

Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского  
Биология. Химия. Том 8 (74). 2022. № 2. С. 280–284.

**УДК 553.635.1:666.913.2**

## **ВЛИЯНИЕ ТЕТРАБОРАТА НАТРИЯ (БУРЫ) НА ПРОЦЕСС ОТВЕРЖДЕНИЯ ГИПСА**

*Гришковец В. И.<sup>1</sup>, Грунский Н. В.<sup>1</sup>, Яковишин Л. А.<sup>2</sup>, Корж Е. Н.<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Институт биохимических технологий, экологии и фармации (структурное подразделение)  
ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия  
<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Севастополь, Россия  
E-mail: vladgri@ukr.net*

Изучена концентрационная зависимость ингибирующего действия буры на процесс отверждения гипса и сравнение активности буры с ранее исследованным нами цитратом натрия, который широко используется в качестве замедлителя в промышленно выпускаемых гипсовых составах. Показано, что оптимальный диапазон концентраций рабочих растворов буры составляет 0,0125–0,025 М (0,48–0,96 %) без потери механической прочности отливок, но ингибирующее действие тетрабората натрия в 2–4 раза слабее в сравнении с тризамещенным цитратом натрия.  
**Ключевые слова:** вяжущие материалы, гипс, бура, цитрат натрия.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В литературе неоднократно сообщалось о применении декагидрата тетрабората натрия (буры) в качестве замедляющей добавки при изготовлении гипсовых изделий [1–7]. В приготовлении зуботехнического гипса также в качестве одного из замедлителей схватывания используется бура [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.

В настоящей работе исследовано влияние тетрабората натрия (буры) на процесс отверждения гипса. Хотя ранее и сообщалось об использовании буры для замедления схватывания гипсовой массы [1–8], однако систематического исследования этого процесса и сравнение эффективности действия буры с другими модификаторами не проводилось. Поэтому целью настоящего исследования явилось изучение концентрационной зависимости ингибирующего действия буры на процесс отверждения гипса и сравнение активности буры с ранее изученным нами цитратом натрия [9], который широко используется в качестве замедлителя в промышленно выпускаемых гипсовых составах.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

В работе использовались вещества: гипс строительный марки Г5, декагидрат тетрабората натрия (бура) ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) и цитрат натрия ( $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 5,5\text{H}_2\text{O}$ ).

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

**Таблица 1**

**Ингибирующее действие растворов тетрабората и цитрата натрия на процесс отверждения гипса**

С, моль/л	Тетраборат натрия		Цитрат натрия	
	Начало отверждения, мин.	Окончание отверждения, мин.	Начало отверждения, мин.	Окончание отверждения, мин.
0,0000	6	20	6	20
0,0016	7	25	14	35
0,0031	8	30	40	70
0,0063	10	35	50	100
0,0125	15	40	70	180
0,025	35	60	80	400
0.05	100	500	120	300
0,10	80	400	100	250

Таблица 2

**Прочность отливок гипса и эффективные концентрации растворов тетрабората и цитрата натрия**

С, моль/л	Тетраборат натрия		Цитрат натрия	
	Прочность	Эффективная концентрация	Прочность	Эффективная концентрация
0,0000	+	–	+	+
0,0016	+	–	+	+
0,0031	+	–	+	+
0,0063	+	+	+	+
0,0125	+	++	+	++
0,025	+	+++	+	++
0,05	–	–	+	+++
0,10	–	–	+	++

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ полученных результатов показывает, что эффективное ингибирующее действие тетрабората натрия проявляется при концентрациях от 0,0125 М и выше, тогда как у цитрата натрия эффект действия проявляется даже при концентрации 0,0016 М, а при самых высоких исследованных концентрациях эффекты сближаются, хотя все равно цитрат натрия проявляет большую ингибирующую активность. Качественное исследование прочностных свойств полученных образцов гипсовых отливок показало, что во всем изученном диапазоне концентраций цитрата натрия прочность отливок не снижается, тогда как для двух самых высоких концентраций затворяющих растворов буры (0,05 и 0,1 М) наблюдалось значительное снижение механической прочности полученных отливок, и они рассыпались при механическом воздействии. Количественное изучение прочностных свойств гипсовых отливок с различными модификаторами предполагается в дальнейшем в отдельном исследовании.

Таким образом, анализ полученных результатов показывает, что в сравнении с цитратом натрия эффективность тетрабората натрия примерно в 2–4 раза ниже. Рекомендуемый для практического использования диапазон концентраций тетрабората натрия от 0,0125 до 0,025 М (0,25–0,50 %, или 4,8–9,6 г/л для декагидрата), тогда как для цитрата натрия этот диапазон значительно шире, от 0,0031 до 0,05 М (0,08–1,3 %, или 1,0–18 г/л для 5,5-гидрата) в зависимости от желаемого времени начала схватывания.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Изучена концентрационная зависимость ингибирующего действия водных растворов буры на процесс отверждения гипса.
2. Показано, что оптимальный диапазон концентраций рабочих растворов буры составляет 0,0125–0,025 М (0,48–0,96 %) без потери механической прочности отливок.
3. Показано, что ингибирующее действие тетрабората натрия в 2–4 раза слабее в сравнении с тризамещенным цитратом натрия.

**Список литературы**

1. Бутт Ю. М. Химическая технология вяжущих материалов: учебник для вузов / Ю. М. Бутт, М. М. Сычев, В. В. Тимашев. – М.: Высшая школа, 1980. – 472 с.
2. Попов К. Н. Строительные материалы и изделия: учебник для вузов / 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: учебник для вузов / 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.atlantlepnina.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. Гришковец В. И. Влияние солей лимонной кислоты на процесс отверждения гипса / В. И. Гришковец, Л. А. Яковичин, 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 SODIUM TETRABORATE (BORAX) ON THE GYPSUM CURING PROCESS**

*Grishkovets V. I.<sup>1</sup>, Grunskiy N. V.<sup>1</sup>, Yakovishin L. A.<sup>2</sup>, Korzh E. N.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia*

<sup>2</sup>*Sevastopol State University, Sevastopol, Russia*

*E-mail: vladgri@ukr.net*

In this paper, the effect of sodium tetraborate (borax) on the gypsum curing process is investigated. The aim of the study was to study the concentration dependence of the inhibitory effect of borax on the gypsum curing process and to compare the activity of borax with the sodium citrate previously studied by us.

The study of the inhibitory effect of sodium tetraborate was carried out similarly to the method described earlier, which consists in rapid mixing of gypsum with water or

solutions of the modifier under study with decreasing concentration (in the weight ratio of gypsum / solution – 1/0.65). The range of studied molar concentrations of borax aqueous solutions ranged from 0.1 M to 0.0016 M.

Analysis of the obtained results shows that the effective inhibitory effect of sodium tetraborate is manifested at concentrations from 0.0125 M and above, whereas in sodium citrate the effect of action is manifested even at a concentration of 0.0016 M. A qualitative study of the strength properties of the obtained gypsum castings samples showed that in the entire studied range of sodium citrate concentrations, the strength of the castings does not decrease, whereas for the two highest concentrations of sealing borax solutions (0.05 and 0.1 M), a significant decrease in the mechanical strength of the castings was observed.

Thus, the analysis of the results shows that in comparison with sodium citrate, the effectiveness of sodium tetraborate is about 2–4 times lower. The recommended range of concentrations of sodium tetraborate for practical use is from 0.0125 to 0.025 M (0.48–0.96 %), whereas for sodium citrate this range is much wider, from 0.0031 to 0.05 M (0.1–1.8 %), depending on the desired setting time.

**Keywords:** binding materials, gypsum, borax, sodium citrate.

### References

1. Butt Yu. M., Sychev M. M., Tamashev V. V., *Chemical technology of knitting materials: the textbook for high schools*, 472 p. (High school, Moscow, 1980). (In Russ.).
2. Popov K. N., Kaddo M. B., *Building materials and products: a textbook for high schools*, 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: a textbook for high schools*, 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-primenenie/> (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., 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.).