

УДК 553.635.1:666.913.2

ВЛИЯНИЕ ЭТИДРОНОВОЙ КИСЛОТЫ И ЕЁ СОЛЕЙ НА ПРОЦЕСС ОТВЕРЖДЕНИЯ ГИПСА

Гришковец В. И.¹, Остапенко А. Д.¹, Яковишин Л. А.², Миневич А. А.³

¹*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия*

²*ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Севастополь, Республика Крым, Россия*

³*Медицинская академия им. С. И. Георгиевского (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия*

E-mail: vladgri@ukr.net

Изучено влияние оксиэтилидендифосфоновой (этидроновой) кислоты и ее динатриевой и тетранатриевой солей на процесс отверждения гипса. Исследована концентрационная зависимость ингибирующего действия кислоты и её солей в диапазоне концентраций 0,0008–0,025 моль/л. Показано, что ингибирующее действие этидроновой кислоты и ее солей сопоставимо с действием цитрата натрия. Из исследованных соединений несколько большей ингибирующей активностью обладает динатриевая соль этидроновой кислоты. Практическое использование этидроновой кислоты и её солей наиболее эффективно в диапазоне концентраций 0,005–0,01 моль/л.

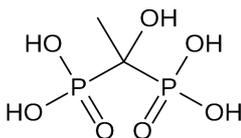
Ключевые слова: гипс, ингибирование отверждения, этидроновая кислота, оксиэтилидендифосфоновая кислота, динатриевая соль этидроновой кислоты, тетранатриевая соль этидроновой кислоты.

ВВЕДЕНИЕ

Гипсовые вяжущие материалы широко используются как в промышленной технике, так и в строительной индустрии [1–3]. Работы в области модифицирующих добавок в гипсовые смеси ведутся давно, но продолжают быть актуальными [4]. Поэтому изучение, как новых модификаторов, так и детальное исследование уже известных интересно в научном и практическом планах.

Ранее мы исследовали влияние неорганических ортофосфатов [5] и полифосфатов [6] на процесс отверждения гипса. Целью настоящей работы является систематическое изучение ингибирующего действия этидроновой (оксиэтилидендифосфоновой, 1-гидроксиэтан-1,1-дифосфоновой) кислоты и ее солей в отношении процесса отверждения гипса.

Этидроновая кислота – хорошо известное органическое соединение, являющееся производным фосфоновой кислоты [7]:



Вследствие относительной дешевизны она широко используется в нефтедобыче и теплоэнергетике как средство для предотвращения отложений солей в трубах; как стабилизатор в парфюмерии, в аналитической химии как маскирующий реагент и титрант в комплексонометрии, в фотографии в качестве заменителя трилона Б, в сельском хозяйстве для внесения удобрений в хелатной форме, как консервант в пищевой промышленности, в медицине для укрепления костей, лечения остеопороза и ряда других заболеваний. Все применения этидроновой кислоты, очевидно, основаны на ее ярко выраженных хелатирующих свойствах.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе использовались вещества: гипс строительный Г5, оксиэтилендифосфоновая кислота ($C_2H_8O_7P_2 \cdot H_2O$), её тетранатриевая соль ($C_2H_4O_7P_2Na_4 \cdot 4H_2O$) и кислая динатриевая соль ($C_2H_6O_7P_2Na_2$).

В ходе работы использовали исходные 0,05 М растворы этидроновой кислоты и её солей. Путем последовательного разбавления дистиллированной водой были получены растворы следующих молярностей: 0,025; 0,0125; 0,0062; 0,0031; 0,0016; 0,0008.

Для определения времени начала и окончания отверждения брали навески гипса по 2,0 г, к которым добавляли по 1,2 мл каждого из исследуемых растворов в указанных выше концентрациях. Смеси перемешивали в ступке с помощью пестика в течение 10 с. Получившуюся гипсовую массу переносили на подложку и фиксировали время начала и окончания отверждения образца. Момент помутнения глянцевої поверхности гипсовой смеси отмечали как начало процесса отверждения. Время окончательного отверждения определялось в момент, когда образец перестает деформироваться при надавливании стеклянной палочкой.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В качестве объектов исследования были взяты оксиэтилендифосфоновая (этидроновая) кислота и ее динатриевая и тетранатриевая соли. В качестве объекта сравнения – цитрат натрия ($Na_3C_6H_5O_7 \cdot 5,5H_2O$). Исследовалось ингибирующее действие вышеуказанных соединений на процесс отверждения гипса в концентрациях от 0,0008 до 0,025 моль/л. В «холостом» опыте с использованием дистиллированной воды (вместо растворов этидроновой кислоты и ее солей) время начала затвердения для гипса составило около 4 минут, а окончательное затвердение массы наблюдалось через 9–10 минут. Результаты исследования приведены в таблице 1 и графически иллюстрированы на рисунках 1 и 2.

Таблица 1
Ингибирующее действие этидроновой кислоты и её солей на процесс отверждения гипса

C (моль/л)	Na ₃ C ₆ H ₅ O ₇		C ₂ H ₈ O ₇ P ₂ ·H ₂ O		C ₂ H ₄ O ₇ P ₂ Na ₄ ·4H ₂ O		C ₂ H ₆ O ₇ P ₂ Na ₂	
	Начало (мин.)	окончание (мин.)	Начало (мин.)	Окончание (мин.)	Начало (мин.)	Окончание (мин.)	Начало (мин.)	Окончание (мин.)
0,025	80	200	75	120	75	240	110	180
0,0125	70	140	63	120	60	90	100	130
0,0063	50	80	22	50	20	45	33	60
0,0031	30	40	6	30	5	25	10	30
0,0016	20	35	4	25	4	22	5	17
0,0008	15	30	4	23	4	20	5	17

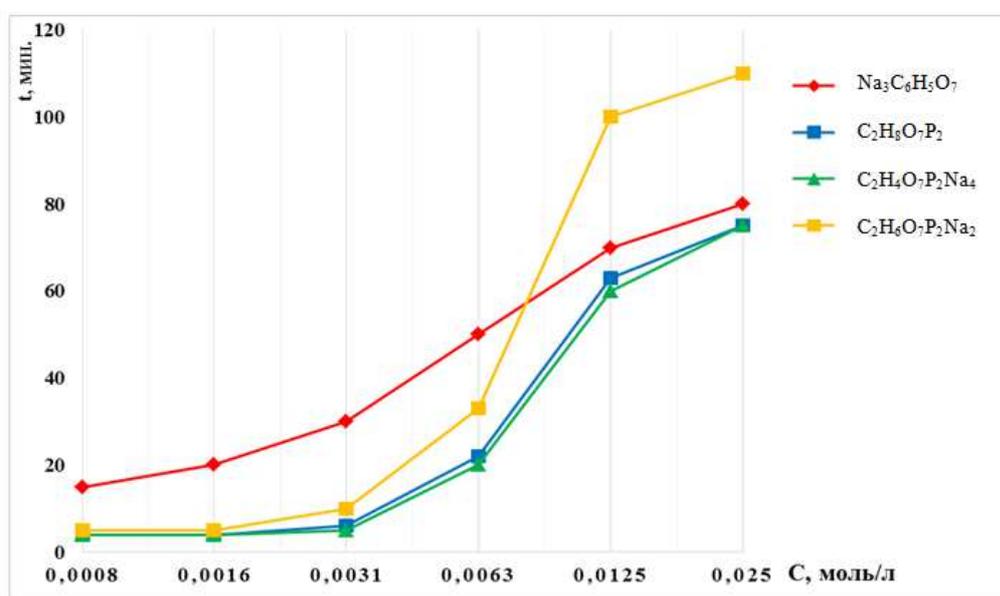


Рис. 1. Зависимость времени начала отверждения гипса от концентрации этидроновой кислоты и её солей.

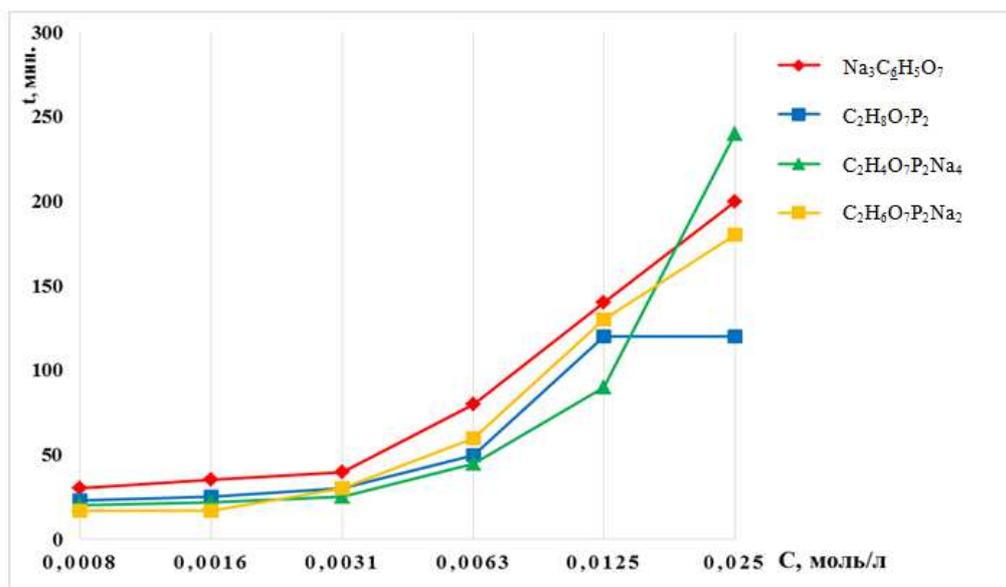


Рис. 2. Зависимость времени окончания отверждения гипса от концентрации этидроновой кислоты и её солей.

В ходе эксперимента выявилось, что этидроновая кислота и её соли проявили выраженное замедляющее действие на процесс отверждения гипса. Как и ожидалось, ингибирующая активность возрастает с увеличением концентрации растворов вплоть до исследованной концентрации 0,025 моль/л. Все исследованные соединения показали активность в отношении, как начала, так и окончания затвердевания гипса, сопоставимую с активностью цитрата натрия в тех же концентрациях. В отношении времени начала затвердевания при высоких концентрациях (выше 0,01 моль/л) активность динатриевой соли заметно превышает активность цитрата натрия. А в отношении окончания затвердевания тетранатриевая соль несколько активнее цитрата натрия при самой высокой исследованной концентрации (0,025 моль/л).

Растворы с большей концентрацией не исследовались, так как уже при концентрации 0,025 моль/л и выше было отмечено ухудшение прочностных характеристик полученных образцов. Наиболее оптимальным с практической точки зрения следует, очевидно, считать диапазон концентраций 0,005–0,01 моль/л как для самой этидроновой кислоты, так и для ее солей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Изучено влияние этидроновой кислоты и ее натриевых солей на процесс отверждения гипса.

2. Исследована концентрационная зависимость ингибирующего действия этидроновой кислоты и ее ди- и тетранатриевых солей в диапазоне концентраций 0,0008–0,025 моль/л.
3. Показано, что исследованные соединения обладают ингибирующей активностью, сопоставимой с активностью цитрата натрия.
4. Практическое использование этидроновой кислоты и её солей для замедления процесса отверждения гипса наиболее эффективно в диапазоне концентраций 0,005–0,01 моль/л.

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 – Киев: Вища школа, 1985. – 440 с.
4. Сулименко Л. М. Технология минеральных вяжущих материалов и изделий на их основе: учебник / Л. М. Сулименко. – М.: Высшая школа, 2005. – 334 с.
5. Влияние фосфатов натрия на процесс отверждения гипса / В. И. Гришковец, А. С. Норкин, Л. А. Яковишин, Е. Н. Корж // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2019. – Т. 5 (71), № 4. – С. 262–269.
6. Влияние полифосфатов натрия на процесс отверждения гипса / В. И. Гришковец, А. С. Норкин, А. Д. Остапенко [и др.] // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2020. – Т. 6 (72), № 1. – С. 262–267.
7. Кабачник М. И. Оксидэтилендифосфоновая кислота: статья / М. И. Кабачник // Химический энциклопедический словарь, Гл. ред. Кнунянц И. Л. – М.: Советская энциклопедия, 1983. – С. 403.

INFLUENCE OF ETIDRONIC ACID AND ITS SALTS ON THE CURING GYPSUM PROCESS

Grishkovets V. I.¹, Ostapenko A. D.¹, Yakovishin L. A.², Minevich A. A.¹

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

²*Sevastopol State University, Sevastopol, Russia*

E-mail: vladgri@ukr.net

The influence 1-Hydroxyethane 1,1-diphosphonic acid (etidronic acid) and its disodium and tetrasodium salts on the gypsum curing process. The concentration dependence of the inhibitory effect of acid and its salts in the concentration range of 0.0008–0.025 mol/L was studied.

In the course of the experiment revealed that etidronic acid and its salts showed pronounced inhibiting effect on the curing process of the plaster. As expected, the inhibitory activity increases with increasing concentration of solutions up to the studied concentration of 0.025 mol/L. All studied compounds showed activity with respect to both the beginning and end of solidification of gypsum, comparable to the activity of sodium citrate in the same concentrations. With respect to the start time of solidification at high

concentrations (above 0.01 mol/L), the activity of disodium salt exceeds that of sodium citrate. And with respect to the end of solidification, the tetrasodium salt is slightly more active than sodium citrate at the highest studied concentration (0.025 mol/L).

Solutions with a higher concentration were not studied, since already at a concentration of 0.025 mol/L or higher, the strength characteristics of the obtained samples were observed to deteriorate. The most optimal from a practical point of view, it should obviously be considered a range of concentrations of 0.005–0.01 mol/L for both the etidronic acid itself and its salts.

Keywords: gypsum, the inhibition of curing, etidronic acid, etidronic acid disodium salt, etidronic acid tetrasodium salt.

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. 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.).
5. Grishkovets V. I., Norkin A. S., Yakovishin L. A., Korzh E. N., The effect of sodium phosphates in the curing gypsum process, *Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*, **5** (4), 262 (2019). (in Russ.).
6. Grishkovets V. I., Norkin A. S., Ostapenko A. D., Yakovishin L. A., Minevich A. A., Influence of sodium polyphosphates on the curing gypsum process, *Scientific Notes of V. I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*, **6** (1), 262 (2020). (in Russ.).
7. Kabachnik M. I. *Oxyethylenediphosphonic acid* in: Chemical encyclopedic dictionary, 792 p. (Soviet encyclopedia, Moscow, 1983). (in Russ.).