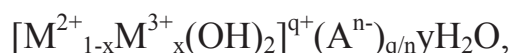


УДК 546.05

А.В. Кешин, асп.; А.А. Черник, доц., канд. хим. наук, зав. кафедрой  
(БГТУ, г. Минск)

## СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СЛОИСТЫХ ДВОЙНЫХ ГИДРОКСИДОВ

Слоистые двойные гидроксиды (СДГ, LDH – Layered double hydroxides) представляют собой группу неорганических слоистых соединений основного характера. Обобщённая формула которых может быть представлена в виде:



где  $M^{2+}$  и  $M^{3+}$  – катионы 2-х и 3-х валентных металлов,  $A^{n-}$  – межслоевые анионы,  $x$  – соотношение  $M^{3+}/(M^{2+}+M^{3+})$  которое варьируется от 2 до 4.

В последние годы эти материалы получили значительное внимание в связи с их специфической структуры с различными потенциальными приложениями, такими как катализаторы, Предшественники катализаторов смешанных оксидов металлов, адсорбенты, аниониты, антипирены [1].

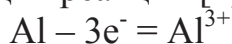
Важной особенностью СДГ является отсутствие поперечных связей между катионными слоями [2], что позволяет расстояние между слоями расширяться или сжиматься, что позволяет использовать широкий диапазон межслойных анионов. Таким образом,  $A^{n-}$  может быть любым, например, галогениды (фториды, хлориды и т. д.), оксоанионы (карбонаты, нитраты и т. д.), оксо- и полиоксометаллаты (дихроматы,  $(Mo_7O_{24})^{6-}$ ,  $(V_{10}O_{28})^{6-}$  и т. д.).

Существует большое разнообразие методов синтеза для получения LDH, таких как соосаждение, золь-гель метод, гидролиз мочевины и гидротермальный синтез [3].

В данной работе применялся метод, основанный на гидротермическом синтезе слоистых двойных гидроксидов их водных сред, однако в отличии от описываемых в литературе, в качестве источников ионов  $Al^{3+}$  использовался металлический алюминий марки АД1 и АД31.

В качестве реакционной среды для синтеза и формирования на поверхности пленки из СДГ, использовался раствор, содержащий моль\л:  $Ni(NO_3)_2$  – 0,025  $NH_4NO_3$  – 0,01, обработка проводилась при рН=7 и температуре 90-100<sup>0</sup>С в течении 1-5 часов, значение рН раствора доводилось до необходимого значения путем введения в реакционную смесь  $NH_4OH$ .

В результате протекающие на поверхности металла процессы можно представить в виде следующих реакций [4]:



На поверхности формируется брукситоподобная слоистая структура, обладающая низкой кристалличностью, на поверхности полученной пленки могут образовываться крупные глобулы, которые включаются в структуру покрытия, что связано с протеканием синтеза СДГ в объеме реакционной смеси.

Анализ рентгеновских дифрактограмм образцов полученных в течении 4 часов, в приведённой выше реакционной смеси показал, что в составе полученной пленки присутствуют фазы метагидроксида алюминия, оксида алюминия, нитрата и оксида никеля.

Электрохимические исследования протекания коррозионных процессов сплава марки АД31 в 3.5% растворе хлорида натрия, методом электрохимической частотной модуляции показали, что применение СДГ в качестве индивидуальных конверсионных покрытий может в значительной степени снизить скорость коррозии металла. Численно средняя скорость коррозии, полученная на основании 6 часового исследования, составила  $3,47 \cdot 10^{-4}$  мм/год.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. X. Wang, C. Yan, A. Sumboja, J. Yan, P.S. Lee, Achieving high rate performance in layered hydroxide supercapacitor electrodes, *Advanced Energy Materials*. 4 (2014) 1–7.
2. M. Li, J.P. Cheng, J. Wang, F. Liu, X.B. Zhang, The growth of nickel-manganese and cobalt-manganese layered double hydroxides on reduced graphene oxide for supercapacitor, *Electrochimica Acta*. 206 (2016) 108-115.
3. M.V. Bukhtiyarova, A review on effect of synthesis conditions on the formation of layered double hydroxides, *Journal of Solid State Chemistry*
4. Frederick L.Theiss, Godwin A.Ayoko, Ray L.Frost, Synthesis of Layered Double Hydroxides Containing  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{Al}^{3+}$  Layer Cations by Co-precipitation Methods - a Review, *Applied Surface Science*