

Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского
Биология. Химия. Том 9 (75). 2023. № 4. С. 271–275.

УДК 553.635.1:666.913.2

ВЛИЯНИЕ ТЕТРАБОРАТОВ ЛИТИЯ И КАЛИЯ НА ПРОЦЕСС ОТВЕРЖДЕНИЯ ГИПСА

Гришкова В. И.¹, Яковичин Л. А.², Корж Е. Н.²

¹*Институт биохимических технологий, экологии и фармации (структурное подразделение)
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь,
Республика Крым, Россия*

²*ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Севастополь, Россия
E-mail: vladgri@ukr.net*

Изучена концентрационная зависимость ингибирующего действия тетраборатов лития и калия на процесс отверждения гипса и сравнение их активности с ранее исследованным нами тетраборатом натрия (бурой). Показано, что оптимальный диапазон концентраций рабочих растворов тетраборатов лития и калия, как и тетрабората натрия, составляет 0,0125–0,025 М без потери механической прочности отливок. Ингибирующее действие тетрабората лития сильнее, а тетрабората калия слабее в сравнении с тетраборатом натрия.

Ключевые слова: вяжущие материалы, гипс, тетрабораты лития и калия.

ВВЕДЕНИЕ

В литературе сообщалось о применении тетрабората натрия (буры) в качестве замедляющей добавки при изготовлении гипсовых изделий [1–7], в частности, в качестве добавки в зуботехническом гипсе [8]. Эти же авторы указывают, что замедлители схватывания, особенно бура, увеличивают прочность гипса и уменьшают объемное расширение, а также повышают устойчивость отливок к горячей воде.

Ранее мы сообщали об исследовании влияния тетрабората натрия (буры) на процесс отверждения гипса [9]. В настоящей работе изучено влияние тетраборатов лития и калия на отверждение гипса. Хотя тетрабораты лития и калия значительно менее доступны [1–8], однако систематическое исследование их влияния на процесс отверждения гипса и установление зависимости между радиусом катиона металла в ряду литий–натрий–калий (при одинаковом тетраборат-анионе) представляет определенный научный интерес. Поэтому целью настоящего исследования явилось изучение концентрационной зависимости ингибирующего действия тетраборатов лития и калия на процесс отверждения гипса и сравнение активности этих тетраборатов с ранее изученным нами тетраборатом натрия [9].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе использовались вещества: гипс строительный марки Г5 (ГОСТ 125-2018), тетраборат натрия декагидрат (бура) ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, ч.д.а., ГОСТ 4199-76), тетраборат лития безводный ($\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$, х.ч., ТУ 6-09-04-253-86) и тетраборат калия тетрагидрат ($\text{K}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, ч., ТУ 6-09-2151-77). Во всех реактивах содержание основного вещества не менее 99,5 %.

Изучение ингибирующего действия тетраборатов лития и калия проводилось аналогично описанной нами ранее [9] методике, заключающейся в быстром замешивании гипса с водой или растворами исследуемого модификатора с убывающей концентрацией (в весовой пропорции гипс/раствор – 1/0,65). Время начала процесса схватывания определялось по исчезновению глянцевого блеска исходной гипсовой массы, а время окончания отверждения – как момент потери пластичности при надавливании на гипсовую массу твердым (металлическим или стеклянным) предметом.

Диапазон исследованных молярных концентраций водных растворов тетраборатов составил от 0,1 М до 0,0016 М и определялся в верхней границе ограниченной растворимостью при комнатной температуре, а в нижней – практически отсутствием эффекта ингибирования. В том же диапазоне концентраций для сравнения ингибирующего действия одновременно тестировались и растворы тетрабората натрия (буры). Концентрации исследованных растворов уменьшались с шагом 1/2, что позволяло достаточно уверенно проследить зависимость ингибирующего действия от концентрации ингибитора. Полученные результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Ингибирующее действие тетраборатов лития, натрия и калия на процесс отверждения гипса

С, моль/л	Тетраборат натрия (контроль)		Тетраборат лития		Тетраборат калия	
	Начало отверждения, мин	Окончание отверждения, мин	Начало отверждения, мин	Окончание отверждения, мин	Начало отверждения, мин	Окончание отверждения, мин
0,0016	7	25	8	30	7	20
0,0031	8	30	10	40	8	25
0,0063	10	35	15	45	9	30
0,0125	15	40	20	50	10	35
0,025	35	60	50	80	20	50
0,05	100	500	130	550	80	350
0,10	80	400	100	450	60	300

Примечание: без добавок тетраборатов времена начала и окончания отверждения составляют соответственно 6 и 20 мин.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ полученных результатов показывает, что заметное ингибирующее действие тетраборатов лития и калия проявляется при концентрациях от 0,003 М, но эффективными по действию можно считать концентрации от 0,0125 М и выше, однако при концентрации 0,1 М ингибирующее действие снижается, как и заметно снижается механическая прочность отливок с использованием любого из исследованных тетраборатов. Качественное исследование прочностных свойств полученных образцов гипсовых отливок показало, что в диапазоне концентраций от 0,0125 до 0,05 М механическая прочность отливок не уступает гипсу без добавки тетраборатов или даже несколько превосходит её. Количественное изучение прочностных свойств гипсовых отливок с различными модификаторами предполагается в дальнейшем в отдельном исследовании.

В сравнении с ранее изученным тетраборатом натрия [9] эффективность тетрабората лития заметно выше, тогда как эффективность тетрабората калия – ниже. С учетом значительно большей стоимости тетраборатов лития и калия в сравнении с тетраборатом натрия (бурой) с коммерческой точки зрения выбор тетрабората натрия в качестве замедлителя отверждения гипса наиболее эффективен, а рекомендуемый для практического использования диапазон концентраций тетрабората натрия составляет от 0,0125 до 0,025 М (0,25–0,50%, или 4,8–9,6 г/л для декагидрата) в зависимости от желаемого времени начала схватывания.

Интересно отметить, что ранее при изучении солей лимонной кислоты нами была установлена та же закономерность в отношении смены катиона щелочного металла, что, предположительно, было объяснено различиями в радиусах катионов щелочных металлов в растворах [10].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Изучена концентрационная зависимость ингибирующего действия тетраборатов лития и калия на процесс отверждения гипса в сравнении с тетраборатом натрия (бурой).
2. Показано, что ингибирующее действие тетрабората лития сильнее, а тетрабората калия слабее в сравнении с тетраборатом натрия.
3. Оптимальный диапазон концентраций рабочих растворов тетраборатов лития, натрия и калия составляет 0,0125–0,025 М без потери механической прочности отливок.

Список литературы

1. Бутт Ю. М. Химическая технология вяжущих материалов / Ю. М. Бутт, М. М. Сычев, В. В. Тимашев. – М.: Высшая школа, 1980. – 472 с.
2. Попов К. Н. Строительные материалы и изделия / К. Н. Попов, М. Б. Каддо. – М.: Высшая школа, 2005. – 438 с.
3. Пашенко А. А. Вяжущие материалы / А. А. Пашенко, В. П. Сербин, Е. А. Старчевская. – К.: Вища школа, 1985. – 440 с.
4. Байер В. Е. Архитектурное материаловедение / В. Е. Байер. – М.: Архитектура С, 2006. – 264 с.

5. Сулименко Л. М. Технология минеральных вяжущих материалов и изделий на их основе / Л. М. Сулименко. – М.: Высшая школа, 2005. – 334 с.
6. Пустовгар А. П. Замедлители схватывания для сухих строительных смесей на основе полуводного гипса / А. П. Пустовгар // Тез. докл. Междунар. конф. «Baltimix 2012». – Рязань (Россия). – 2012. – С. 9–10.
7. Свойства строительного гипса, характеристики и его применение [Электронный ресурс]. URL: <http://www.atlantepnina.ru/articles/svoystva-stroitel'nogo-gipsa-kharakteristiki-i-ego-primenenie/> (дата обращения: 16.05.2022).
8. Гернер М. М. Материаловедение по стоматологии / М. М. Гернер, Е. Г. Аронов, А. Э. Рофе. – М.: Медгиз, 1962. – 256 с.
9. Влияние тетрабората натрия (буры) на процесс отверждения гипса / В. И. Гришковец, Н. В. Грунский, Л. А. Яковишин [и др.] // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2022. – Т. 8 (74), № 2. – С. 280–284.
10. Гришковец В. И. Влияние солей лимонной кислоты на процесс отверждения гипса / В. И. Гришковец, Л. А. Яковишин, Е. Н. Корж // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2016. – Т. 2 (68), № 3. – С. 83–89.

THE EFFECT OF LITHIUM AND POTASSIUM TETRABORATES ON THE GYPSUM CURING PROCESS

Grishkovets V. I.¹, Yakovishin L. A.², Korzh E. N.²

¹*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea Republic, Russia*

²*Sevastopol State University, Sevastopol, Russia*

E-mail: vladgri@ukr.net

The concentration dependence of the inhibitory effect of lithium and potassium tetraborates on the gypsum curing process was studied and their activity was compared with sodium tetraborate (borax) previously studied by us.

The analysis of the obtained results shows that a noticeable inhibitory effect of lithium and potassium tetraborates is manifested at concentrations from 0.003 M, but concentrations from 0.0125 M and higher can be considered effective. At a concentration of 0.1 M the inhibitory effect decreases, as well as markedly reduced mechanical strength of castings using any of the studied tetraborates. Qualitative study of the strength properties of the obtained samples of gypsum castings showed that in the range of concentrations from 0.0125 to 0.05 M mechanical strength of castings is not inferior to gypsum without the addition of tetraborates or even slightly superior to it. Quantitative study of strength properties of gypsum castings with different modifiers is assumed in the future in a separate study.

In comparison with the previously studied sodium tetraborate efficiency of lithium tetraborate is noticeably higher, while potassium tetraborate efficiency is lower. Given the significantly higher cost of lithium and potassium tetraborates compared to sodium tetraborate (borax) from a commercial point of view, the choice of sodium tetraborate as a gypsum curing retarder is the most effective, and the recommended range of sodium tetraborate concentrations for practical use is from 0.0125 to 0.025 M (0.25–0.50 %, or 4.8–9.6 g/L for decahydrate) depending on the desired setting initiation time.

It is interesting to note that earlier in the study of citric acid salts we observed the same pattern with respect to the change of alkali metal cation, which was presumably explained by differences in the radii of alkali metal cations in solution.

Keywords: binding materials, gypsum, lithium and potassium tetraborates.

References

1. Butt Yu. M., Sychev M. M., Tamashev V. V., *Chemical technology of knitting material*, 472 p. (High school, Moscow, 1980). (In Russ.).
2. Popov K. N., Kaddo M. B., *Building materials and products*, 438 p. (High school, Moscow, 2005). (In Russ.).
3. Paschenko A. A., Serbin V. P., Starchevskaya E. A., *Cementing materials*, 440 p. (High school, Kiev, 1985). (In Russ.).
4. Bayer V. E., *Architectural materials*, 264 p. (Architecture, Moscow, 2006). (In Russ.).
5. Sulimenko L. M., *The technology of mineral binding materials and products based on them*, 334 p. (High school, Moscow, 2005). (In Russ.).
6. Pustovgar A.P., Retarder for dry construction mixtures on the basis of plaster, *Abstr. of Internat. conf. "Baltimix 2012"* (Ryazan, 2012), p. 9. (In Russ.).
7. *Properties of building gypsum, characteristics and its application*, <http://www.atlantlepnina.ru/articles/svoystva-stroitel'nogo-gipsa-kharakteristiki-i-ego-primeneniye/> (Accessed May 16, 2022). (In Russ.).
8. Gerner M. M., Aronov Or. G, Rofe A. E. *Materials science in dentistry*, 256 p. (Medgiz, Moscow, 1962). (In Russ.).
9. Grishkovets V. I., Grunskiy N. V., Yakovishin L. A., Korzh E. N., The effect of sodium tetraborate (borax) on the gypsum curing process, *Scientific Notes of Crimean V.I. Vernadsky Federal University. Biology. Chemistry*, **8** (74), 280 (2022). (In Russ.).
10. Grishkovets V. I., Yakovishin L. A., Korzh E. N., Effect of citric acid salts on the process of gypsum curing, *Scientific Notes of Crimean V.I. Vernadsky Federal University. Biology. Chemistry*, **2** (68), 83 (2016). (In Russ.).