



<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2024-4-145-147>  
УДК 635.75

Поступила 24.09.2024  
Received 24.09.2024

## О НАНОСТРУКТУРНОМ ХАРАКТЕРЕ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

В. Ю. СТЕЦЕНКО, г. Могилев, Беларусь. E-mail: stetsenko.52@bk.ru

*Рассмотрены химические реакции окисления калия кислородом и взаимодействия калия с водой. Показано, что кристаллическая решетка калия при его окислении кислородом не атомизируется, а распадается на нанокристаллы калия. В результате реакции кристаллическая решетка калия превращается в кристаллическую решетку оксида калия. Показано, что кристаллическая решетка калия при его взаимодействии с водой распадается на нанокристаллы калия, а нанокристаллы льда воды распадаются на молекулы воды. В результате реакции кристаллическая решетка калия превращается в кристаллическую решетку гидроксида калия.*

**Ключевые слова.** Химическая реакция, калий, кислород, вода, нанокристаллы, молекулы, кристаллическая решетка.

**Для цитирования.** Стеценко, В. Ю. О наноструктурном характере химических реакций / В. Ю. Стеценко // Литье и металлургия. 2024. № 4. С. 145–147. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2024-4-145-147>.

## ON THE NANOSTRUCTURAL NATURE OF CHEMICAL REACTIONS

V. Yu. STETSENKO, Mogilev, Belarus. E-mail: stetsenko.52@bk.ru

*The chemical reaction of potassium oxidation with oxygen and the chemical reaction of potassium interaction with water are considered. It is shown that the crystal lattice of potassium, when oxidized by oxygen, does not atomize, but breaks down into potassium nanocrystals. As a result of the reaction, the potassium crystal lattice turns into a potassium oxide crystal lattice. It is shown that the crystal lattice of potassium, when it interacts with water, decays into potassium nanocrystals, and water ice nanocrystals disintegrate into water molecules. As a result of the reaction, the potassium crystal lattice turns into a potassium hydroxide crystal lattice.*

**Keywords.** Chemical reaction, potassium, oxygen, water, nanocrystals, molecules, crystal lattice.

**For citation.** Stetsenko V. Yu. On the nanostructural nature of chemical reactions. Foundry production and metallurgy, 2024, no. 4, pp. 145–147. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2024-4-145-147>.

Рассмотрим химическую реакцию окисления металлического калия молекулярным кислородом. Эту реакцию можно представить следующим образом:



где  $K_{mc}$  и  $(K_2O)_{mc}$  – микрокристаллы калия и его оксида;  $\Delta H_1^\circ$  – стандартная энтальпия реакции (1).

Значение  $\Delta H_1^\circ$  определяется уравнением [1]:

$$\Delta H_1^\circ = 2\Delta H^\circ(K_2O), \quad (2)$$

где  $\Delta H^\circ(K_2O)$  – стандартная энтальпия образования оксида калия.

Величина  $\Delta H^\circ(K_2O) = -362$  кДж/моль [2]. Тогда  $\Delta H_1^\circ = -724$  кДж.

Принято считать, что химические реакции в основном происходят на атомно-молекулярном уровне. Пусть кристаллическая решетка калия распадается на атомы калия ( $K_a$ ) – атомизируется. Тогда процесс окисления калия кислородом будет происходить по следующей реакции:



где  $\Delta H_2^\circ$  – стандартная энтальпия реакции (3).

Реакцию (3) можно получить, прибавив к (1) следующую реакцию:



где  $\Delta H_3^\circ$  – стандартная энтальпия реакции (4).

Значение  $\Delta H_3^\circ$  определяется уравнением:

$$\Delta H_3^\circ = -4\Delta H_a^\circ(K), \quad (5)$$

где  $\Delta H_a^\circ(\text{K})$  – стандартная энтальпия атомизации калия.

Величина  $\Delta H_a^\circ(\text{K}) = 90,5$  кДж/моль [3]. Тогда  $\Delta H_3^\circ = -362$  кДж. Поскольку  $\Delta H_2^\circ = \Delta H_1^\circ + \Delta H_3^\circ$ , то  $\Delta H_2^\circ = -1086$  кДж.

Стандартная энтальпия реакции (3) ( $-1086$  кДж) значительно меньше реальной стандартной энтальпии реакции (1) ( $-724$  кДж). Это означает, что реакция окисления металлического калия молекулярным кислородом происходит без атомизации кристаллической решетки микрокристаллов калия. Если предположить, что молекулы кислорода вступают в реакцию с кристаллической решеткой металлического калия, не разрушая его решетку, то (1) будет идти очень медленно – в диффузионном режиме. Но реально металлический калий в атмосфере кислорода окисляется очень быстро – сгорает. Это может происходить только в том случае, если микрокристаллы калия под действием кислорода распадаются на нанокристаллы калия ( $\text{K}_n$ ).

Процесс формирования микрокристаллов калия происходит путем соединения нанокристаллов калия посредством атомов калия [4]. Эти соединительные атомы, вступая в реакцию с кислородом, образуют молекулы оксида калия  $(\text{K}_2\text{O})_m$ . В результате микрокристаллы калия распадаются на  $\text{K}_n$ . Такое диспергирование  $\text{K}_{mc}$  значительно ускоряет процесс их окисления кислородом, причем без атомизации кристаллической решетки нанокристаллов калия. При этом образуются нанокристаллы оксида калия  $(\text{K}_2\text{O})_n$ :



Нанокристаллы оксида калия, соединяясь посредством молекул оксида калия, образуют дендритные микрокристаллы оксида калия по качественной реакции:



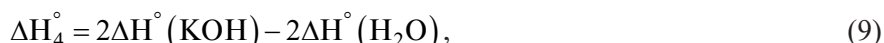
Таким образом, кристаллическая решетка металлического калия при его окислении кислородом не атомизируется; нанокристаллы калия, вступая в реакцию с кислородом, образуют нанокристаллы оксида калия. При этом элементарная кристаллическая решетка калия превращается в элементарную кристаллическую решетку оксида калия. Известно, что эти решетки кубические, поэтому похожи между собой [2, 3].

Рассмотрим химическую реакцию взаимодействия калия с водой. Ее можно представить следующим образом:



где  $(\text{KOH})_{mc}$  – микрокристаллы гидроксида калия;  $\Delta H_4^\circ$  – стандартная энтальпия реакции (8).

Значение  $\Delta H_4^\circ$  определяется уравнением [1]:



где  $\Delta H^\circ(\text{KOH})$ ,  $\Delta H^\circ(\text{H}_2\text{O})$  – стандартные энтальпии образования гидроксида калия и воды.

Величина  $\Delta H^\circ(\text{KOH}) = -427$  кДж/моль,  $\Delta H^\circ(\text{H}_2\text{O}) = -286$  кДж/моль [2]. Тогда  $\Delta H_4^\circ = -282$  кДж.

Вода на 87% состоит из нанокристаллов льда ( $\text{I}_n$ ) и на 13% – из молекул воды  $(\text{H}_2\text{O})_m$  [5]. Принято считать, что химические реакции в основном происходят на атомно-молекулярном уровне. Пусть кристаллическая решетка калия распадается на атомы калия – атомизируется. Тогда реакция между калием и водой будет происходить следующим образом:



где  $\Delta H_5^\circ$  – стандартная энтальпия реакции (10).

Реакцию (10) можно получить, прибавив к (8) реакцию (4).

Поскольку  $\Delta H_5^\circ = \Delta H_4^\circ + \Delta H_3^\circ$ , то  $\Delta H_5^\circ = -644$  кДж.

Стандартная энтальпия реакции (10) ( $-644$  кДж) значительно меньше реальной стандартной энтальпии реакции (8) ( $-282$  кДж). Это означает, что реакция взаимодействия металлического калия с водой происходит без атомизации кристаллической решетки микрокристаллов калия.

Если предположить, что молекулы воды и нанокристаллы льда воды вступают в реакцию с кристаллической решеткой металлического калия, не разрушая его решетку, то (8) будет происходить очень медленно – в диффузионном режиме. Но реально металлический калий быстро реагирует с водой. Это может происходить только в том случае, если микрокристаллы калия под действием молекул воды распадаются на нанокристаллы калия.

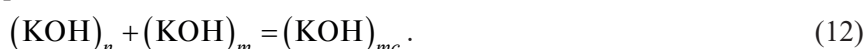
Процесс формирования микрокристаллов калия реализуется путем соединения нанокристаллов калия посредством атомов калия [4]. Эти соединительные атомы, вступая в реакцию с молекулами воды,

образуют молекулы гидроксида калия  $(\text{KOH})_m$ . В результате микрокристаллы калия распадаются на нанокристаллы калия. Такое диспергирование  $\text{K}_{mc}$  значительно ускоряет процесс образования гидроксида калия, причем без атомизации кристаллической решетки  $\text{K}_n$ . При этом образуются нанокристаллы гидроксида калия  $(\text{KOH})_n$  по качественной реакции:



В результате элементарная кристаллическая решетка калия превращается в элементарную кристаллическую решетку гидроксида калия. Последняя является ромбической, а при температуре 573 К – кубической [2]. Элементарная кристаллическая решетка нанокристаллов льда в воде гексагональная [2]. Она не похожа на элементарную кубическую решетку нанокристаллов калия. Поэтому следует полагать, что нанокристаллы льда при их взаимодействии с нанокристаллами калия распадаются на молекулы воды. Последние, взаимодействуя с  $\text{K}_n$ , образуют нанокристаллы гидроксида калия с соответствующей элементарной кристаллической решеткой.

Нанокристаллы гидроксида калия, соединяясь посредством  $(\text{KOH})_m$ , образуют микрокристаллы гидроксида калия по качественной реакции:



Таким образом, кристаллическая решетка металлического калия при его химических реакциях с кислородом и водой не атомизируется.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Жуховицкий, А. А. Физическая химия / А. А. Жуховицкий, Л. А. Шварцман. – М.: Металлургия, 2001. – 688 с.
2. Справочник химика. – Т. 1. – Л.: Химия, 1971. – 1072 с.
3. Свойства элементов: справочник. Ч. 1 / под ред. Г. В. Самсонова. – М.: Металлургия, 1976. – 660 с.
4. Марукович, Е. И. Наноструктурная кристаллизация металлов / Е. И. Марукович, В. Ю. Стеценко, А. В. Стеценко // Литье и металлургия. – 2021. – № 2. – С. 23–26.
5. Стеценко, В. Ю. О структуре воды / В. Ю. Стеценко // Литье и металлургия. – 2024. – № 3. – С. 98–99.

#### REFERENCES

1. Zhuhovickij A.A., Shvarcman L.A. *Fizicheskaya himiya* [Physical chemistry]. Moscow, Metallurgiya Publ., 2001, 688 p.
2. *Spravochnik himika* [Chemist's Handbook]. Vol. 1. Leningrad, Himiya Publ., 1971, 1072 p.
3. Samsonov G.V. (ed.) *Svojstva elementov: spravochnik* [Properties of the elements: reference]. Part 1. Moscow, Metallurgiya Publ., 1976, 660 p.
4. Marukovich E.I., Stetsenko V.Y., Stetsenko A.V. Nanostrukturnaya kristallizaciya metallov [Nanostructural crystallization of metals]. *Lit'e i metallurgiya = Foundry production and metallurgy*, 2021, no. 2, pp. 23–26.
5. Stetsenko V.Y. O strukture vody [About the structure of water]. *Lit'e i metallurgiya = Foundry production and metallurgy*, 2024, no. 3, pp. 98–99.