

**КОМПОЗИЦИОННЫЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ  
ПОКРЫТИЯ, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ  
НАНОДИСПЕРСНЫМ ПОРОШКОМ ОКСИДА КРЕМНИЯ**

На сегодняшний день нанопорошки широко применяются в различных сферах. В гальванотехнике распространено использование микро- и субмикродисперсных порошков для придания материалу покрытия особых свойств, например, повышенной твердости или низкого коэффициента трения [1]. Нанодисперсные порошки чаще всего используются для придания покрытию высокой твердости и износостойкости. Для этих целей применяют различные нанопорошки: нанодиамамы, оксид алюминия, фуллерены и другие [2].

Интересным, на наш взгляд, является использование оксида кремния для повышения твердости никелевой связки алмазного инструмента на гальванической связке. Обладая химической инертностью к электролиту, малым размером частиц, который сравним с нанодиамамами (~4 нм) можно ожидать достаточно высокой твердости покрытия [3]. Из-за низкого модуля сдвига, очевидно, повышение твердости связки будет реализовываться в большей степени за счет измельчения структуры и торможения дислокаций по границам зерен, второстепенно на наночастицах [4].

На рисунке 1 представлена фотография общего вида нанопорошка оксида кремния, на которой видно, что диапазон размеров частиц составляет 10 – 15 нм, а сам нанопорошок рентгеноаморфен.

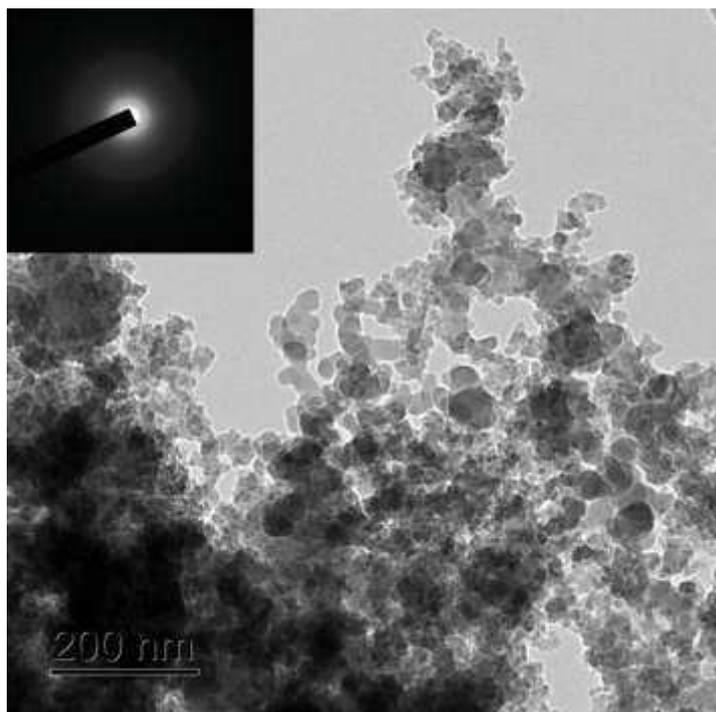


Рисунок 1 – Нанодисперсный порошок оксида кремния

Для осаждения никелевых покрытий использовался электролит Уоттса [5]. Оптимальное содержание второй фазы в электролите определялось путем измерения твердости каждого покрытия при изменении концентрации нанопорошка оксида кремния в электролите в диапазоне от 0 до 35 г/л.

В результате экспериментов было определено, что оптимальное содержание нанопорошка в электролите составляет 25 г/л. Микро-твердость композиционного электрохимического покрытия, полученного из электролита с оптимальным содержанием нанопорошка, на 75% больше, чем у чистого никелевого покрытия (рисунок 2).

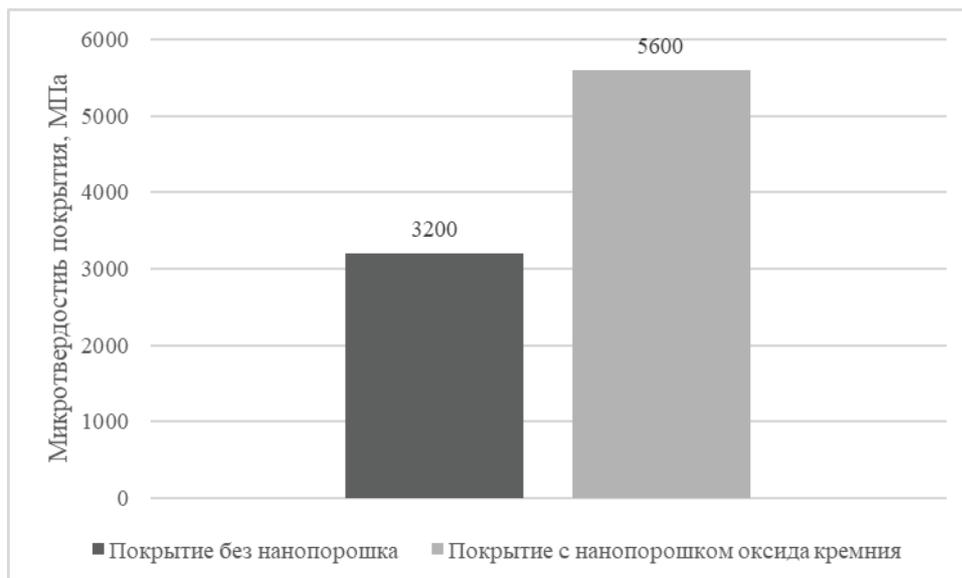


Рисунок 2 – Микротвердость электрохимических покрытий

Исследование микроструктуры полученных покрытий позволило определить, что повышение микротвердости связано с измельчением структуры и дисперсным упрочнением.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Целуйкин, В.Н. Композиционные электрохимические покрытия: получение, структура, свойства // Физикохимия поверхности и защита металлов. 2009. Т. 45, №3. С. 287 – 301.
- 2 Буркат, Г.К., Долматов, В.Ю. Ультрадисперсные алмазы в гальванотехнике // Физика твердого тела. 2004. Т. 46, №4. С. 685 – 692.
- 3 Водопьянова, С.В., Сайфуллин, Р.С. Композиционные электрохимические покрытия с матрицей из кадмия // Вестник технологического университета. 2016. Т. 19, №9. С. 69 – 73;
4. Штремель, М.А. Прочность сплавов / М.А. Штремель. М.: МИСиС, 1997.
5. Мамаев, В.И. Функциональная гальванотехника: учебное пособие / В.И. Мамаев. Киров: ФГБОУ ВПО «ВятГУ», 2013.