиях. Количество полимера в покрытии определяли следующим образом. Полученное КЭП с известной массой растворяли в царской водке, после чего методом фильтрования при помощи стеклянного фильтра отделяли полимер от раствора. Результаты приведены на рисунке 2, из которого видно, что содержание дисперсной фазы в покрытии может достигать 22 % (масс.) при максимальном из исследованных вариантов количестве дисперсной фазы в электролите.

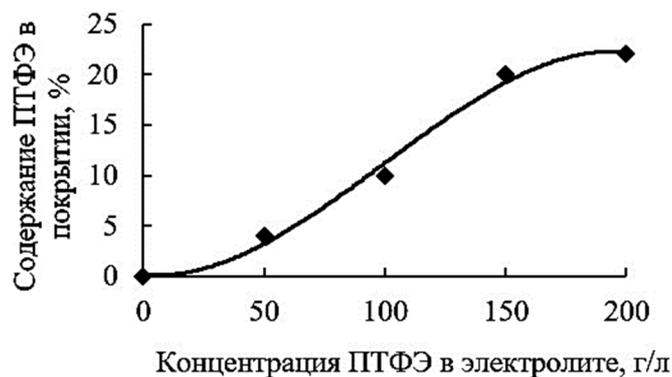


Рисунок 2 – Зависимость массовой доли ПТФЭ в покрытии от концентрации ПТФЭ в электролите

Внешний вид поверхности покрытий изучили с помощью сканирующего электронного микроскопа со встроенным датчиком энергодисперсионного анализа. Оценили состояние поверхности никелевого покрытия и КЭП, включающего минимальное количество фторполимера (12 г/л). Минимальное количество дисперсной фазы было выбрано с целью визуального оценивания зарастивания поверхности стали никелем и полимером.

Результаты приведены на рисунке 3.

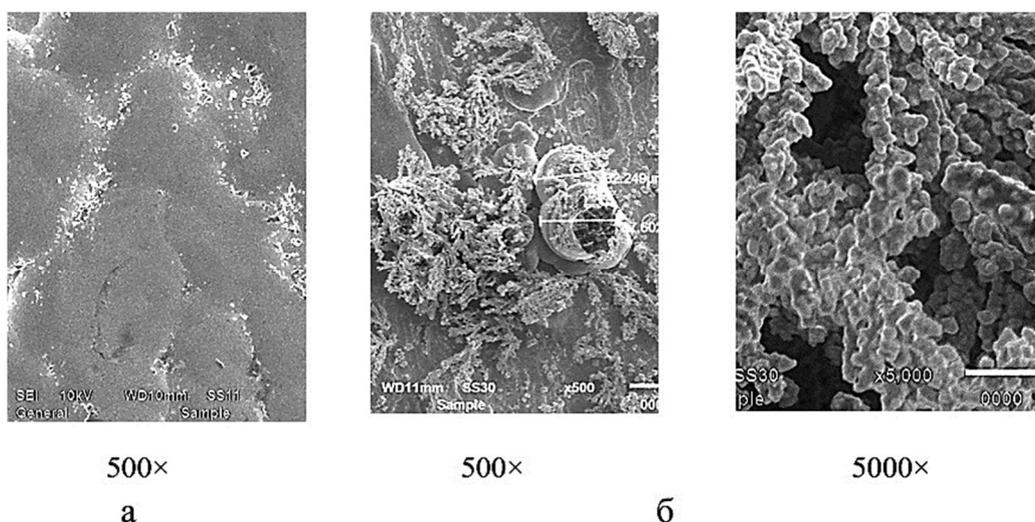


Рисунок 3 – Морфология никелевого покрытия (а) и КЭП никель-ПТФЭ (б)

Из рисунка видно, что никелевое покрытие – равномерное, без трещин, по границам зерен наблюдаются скопления мелких частиц (рис. 3а). На поверхности КЭП никель-ПТФЭ (рис. 3б) частицы ПТФЭ, имеющие спиралевидную форму, расположены фронтально к поверхности образца. При 5000-кратном увеличении видно, что спирали состоят из множества агрегированных частиц полимера, образующих цепи в пространстве над плоскостью пластины. Они полностью перекрывают поверхность образца, но не препятствуют поступлению ионов никеля к поверхности стали и их восстановлению на ней. В результате их постепенного зарастивания никелем происходит закрепление частиц ПТФЭ в покрытии.

Микротвердость покрытий определяли прибором ПМТ-3. Результаты определения микротвёрдости полученных КЭП толщиной 12 мкм приведены в таблице 2, из которой видно, что микротвёрдость КЭП ожидаемо ниже, чем покрытия, не имеющего в своем составе полимера.

Таблица 2 – Микротвёрдость КЭП никель – ПТФЭ

Концентрация ПТФЭ, г/л	Микротвёрдость 10, Н/мм ²	Δ микротвердости	
		10, Н/мм ²	%
0	1,296 + 1,52	0	0
100	1,132 + 0,60	1,640	12,65

Несмотря на понижение микротвердости на 12,65 %, ожидается повышение устойчивости КЭП в коррозионных средах [6], появление антифрикционных, самосмазывающих свойств [7].

Выводы. Присутствие в электролитах никелирования синтетических ПАВ приводит к увеличению выхода по току никеля. Массовая доля полимера в покрытии увеличивается с увеличением его в составе электролита и достигает 22 %. Микротвёрдость композиционного электрохимического покрытия меньше, чем покрытия без полимера в его составе.

Литература

1. Ваграмян А.Т. Физико-механические свойства электролитических осадков / А.Т. Ваграмян, Ю.С. Петрова. – М. : Химия, 1980. – 206 с.
2. Сайфуллин Р.С. Композиционные электрохимические покрытия / Р.С. Сайфуллин // Сб. науч. тр. Электроосаждение металлов и сплавов. – М. : Химия, 1991. – С. 133–144.
3. Fuks S.L. Composite electrochemical coatings with a carbon-containing dispersed phase or polytetrafluoroethylene / S.L. Fuks, S.V. Devyaterikova, S.V. Khitrin // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2013. – Vol. 86. – Iss. 6. – P. 848–852.
4. Хайбиева В.Ш. Композиционные никелевые слои с углеродной фазой. Бултеровские сообщения / В.Ш. Хайбиева, Р.И. Фомина, Г.Г. Мингазова. – 2015. – Т. 41. – № 1. – С. 142–146.
5. Мингазова Г.Г. Физико-химические свойства никелевых композиционных покрытий / Г.Г. Мингазова, Р.Е. Фомина, С.В. Водопьянова, Р.С. Сайфуллин, В.В. Жилыков // Вестник Казанского технологического университета. – Казань, 2013. – Вып. 16(21). – С. 303–305.
6. Девятерикова С.В. Получение композиционных материалов с использованием вторичных продуктов производства фторполимеров / С.В. Девятерикова // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – М., 2008.
7. Мамаев В.И. Функциональная гальванотехника : учеб. пособие. Вятский государственный университет. – Киров, 2013.

References

1. Vahramyan A.T. Physico-mechanical properties of electrolytic precipitation / A.T. Vahramyan, Yu.S. Petrova. – M. : Chemistry, 1980. – 206 p.
2. Sayfullin R.S. Composite electrochemical coatings. Collection of scientific tr. Electrodeposition of metals and alloys. – M. : Chemistry, 1991. – P. 133–144.
3. Fuks S.L. Composite electrochemical coatings with a carbon-containing dispersed phase or June / S.L. Fuks, S.V. Devyaterikova, S.V. Khitrin. – 2013. – Vol. 86. – Iss. 6. – P. 848–852.
4. Khaibieva V.Sh. Composite nickel layers with a carbon phase. Butler's messages / V.Sh. Khaibieva, R.I. Fomina, G.G. Mingazova. – 2015. – Vol. 41. – № 1. – P. 142–146.
5. Mingazova G.G. Physico-chemical properties of nickel composite coatings / G.G. Mingazova, R.E. Fomina, S.V. Vodopyanova, R.S. Sayfullin, V.V. Zhilyakov // Bulletin of Kazan Technological University. – Kazan, 2013. – Iss. 16(21). – P. 303–305.
6. Devyaterikova S.V. Obtaining composite materials using secondary products of the production of fluoropolymers / S.V. Devyaterikova // Dissertation for the degree of candidate of technical sciences. – M., 2008.
7. Mamaev V.I. Functional electroplating : textbook. Vyatka State University. – Kirov, 2013.