

УДК 691.53

## ВТОРИЧНЫЙ НИТРИТ НАТРИЯ – МОДИФИКАТОР ЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМ И ПРОТИВОГОЛОЛЁДНЫЙ РЕАГЕНТ

канд. техн. наук **Д.И. САФОНЧИК, Н.А. ШЕЙБАК**  
(Гродненский государственный университет им. Я. Купалы)

*Рассмотрены возможности использования в строительной отрасли вторичного нитрита натрия, который образуется при производстве полиамидных нитей на ПТК «Химволокно». Выполнен анализ литературных источников, по результатам которого выявлены добавки, относящиеся к группе противоморозных или к ускорителям твердения бетонов, имеющие в своем составе вещества, аналогичные веществам, входящим в состав вторичного нитрита натрия. Установлено, что вторичный нитрит натрия можно использовать в качестве противогололёдного реагента. Кроме того, введение вторичного нитрита натрия в цементные системы приводит к увеличению водопотребности цементного теста, позволяет изменять сроки схватывания цементного теста и увеличивать скорость набора прочности строительных растворов в начальный период твердения, особенно это проявляется при твердении растворов в условиях низких положительных температур.*

**Введение.** В настоящее время в практике бетоноведения активно применяют различные химические добавки. Многие из них получают не из чистых веществ, а из побочных продуктов, образующихся при производстве основной продукции. Так, на ПТК «Химволокно» в результате очистки технологического оборудования образуется побочный продукт, который условно назван вторичным нитритом натрия. Ранее был изучен химический состав вторичного продукта и установлено, что основными компонентами являются карбонат натрия ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) и нитрит натрия ( $\text{NaNO}_2$ ), кроме того, имеется незначительное количество сажи [1]. Добавки аналогичного химического состава, согласно выполненному исследованию литературных источников, применяются в качестве противоморозных добавок и добавок, ускоряющих твердение бетонов. Также известно, что нитрит натрия является ингибитором коррозии стали анодного действия [2]. Противоморозные добавки и добавки-ускорители твердения, как правило, оказывают существенное влияние на сроки схватывания и водопотребность цементного теста, а также на механические свойства цементных систем, кроме того указанные реагенты используют в качестве противогололёдного реагента [3].

**Основная часть.** Основной целью выполнения данной работы являлось изучение возможности использования отработанного нитрита натрия в качестве химической добавки для цементных систем. Для реализации указанной цели на первом этапе выполнено изучение противогололёдных свойств вторичного нитрита натрия.

Применимость вторичного нитрита натрия в качестве противогололёдного реагента определяли в соответствии с [3] по следующим показателям:

- 1) внешний вид;
- 2) содержание водорастворимых веществ;
- 3) защитный эффект против коррозии стали;
- 4) плавящая способность.

Для эксперимента использовался отфильтрованный 10 % водный раствор вторичного нитрита натрия, представляющий собой прозрачную жидкость без механических включений, осадка и взвеси. По внешнему виду раствор соответствовал нормативному значению.

Результаты определения содержания водорастворимых веществ представлены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание водорастворимых веществ

Наименование показателя	Единица измерения	Значение			
		чашка № 1	чашка № 2	чашка № 3	среднее
Содержание водорастворимых веществ	% по массе	91,5	92,5	95,3	93,1

По показателю «содержание водорастворимых веществ», которое составило 93,1 %, вторичный нитрит натрия соответствует норме, которая должна быть не менее 20 %.

При определении защитного эффекта против коррозии стали получены результаты, представленные в таблице 2.

Таблица 2

Влияние вторичного нитрита натрия на защитный эффект против коррозии стали

Наименование показателя	Площадь, S, см <sup>2</sup>	Масса пластины, м, г		Скорость коррозии, г/см <sup>2</sup>
		до испытания	после испытания	
Пластина № 1 (10 % NaNO <sub>2</sub> )	46,2474	48,58	48,58	–
Пластина № 2 (10 % NaNO <sub>2</sub> )	46,0124	49,44	49,44	–
Пластина № 3 (10 % NaNO <sub>2</sub> )	47,2474	51,23	51,23	–
Пластина № 4 (5 % NaCl)	51,6924	54,35	54,22	0,00251
Пластина № 5 (5 % NaCl)	47,2374	50,77	50,56	0,00445
Пластина № 6 (5 % NaCl)	46,4824	50,04	49,84	0,00430

*Примечание.* Пластины № 1, № 2 и № 3 помещались в 10 %-ный раствор вторичного нитрита натрия.

По данным таблицы 2 рассчитан защитный эффект против коррозии стали, который составил 98,7 %, что также соответствует норме (не менее 80 %).

Для определения плавящей способности ( $q$ ) водного раствора вторичного нитрита натрия использованы данные, представленные в таблице 3.

Таблица 3

Исходные данные для определения плавящей способности

Виды чашек	Масса чашек, г		Масса растаявшего льда, г
	со льдом	с остатками льда	
Контрольная	151,62	148,79	2,83
Основная	173,96	165,74	8,22
Контрольная	158,1	155,24	2,86
Основная	191,17	182,34	8,83

Плавящая способность  $q$  определялась по формуле [3]:

$$q = \frac{(m_1 - m_2) - (m_{1к} - m_{2к})}{m_0},$$

где  $m_1$  – масса чашки со льдом, г;  $m_2$  – масса чашки с остатками льда, г;  $m_{1к}$  – масса контрольной чашки со льдом, г;  $m_{2к}$  – масса контрольной чашки с остатками льда, г;  $m_0$  – масса противогололёдного реагента.

Величина плавящей способности  $q$  составила 3,8 относительных единиц, что соответствует нормативному значению (норма – не менее 3-х относительных единиц).

Проведенные исследования позволяют утверждать, что вторичный нитрит натрия можно использовать в качестве противогололёдного реагента, а его водный раствор – в качестве противогололёдного материала для зимнего содержания автомобильных дорог Республики Беларусь.

Далее исследовали влияние отработанного нитрита натрия на цементные системы. Изучали изменение нормальной густоты и сроков схватывания цементного теста, модифицированного вторичным нитритом натрия.

Нормальная густота (НГ) цементного теста определялась в соответствии со стандартной методикой для варианта без добавки, с добавкой нитрита натрия и отработанного нитрита натрия. Полученные результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4

Влияние модификаторов на нормальную густоту

Вид добавки	% по массе цемента	Нормальная густота, %	Изменение НГ по отношению к бездобавочному варианту, %
Без добавки	–	28,75	–
NaNO <sub>2</sub>	0,2	28,50	–0,87
	0,5	28,00	–2,65
	1,0	27,50	–4,46
	1,5	27,25	–5,45
	2,0	27,00	–6,42
Вторичный нитрит натрия	0,2	29,00	0,93
	0,5	29,50	2,56
	1,0	29,75	3,39
	1,5	30,00	4,20
	2,0	30,25	5,00

*Примечание.* Использовался портландцемент ПЦ 500-Д20 производства ОАО «Красносельскстройматериалы».

Установлено, что введение добавки нитрита натрия уменьшает водопотребность цементного теста на 1 – 7 %, тогда как применение вторичного нитрита натрия приводит к обратному эффекту, т.е. с увеличением количества вторичного нитрита натрия водопотребность цементного теста увеличивается на 1 – 5 %.

Сроки схватывания цементного теста определялись по стандартной методике, результаты исследования представлены в таблице 5.

Таблице 5

Сроки схватывания цементного теста

Вид добавки	% по массе цемента	Сроки схватывания	
		начало, ч – мин	конец, ч – мин
Без добавки	–	3 – 40	5 – 10
NaNO <sub>2</sub>	0,2	4 – 10	5 – 20
	0,35	4 – 00	4 – 50
	0,5	3 – 55	5 – 00
	1,0	3 – 45	4 – 50
	1,5	3 – 40	4 – 50
	2,0	3 – 50	4 – 40
Вторичный нитрит натрия	0,2	3 – 30	4 – 50
	0,35	3 – 10	4 – 25
	0,5	1 – 10	2 – 30
	1,0	0 – 45	1 – 50
	1,5	0 – 30	1 – 10
	2,0	0 – 20	1 – 00

Установлено, что нитрит натрия сокращает сроки схватывания относительно бездобавочного варианта незначительно. Вторичный нитрит натрия проявляет себя как более сильный ускоритель и позволяет сократить сроки схватывания: на начало – 5 – 91 %; окончание – 7 – 81 %.

Изучение влияния вторичного нитрита натрия на изменение консистенции цементно-песчаной смеси выполнялось при достижении водоцементного отношения 0,46, что соответствовало водоце-

ментному отношению, необходимому для получения расплыва конуса на встряхивающем столике в пределах 106 – 115 мм, которое принималось для проведения дальнейших испытаний.

Используя полученное водоцементное отношение, изготавливались образцы-кубы с ребром 7,07 см для испытания на центральное осевое сжатие.

Результаты испытаний представлены на рисунке 1.

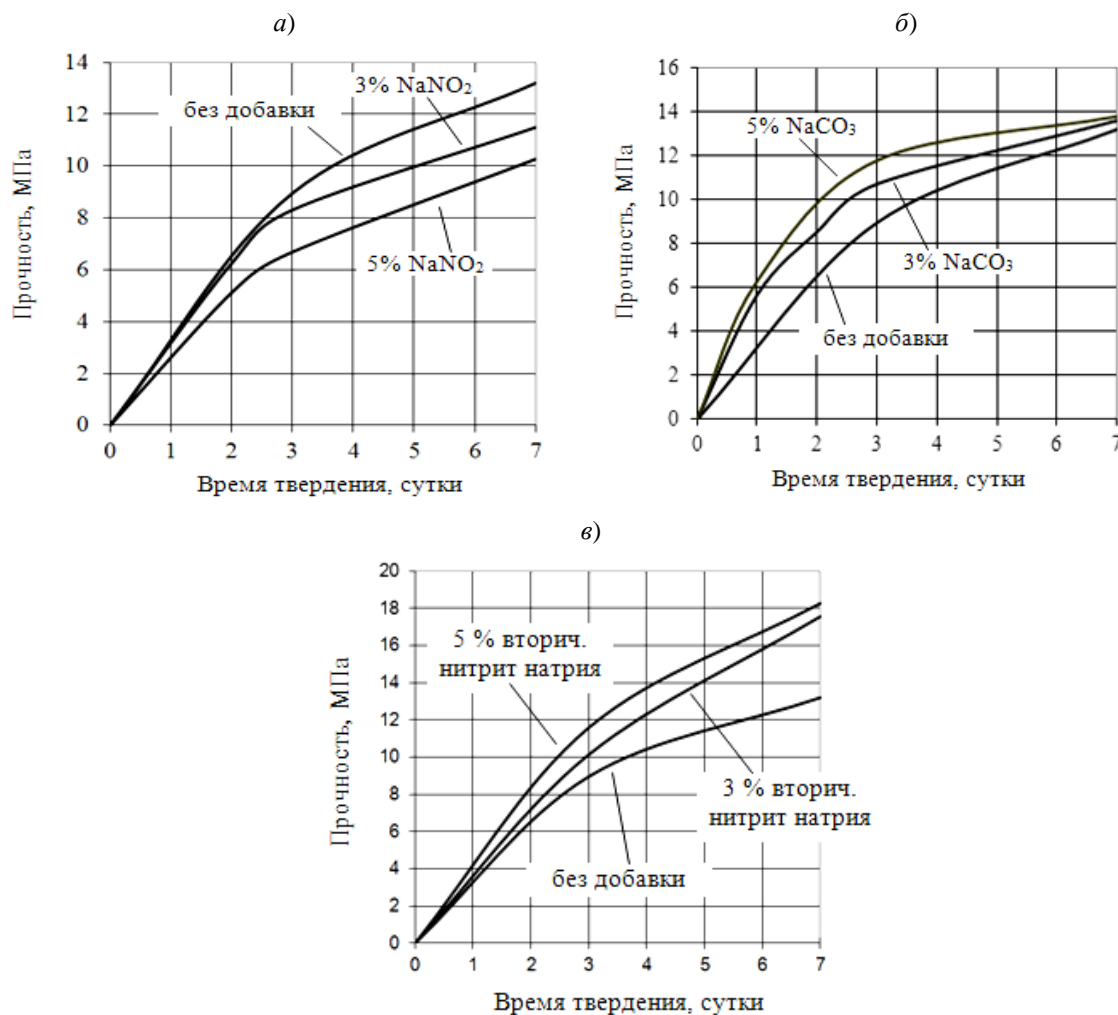


Рис. 1. Влияние добавок на прочность:  
а –  $\text{NaNO}_2$ ; б –  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; в – вторичный нитрит натрия

Из графиков видно, что введение добавки  $\text{NaNO}_2$  в количестве 3 – 5 % от массы цемента не увеличивает относительной прочности образцов при твердении в нормальных условиях, а даже несколько её снижает. При этом абсолютная прочность увеличивается, но менее интенсивно, чем в варианте без добавки.

При модификации растворов добавкой  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в количестве 3 – 5 %, скорость набора прочности по отношению к бездобавочному варианту возрастает на протяжении 1 – 3 суток. Однако на седьмые сутки наблюдается значительное снижение темпов твердения.

При введении в растворную смесь добавки вторичного нитрита натрия в количестве 3 – 5 % скорость набора прочности по отношению к бездобавочному варианту также возрастает на протяжении первых 3 суток. Более высокая прочность наблюдалась и при твердении в возрасте 7 суток.

Результаты испытания образцов, твердевших при минус 5 °С, представлены на рисунке 2.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при твердении образцов с 3 % кальцинированной соды в условиях отрицательной температуры (минус 5 °С) скорость набора прочности происходит очень медленно. Таким образом, введение соды в качестве ускорителя твердения при отрицательной температуре нецелесообразно.



Рис. 2. Влияние добавки кальцинированной соды на прочность

**Заклучение.** В результате проведенного исследования установлено, что вторичный нитрит натрия можно использовать в качестве противогололёдного реагента. Введение вторичного нитрита натрия приводит к увеличением водопотребности цементного теста на 1 – 5 %. Вторичный нитрит натрия проявляет себя как сильный ускоритель схватывания и позволяет изменять: начало схватывания на 5 – 91 %, окончание – на 7 – 81 %. Вторичный нитрит натрия позволяет увеличивать скорость набора прочности растворов в начальный период твердения, особенно это проявляется при твердении в условиях низких положительных температур.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Симанкович, Е.Л. Исследование химического состава комплексной добавки ВНН / Е.Л. Симанкович // Наука 2012: сб. науч. ст.; ГрГУ им. Я. Купалы; редкол.: Г.М. Третьяков (гл. ред.) [и др.]. – Гродно: ГрГУ, 2012. – С. 152 – 154.
2. Рамачандран, В.С. Наука о бетоне: Физико-химическое бетоноведение / В.С. Рамачандран, Р.Ф. Фельдман, Дж.Дж. Бодуэн; пер. с англ. Т.И. Розенберг, Ю.Б. Ратиновой; под ред. В.Б. Ратинова. – М.: Стройиздат, 1986. – 278 с.
3. Материалы противогололедные для зимнего содержания автомобильных дорог. Общие технические условия. [Текст]: СТБ 1158-2008. – Взамен СТБ 1158-99; Введ. 2009-01-01. – Минск: М-во архит. и стр-ва Респ. Беларусь: Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2000. – 11 с.

Поступила 03.12.2012

#### SECONDARY SODIUM NITRITE – MODIFIER OF CEMENT SYSTEMS AND ANTI-SLEET REAGENT

*D. SAFONCHIK, N. SHEYBAK*

*Possibilities of the use of the secondary sodium nitrite in the construction industry, which is formed during production of nylon yarn at PTC "Khimvolokno" are considered. Analysis of literature is made. As a result additives are singled out, which belong to the group of antifreeze ones or to accelerators of hardening of concrete, which consists of substances, analogous to substances, which are part of secondary sodium nitrite. It is ascertained that secondary sodium nitrite can be used as anti-sleet reagent. Furthermore, introduction of secondary sodium nitrite into cement systems increases water demand of the cement paste, allows to change setting time of cement paste and increase the rate of curing of mortars in the initial period of hardening. It becomes especially apparent at hardening of mortars at low positive temperatures.*