

АГРЕГАТИВНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ЗОЛЕЙ НАНОАЛМАЗОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ КАТИОНАМИ ХРОМА

Киселева С. А.,

научный руководитель д-р техн. наук Чиганова Г.А.

Сибирский федеральный университет

Наноалмазный порошок используется как дисперсионно-упрочняющий компонент электрохимических и химических покрытий, повышающий их микротвердость, износостойкость и коррозионностойкость. При получении таких покрытий важную роль играют электроповерхностные свойства частиц наноалмазов.

Эти характеристики наночастиц определяют также возможность получения электрофоретических покрытий при электроосаждении частиц дисперсной фазы золь.

Объектом исследования в данной работе были гидрозоль наноалмазов, полученные ультразвуковой обработкой порошка в воде в течение 3 минут. Диспергирование проводилось на источнике стержневого типа УЗДН-А с частотой 22кГц, концентрация наноалмазов в гидрозоле составляла 0,1 массовый процент.

В исследуемых гидрозолях использовались наноалмазы, очищенные хромовой смесью, производства РФЯЦ-ВНИИТФ. В результате такой очистки происходит модифицирование поверхности наноалмазов ионами хрома, содержание хрома на поверхности данных наноалмазов составляло 0,7%.

Среднечисленный диаметр частиц, определенный с помощью дисковой центрифуги CPS 24000, составляет 14нм.

В качестве индифферентного электролита был выбран хлорид калия с концентрациями 10^{-5} М, 10^{-4} М, $5 \cdot 10^{-4}$ М, 10^{-3} М.

Для наноалмазов, произведенных РФЯЦ-ВНИИТФ, методом макроэлектрофореза был определен заряд частиц и средние расстояния, на которые переместилось положение границы золя с раствором в каждом колоне с электродами противоположного знака.

По формуле Духина-Дерягина для частиц ионитов (1) были проведены расчеты электрокинетического потенциала ζ , полученные результаты представлены на рисунке 1.

$$U_{\text{эф}} = \varepsilon_0 E R T / 4 \pi \eta F (\tilde{\xi} / 2 - \sin \tilde{\xi} \ln \chi \tilde{\xi} / 4), \quad (1)$$

где $\tilde{\xi}$ – безразмерный электрокинетический потенциал: $\tilde{\xi} = e \xi / \varepsilon_0 k T$.

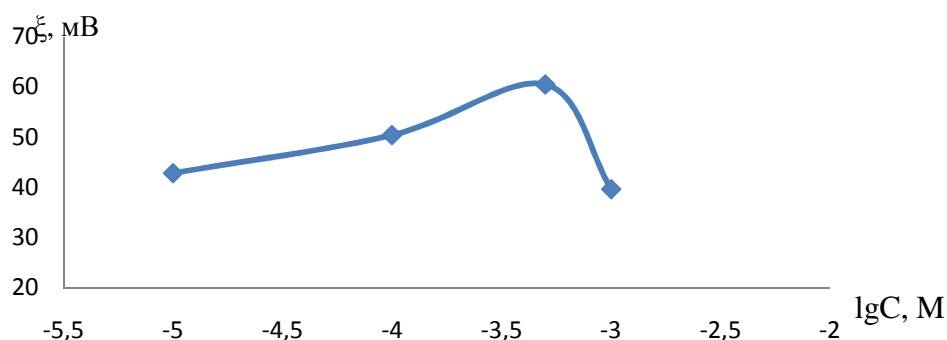


Рисунок 1 – Зависимость значений электрокинетического потенциала от концентрации электролита

Обращает на себя внимание экстремальный характер полученной зависимости, тем не менее, из литературы известно аналогичные экспериментальные факты (например, работа Игнатченко А.В. и др. // Докл. V Всесоюз. совещ. по детонации. Красноярск, 1991. Т.1. С. 166-170).

В рамках теории Дерягина – Ландау – Фервея – Овербека(ДЛФО) был проведен расчет суммарной энергии молекулярного притяжения и электростатического отталкивания частиц нанодiamondов. Энергию молекулярного притяжения частиц нанодiamondов рассчитывали по уравнению Гамакера:

$$U_m = -A/6\{2/(S^2 - 4) + 2/S^2 + \ln[(S^2 - 4)/S^2]\}, \quad (2)$$

где A – константа Гамакера, $A = 10^{-19}$ Дж для дисперсий алмаза;

$S = (2a + h)/a$ (h – расстояние между поверхностями частиц, a – их радиус).

Энергию электростатического отталкивания частиц в растворах хлорида калия можно определить по уравнению:

$$U_e = 4\pi\epsilon\epsilon_0 a\psi_\delta^2(a + h)/(2a + h)\ln[1 + \exp(-\kappa h)/(a + h)], \quad (3)$$

где ψ_δ – потенциал слоя Штерна, приравниваемый в разбавленных растворах электролитов к электрокинетическому потенциалу;

$1/\kappa$ – толщина диффузной части двойного электрического слоя.

Полученные в результате расчетов потенциальные кривые взаимодействия частиц приведены на рисунке 2.

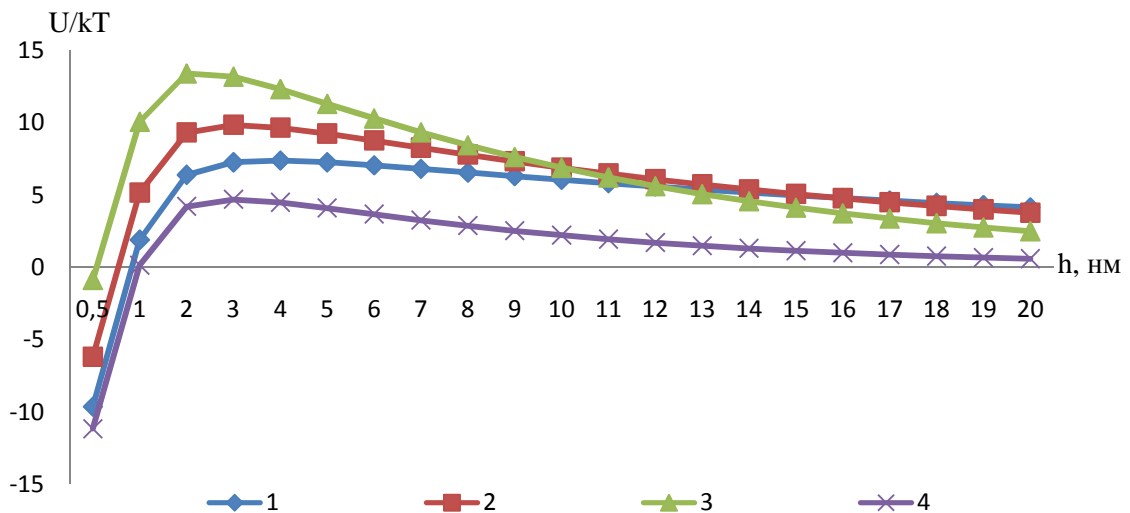


Рисунок 2 – Потенциальные кривые парного взаимодействия частиц в растворах хлорида калия: 1 – $C=10^{-5}M$, 2 – $C=10^{-4}M$, 3 – $C=5 \cdot 10^{-4}M$, 4 – $C=10^{-3}M$.

В гидрозолях исследованных нанодiamondов потенциальный барьер, препятствующий агрегации частиц и обусловленный электростатическими силами, с ростом концентрации индифферентного электролита сначала увеличивается, а затем уменьшается. Причиной такой немонотонной зависимости потенциального барьера от

концентрации электролита может являться влияние рН среды на величину электрокинетического потенциала частиц нанодIAMAZOV.