

## **ПРЕОБРАЗОВАНИЕ АТОМОВ НАТРИЯ В МАГНИЙ В ПРОЦЕССЕ ЭЛЕКТРОЛИЗА**

**Р.Н. БАЛАСАНЯН, В.С. АРАКЕЛЯН, Г.Р. БАДАЛЯН,  
И.Г. ГРИГОРЯН\*, П.Г. МУЖИКЯН, Р.Б. КОСТАНИАН**

Институт физических исследований НАН Армении, Аштарак, Армения

\*e-mail: irina.g.grigoryan@gmail.com

(Поступила в редакцию 21 января 2025 г.)

Впервые экспериментально исследована возможность преобразования атомов Na в Mg в процессе электролиза. Эксперименты выполнены в электролизере с алюминиевыми электродами в среде водного раствора хлорида натрия в качестве электролита. Питание электролизера осуществлено электрическими импульсами с крутыми фронтами. Проводился анализ химического состава поверхности катода до и после воздействия на электролизер короткими электрическими импульсами при помощи сканирующего электронного микроскопа. В результате воздействия получено значительное накопление химического элемента магния на участках поверхности алюминиевого катода. Обсужден физический механизм появления нового элемента (Mg).

### **1. Введение**

В научной литературе имеются сообщения, посвященные физическим явлениям, представленным как низкоэнергетические трансмутации атомных ядер. Среди многообразия этих явлений особое место занимают ядерные преобразования при физическом воздействии на изотопы водорода. В работах [1–18] показано, что при механическом воздействии на дейтерий содержащие твердые тела наблюдается эмиссия нейтронов, которая проявляется также при использовании дейтерированных титановых и палладиевых электродов в процессе электролиза в тяжелой воде ( $D_2O$ ) [3].

В работе [6] показана корреляция между изменениями интенсивности нейтронных вспышек и сигналами акустического излучения, прикладываемыми к тяжелой воде. Растрескивание дейтерий содержащих металлических образцов титана и палладия сопровождается возникновением свечения в видимой области спектра, радиоизлучением, а также излучением в рентгеновской области спектра, обнаруживаемыми при явлении кавитации в тяжелой воде [4]. Эти данные свидетельствуют о возникновении сильных электрических полей ( $10^6$ – $10^7$  В/см), аналогичных полям, возникающим при растрескивании диэлектрических кристаллов [5]. По данным работ [7–16], вследствие кавитации пузырей за короткий промежуток времени достигается высокая температура и возникает явление, называемое сонолюминесценцией. Это явление сопровождается ядерным синтезом в тяжелой воде, внутри схлопывающихся пузырьков газа. В приведенных

работах авторы достаточно убедительно доказывают факт наличия эмиссии нейтронов под воздействием ультразвукового излучения и связывают его с реализацией низкотемпературного ядерного синтеза.

Доказательства возникновения ядерных явлений, при определённых условиях электрического воздействия на обычную воду, представлены в работах [19, 20]. В работе [19] показано изменение концентрации кремния на поверхности катода из алюминия, что подтверждает возникновение ядерного преобразования по каналу  $Al(n,\gamma)Si$ . Эта реакция является экзоэнергетической ядерной реакцией, что и подтверждено в работе [19]. На основе образования квазинейтронов, которые участвуют в ядерных преобразованиях по каналу  $(n, \gamma)$  реакции, регистрировались изменения концентрации примесей в водной среде. В работах [21–23] показана реализация ядерных явлений под действием крутых механических воздействий на воду при помощи генераторов акустических колебаний. Питание акустических генераторов осуществлялось электрическими импульсами с крутыми фронтами. При синусоидальном питании акустического генератора  $\gamma$ -излучение не регистрировалось. В работе [21] показано, что интенсивность  $\gamma$ -излучения повышается с уменьшением величины  $pH$  воды, т.е. с повышением концентрации ионов водорода в воде, что является одним из необходимых компонентов для образования квазинейтронов. В работе [22] приведены результаты изменения концентрации примесей в тяжелой воде после воздействия на неё акустическими колебаниями с крутыми фронтами. В приведенных работах как обычная, так и тяжелая вода без наличия специальных примесей подвергались внешним физическим воздействиям. Очевидно, что наблюдаемые явления представляют большой интерес, как для академической науки, так и для прикладной области материаловедения.

В настоящей работе исследуется возможность превращения атомов Na в Mg в процессе электролиза в электролизере с алюминиевыми электродами в среде водного раствора хлорида натрия и при внешнем воздействии электрических импульсов с крутыми фронтами. Обсуждается физический механизм появления нового элемента посредством возможной ядерной реакции  $Na(n,\gamma)Mg$ .

## 2. Результаты исследований и их обсуждение

В качестве экспериментальной установки использовался электролизер с алюминиевыми электродами, а в качестве электролита использовался водный раствор поваренной соли (NaCl). Электролизер питался короткими, длительностью 8 микросекунд, импульсами с амплитудой 8 В и частотой следования 22 кГц. Длительность выдержки питания электролизера составила 72 часа. На рис.1 представлена картина внутренней поверхности катода, полученная на электронном микроскопе, после воздействия на электролизер короткими электрическими импульсами.

Из рис.1 следует, что после электролиза на поверхности алюминиевого катода появились неоднородные участки. Для исследования составов указанных участков выбраны три области, рельефы которых существенно отличаются.

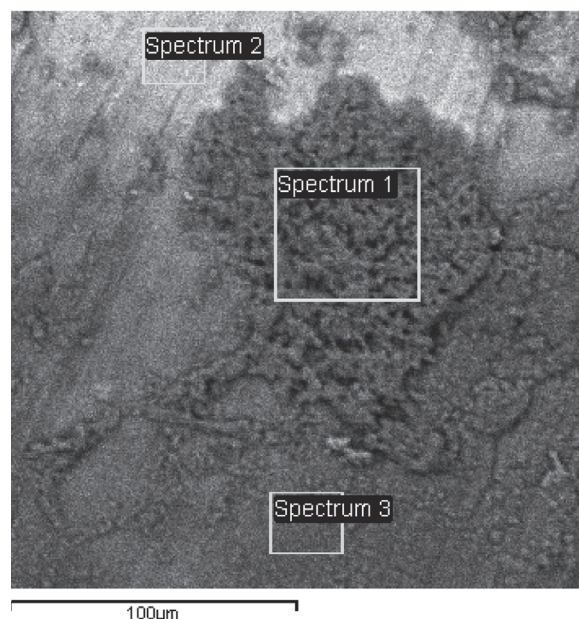


Рис.1. Рельеф внутренней поверхности алюминиевого катода после электролиза.

Исследования химического состава указанных областей проводились на сканирующем электронном микроскопе VEGA TS 5130MM, оборудованном системой энергодисперсионного рентгеновского микроанализа INCA Energy 300. На рис.2 представлены характеристические рентгеновские спектры выделенных участков поверхности катода. На спектрах видна существенная разница в концентрациях химических элементов на поверхности выделенных участков катода. В табл.1 приведены величины концентрации химических элементов в вес% на выделенных участках поверхности катода из алюминия (рис.1). Из таблицы следует, что в пределах чувствительности метода измерения (доли вес %) на катоде отсутствуют следы химического элемента натрия несмотря на то, что электролиз осуществлялся в водном растворе NaCl. Однако на участках с изменёнными рельефами (Spectrum 1 и Spectrum 3) наблюдается значительное накопление химического элемента магния с концентрацией до 16.84 вес% (Spectrum 1). Очевидно, что наблюдаемое явление не может быть объяснено на основе только электрохимических процессов. Следовательно, можно предположить, что механизм преобразования Na в Mg связан с ядерным преобразованием по каналу  $\text{Na}(n, \gamma)\text{Mg}$ .

Табл.1. Результаты квазиколичественных измерений концентрации химических элементов в вес% на поверхности катода из алюминия на выделенных участках рис.1 после электролиза

| Номер спектра | C    | O     | Mg    | Al    | Si   | Ca   | Общий  |
|---------------|------|-------|-------|-------|------|------|--------|
| Spectrum 1    | 5.28 | 59.70 | 16.84 | 15.84 | 1.88 | 0.45 | 100.00 |
| Spectrum 2    | 8.61 | 8.14  | 0.30  | 82.30 | 0.65 |      | 100.00 |
| Spectrum 3    | 4.83 | 50.63 | 9.64  | 30.80 | 2.85 | 1.24 | 100.00 |

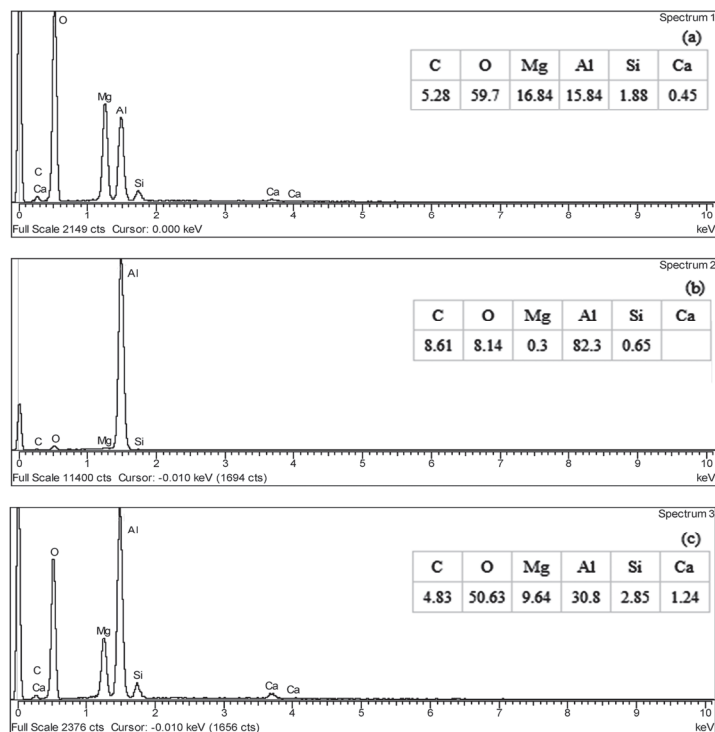


Рис.2. Характеристические рентгеновские спектры выделенных участков поверхности катода из алюминия после электролиза в водном растворе поваренной соли: (a), (b) и (c) – спектры выделенных участков на рис.1 соответственно Spectrum 1, Spectrum 2, Spectrum 3.

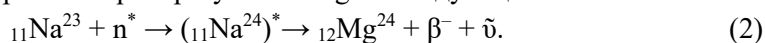
Механизм образования нейтронов при электрическом воздействии на электролизер описан в работах [19, 20]. В работе [19] показано, что при определенных параметрах воздействия на электролизер, состоящий из алюминиевых электродов и обычной воды в качестве электролита, наблюдалось повышение концентрации кремния на поверхности катода из алюминия. Это явление сопровождалось избыточным тепловыделением по сравнению с теплом Джоуля–Ленца в сумме с возможными экзотермическими электрохимическими процессами. На основе приведенных экспериментальных фактов сделано предположение о возникновении ядерного преобразования по каналу  $\text{Al}(n, \gamma)\text{Si}$ , которое и является экзотергической реакцией. Механизм образования нейтронов основан на процессе возникновения двойных электрических слоёв, возникающих при контакте металлических электродов с водой. При внешнем воздействии на двойной электрический слой происходит электростатическое взаимодействие между преодолевшим электрический барьер электрода электроном и диссоциированным ионом водорода. Под действием взаимного электростатического притяжения электрон ускоряется и сталкивается с ионом водорода. Достигнув столь близкого расстояния, создаются условия для слабых ядерных взаимодействий, в результате чего происходит синтез квазинейтронов по каналу:



где  $e^-$  – электрон,  $H^+$  – ион водорода,  $n^*$  – квазинейтрон,  $\nu$  – нейтрино,  $X$  – фотон

рентгеновского излучения, возникающий при резком торможении электрона при столкновении с ионом водорода [24]. Известно, что квазинейтрон по сравнению с нейтроном обладает дефектом массы и для его компенсации он входит в связь с ядрами близко находящихся атомов.

В представленных условиях эксперимента в водном растворе NaCl возникают диссоциированные ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$ , которые под действием приложенного электрического поля должны двигаться к соответствующим электродам. Однако отсутствие следов натрия на катоде, в пределах чувствительности сканирующего электронного микроскопа, свидетельствует о параллельном процессе в электролизере, связанном с генерацией квазинейтронов (1) и возникновении ядерных процессов, при которых Na преобразуется в Mg по следующей схеме:



Нестабильный изотоп  $({}_{11}\text{Na}^{24})^*$  подвержен  $\beta^-$ -распаду с периодом полураспада  $\sim 15$  часов, что находится в согласии с условием времени выдержки электролиза в течение 72 часов. Масса радиоизотопа  $({}_{11}\text{Na}^{24})^*$  состоит из суммы масс  ${}_{11}\text{Na}^{23}$ , протона, электрона и составляет 23.9976006066 а.е.м. Масса магния  ${}_{12}\text{Mg}^{24}$  равна 23.985041689 а.е.м. и в сумме с массой электрона составляет 23.9855902689 а.е.м. Из этого следует, что сумма масс материнского атома и квазинейтрона больше массы дочернего атома в сумме с массой электрона:

$$M({}_{11}\text{Na}^{24})^* > M({}_{12}\text{Mg}^{24}) + M(e^-), \quad (3)$$

т.е. выполняется условие закона сохранения энергии.

### 3. Заключение

Впервые показана экспериментальная возможность превращения атомов Na в Mg в процессе электролиза. При воздействии на водный раствор поваренной соли (NaCl) короткими импульсами длительностью 8 микросекунд с амплитудой 8 В и частотой следования 22 кГц в электролизере наблюдается значительное накопление химического элемента магния на катоде с концентрацией до 16.84 вес%. Учитывая, что наблюдаемое явление не может быть объяснено химическими процессами, предложен механизм преобразования Na в Mg на основе возможного ядерного преобразования по каналу  $\text{Na}(n, \gamma)\text{Mg}$ .

### ЛИТЕРАТУРА

1. V.A. Klyuev, A.G. Lipson, Y.P. Toporov, B.V. Deryagin, V.I. Luschikov, A.V. Strelkov, E.P. Shabalin. Letters to ZhTF, **12**, 1333 (1986).
2. A.G. Lipson, D.M. Sakhov, V.A. Klyuev. Letters to ZhTF, **49**, 588 (1989).
3. A.G. Lipson, B.V. Deryagin, V.A. Klyuev, Y.P. Toporov, O.B. Khavroshkin. Technical Physics, **62**, 121 (1992).
4. R. Knapp, J. Dale, F. Hemmitt. Cavitation, Moscow (1974).
5. B.V. Deryagin, N.A. Krotova, V.P. Smilga. Adhesion of Solids. Nauka, Moscow, 1973.
6. R.P. Taleyarkhan, C.D. West, R.T. Lahey Jr, R.I. Nigmatulin, R.C. Block, Y.Xu. Phys. Rev. Lett., **96**, 101 (2006).
7. T.J. Matula, R.A. Roy, P.D. Mourad, W.B. McNamara III, K.S. Suslick. Phys. Rev. Lett., **75**, 2602 (1995).
8. W.C. Moss, D.B. Clarke, J.W. White, D.A. Young. Physics Letters A, **211**, 69 (1996).

9. **C. Eberlein.** Phys. Rev. Lett, **76**, 3842 (1996).
10. **W.B. McNamara III, Y.T. Didenko, K.S. Suslick.** Nature, **401**, 772 (1999).
11. **K. Yasui.** Phys. Rev. Lett, **83**, 4297 (1999).
12. **I.K. Gimaltdinov, R. Nigmatulin, V.S. Shagapov.** Fluid Dynamics, **36**, 458 (2001).
13. **R. Nigmatulin, V.S. Shagapov, I.K. Gimaltdinov, M.N. Galimzyanov.** Doklady Physics, **46**, 445 (2001).
14. **R.I. Nigmatulin, I.S. Akhatov, A.S. Topolnikov, R.K. Bolotnova, N.K. Vakhitova, R.T. Lahey, R.P. Taleyarkhan.** Physics of Fluids, **17**, 107106 (2005).
15. **R.T. Lahey Jr, R.P. Taleyarkhan, R.I. Nigmatulin.** Nuclear Engineering and Design, **237**, 1571 (2007).
16. **R.I. Nigmatulin, R. Lahey, R.P. Taleyarkhan, C. West, R.C. Block.** Physics-USpekhi, **57**, 877 (2014).
17. **R.P. Taleyarkhan, C. West, J. Cho, R.T. Lahey Jr, R.I. Nigmatulin, R.C. Block.** Science **295**, 1868 (2002).
18. **Huang, B.J., Pan, Y.H., Wu, P.H.** Scientific Reports **14**, 214 (2024).
19. **G.R. Badalyan, R.N. Balasanyan, I.A. Gambaryan.** Armenian J. Phys., **8**, 85 (2015).
20. **R.N. Balasanyan, R.B. Kostanyan.** Phys. J., **2**, 45 (2016).
21. **V.S. Arakelyan, R.N. Balasanyan, S.G. Minasyan, R.B. Kostanyan.** Armenian J. Phys., **12**, 17 (2019).
22. **V.S. Arakelyan, R.N. Balasanyan, I.G. Grigoryan, R.B. Kostanyan, S.G. Minasyan.** J. Contemp. Phys., **57**, 218 (2022).
23. **R.N. Balasanyan, S.G. Minasyan, V.S. Arakelyan, R.B. Kostanyan.** Applied Physics, **2**, 15 (2019).
24. **V.S. Arakelyan, R.N. Balasanyan, I.G. Grigoryan, P.H. Muzhikyan, R.B. Kostanyan.** J. Contemp. Phys., **58**, 129 (2023).

## TRANSFORMATION OF SODIUM ATOMS INTO MAGNESIUM DURING ELECTROLYSIS

R.N. BALASANYAN, V.S. ARAKELYAN, G.R. BADALYAN,  
I.G. GRIGORYAN, P.H. MUZHIKYAN, R.B. KOSTANYAN

For the first time, the possibility of transforming Na atoms into Mg during electrolysis has been experimentally studied. The experiments were conducted in an electrolyzer with aluminum electrodes in an aqueous sodium chloride solution as the electrolyte, under the external influence of steep-front electric pulses. The chemical composition of the cathode surface was analyzed before and after exposure to short electric pulses. As a result of this influence, a significant accumulation of magnesium was observed on certain areas of the aluminum cathode surface. The physical mechanism of the appearance of the new element (Mg) is discussed.