

6. Фрейдин, А.С. Прогнозирование свойств клеевых соединений древесины / А.С. Фрейдин, К.Т. Вуба. – М.: Лесн. пром-сть, 1980. – 224 с.
7. Хрулев, В.М. Долговечность древесностружечных плит / В.М. Хрулев, К.Я. Мартынов. – М.: Лесн. пром-сть, 1977. – 167 с.
8. Конструкции деревянные клееные. Метод определения стойкости клеевых соединений к циклическим температурно-влажностным воздействиям: ГОСТ 17580-82. Введ. 01.01.83. – М.: Издательство стандартов, 1983. – 8 с.
9. Фрейдин, А.С. Прочность и долговечность клеевых соединений / А.С. Фрейдин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1981. – 270 с.
10. Плиты цементностружечные. Технические условия: ГОСТ 26816-86. – Введ. 01.07.86. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 16 с.
11. Древесина клееная массивная. Методы определения предела прочности клеевого соединения при скалывании вдоль волокон: ГОСТ 15613.1-84. – Введ. 01.07.86. – М.: Издательство стандартов, 1984. – 8 с.
12. Рекомендации по контролю качества клеевых соединений деревянных клееных конструкций. – М.: Стройиздат, 1981. – 63 с.
13. Жук, В.В. Разработка и исследование соединений элементов панельных конструкций из цементностружечных плит: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / В.В. Жук. – М., 1985. – 278 с.
14. Шамарина, Л.М. Цементностружечные панели с комбинированным каркасом: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / Л.М. Шамарина; МИСИ им. В.В. Куйбышева. – М., 1988. – 17 с.
15. Ващилко, Т.К. Старение цементно-стружечных плит / Т.К. Ващилко // Технология производства древесных плит и пластиков: сб. науч. тр. / МЛТИ. – 1980. – Вып. 124. – С. 20–24.
16. Ващилко, Т.К. Влияние влажности на прочность ЦСП / Т.К. Ващилко, Е.И. Дмитриев // Технология и материалы деревообрабатывающих производств: сб. науч. тр. / МЛТИ. – 1981. – Вып. 117. – С. 20–24.
17. Ващилко, Т.К. Предельная прочность ЦСП при циклическом увлажнении-сушке / Т.К. Ващилко, Е.И. Дмитриев // Технология и материалы деревообрабатывающих производств: сб. науч. тр. / МЛТИ. Вып. 140. – 1982. – С. 98–100.

Материал поступил в редакцию 18.02.13

#### ZHUK V.V., LESHCHUK E.V. Experimental research on the durability of cement bonded particleboards mechanical-adhesive-bonded joints

The results of the test for persistence of cyclic temperature and humidity effects of adhesive-bonded and mechanical and adhesive-bonded joints of cement bonded particleboard (CBPB) are shown.

It was found that CBPB adhesive-bonded joints tested in normal temperature and humidity conditions do not provide the durability higher than the CBPB shearing strength. The use of metal staples for CBPB adhesive-bonded joints piercing increases the averaged durability at normal temperature and humidity conditions.

УДК 66:502.171

Сафончик Д.И.

### ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МОДИФИКАТОРА ЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМ, ПОЛУЧЕННОГО В УСЛОВИЯХ ПТК «ХИМВОЛОКНО»

**Введение.** Химические добавки позволяют целенаправленно изменять физико-химические и механические свойства железобетонных конструкций и увеличивать срок службы как отдельных конструкций, так зданий и сооружений в целом. Поэтому применению химических добавок в технологии бетона в мировой практике уделяется огромное внимание.

На современном этапе в Республике Беларусь на законодательном уровне принят ряд нормативных правовых актов и государственных программ, основными задачами которых являются сокращение количества образующихся вторичных продуктов основного производства и их максимальное вовлечение в хозяйственный оборот с целью сохранения и экономии первичных природных ресурсов.

В Гродненском регионе сосредоточено большое количество химических предприятий, работа которых приводит к образованию вторичных продуктов. В связи с чем необходимо выполнять утилизацию отходов, образующихся при производстве основной продукции. Так, например, при производстве полиамидного волокна на ПТК «Химволокно» образуется в результате очистки фильер компонент, содержащий отработанный нитрит натрия, свойства которого до настоящего времени не изучены [1].

Процесс формования волокон заключается в продавливании прядильного расплава через отверстия фильеры (диаметр отверстий 0,25 мм). Выходящая из каждого отверстия струйка расплава полимера, охлаждаясь, затвердевает и превращается в элементарную нить. Фильеры (рис. 1), используемые на ПТК «Химволокно», представляют собой короткие капилляры, которые необходимо периодически очищать, так как они в процессе производства забиваются смолой [2], вследствие чего качество волокна резко падает. На ПТК «Химволокно» очистка фильер, формирующих нить от остатков

смолы, выполняется с использованием расплава нитрита натрия ( $\text{NaNO}_2$ ) при температуре  $400^\circ\text{C}$  [1].

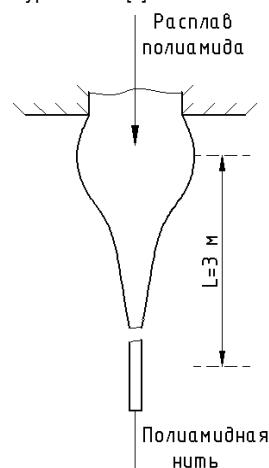
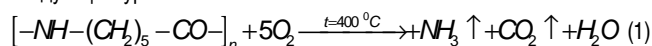


Рис. 1. Схема формования волокна из расплава

Известно, что полиамид при нагревании в присутствии кислорода разлагается до конечных продуктов: воды, двуокси углерода и аммиака [3]. Термическое разложение проходит в соответствии со следующим уравнением:



Нагревание фильер с остатками смолы в нитритной ванне при температуре  $400^\circ\text{C}$  в течение 10–12 часов обеспечивает полное сгорание смолы не только на поверхности, но и внутри капиллярных

Сафончик Дмитрий Иосифович, кандидат технических наук, заведующий кафедрой строительного производства УО «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы». Беларусь, ГрГУ, 230023, г. Гродно, ул. Э. Ожешки, 22.

отверстий фильер. Нитритная ванна используется многократно, пока эффективно очищает капилляры фильер, в среднем в течение месяца. После этого отработанный нитрит натрия (рис. 2) охлаждают, дробят на куски и отправляют на склад для хранения ввиду отсутствия разработанных рекомендаций по его применению [1].



Рис. 2. Вторичный нитрит натрия

Нитрит натрия при температуре 400 °С разлагается с выделением окислов азота, а оставшийся ион натрия  $Na^+$  нейтрализуется двуокисью углерода  $CO_2$ , который с парами воды присутствует в воздухе, образуя нестойкую и слабую угольную кислоту  $H_2CO_3$ . Химические процессы, происходящие при этом, описываются следующим уравнением реакции:

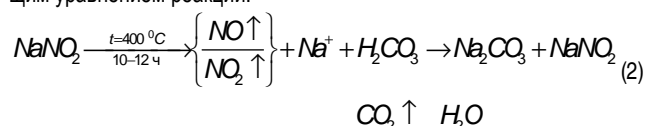


Схема получения вторичного нитрита натрия представлена на рисунке 3.

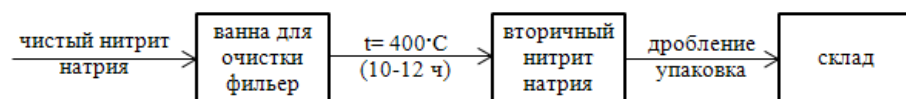


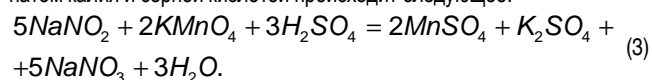
Рис. 3. Схема получения вторичного нитрита натрия

В исходном состоянии полученный в соответствии со схемой (рис. 3) вторичный нитрит натрия представляет собой конгломерат серо-белого цвета с вкраплением частичек сажи (продукт неполного сгорания полиамидного расплава в условиях недостаточности кислорода).

Нитрит натрия действует как мягкий восстановитель и катализирует процесс полного окисления поликапроамида.

Т.к. отработанный нитрит натрия получен с применением нитритных ванн, предположено, что основным компонентом будет являться нитрит натрия. Для подтверждения предположения выполнен химический анализ образца.

На первом этапе по методу окислительно-восстановительного титрования определено содержание нитрит-ионов [4]. В соответствии с указанным методом раствор  $KMnO_4$  помещался в колбу, в которую добавляли раствор  $H_2SO_4$  и дистиллированную воду. Приготовленный раствор подогревался до температуры 40–45 °С и титровался приготовленным исследуемым раствором образца до полного обесцвечивания. В ходе химической реакция между нитритом натрия, перманганатом калия и серной кислотой происходит следующее:



Расчет концентрации  $NaNO_2$  проводился по формуле (4)

$$C\left(\frac{1}{2} NaNO_2\right) \cdot V\left(\frac{1}{2} NaNO_2\right) = C\left(\frac{1}{5} KMnO_4\right) \cdot V\left(\frac{1}{5} KMnO_4\right), \quad (4)$$

где  $C\left(\frac{1}{2} NaNO_2\right)$  – молярная концентрация эквивалента нитрита натрия;

$V\left(\frac{1}{2} NaNO_2\right)$  – объем раствора эквивалента нитрита натрия;

$C\left(\frac{1}{5} KMnO_4\right)$  – молярная концентрация эквивалента перманганата калия;

$V\left(\frac{1}{5} KMnO_4\right)$  – объем раствора эквивалента перманганата калия.

Из формулы (4) выражалась молярная концентрация эквивалента нитрита натрия:

$$C\left(\frac{1}{2} NaNO_2\right) = \frac{C\left(\frac{1}{5} KMnO_4\right) \cdot V\left(\frac{1}{5} KMnO_4\right)}{V\left(\frac{1}{2} NaNO_2\right)}. \quad (5)$$

Определение массовой доли  $NaNO_2$  в образце вторичного нитрита натрия проводилось по формуле

$$W(NaNO_2) = \frac{C\left(\frac{1}{2} NaNO_2\right) \cdot V_a \cdot M\left(\frac{1}{2} NaNO_2\right)}{m_0} \cdot 100 \%, \quad (6)$$

где  $M\left(\frac{1}{2} NaNO_2\right)$  – молярная масса эквивалента нитрита натрия, которая определяется по формуле

$$M\left(\frac{1}{2} NaNO_2\right) = \frac{M(NaNO_2)}{Z}, \quad (7)$$

где  $M(NaNO_2)$  – молярная масса нитрита натрия, определенная по таблице Менделеева;

$Z$  – число электронов, участвующих в процессе окисления или восстановления.

Далее определялось содержание карбоната натрия. При этом был использован гравиметрический метод, основанный на осаждении карбоната бария [5]. Согласно данному методу, к раствору исследуемого образца медленно при постоянном перемешивании прикапывался раствор  $BaCl_2$ . Прикапывание проводилось до полного выпадения осадка. Осадок отфильтровывался на стеклянном фильтре, промывался водой до отрицательной реакции на ионы  $Ba^{2+}$  с  $Na_2SO_4$  и высушивался в сушильном шкафу при температуре  $105 \pm 2^\circ\text{C}$  до постоянной массы. Химическая реакция между хлоридом бария и карбонатом натрия протекала по уравнению:



Определение массовой доли  $Na_2CO_3$  в исследуемом образце вторичного нитрита натрия проводилось по формуле

$$W(Na_2CO_3) = \frac{m(BaCO_3) \cdot M(Na_2CO_3)}{M(BaCO_3) \cdot m_0} \cdot \frac{V_0}{V_a} \cdot 100 \%. \quad (9)$$

Пересчет массовой доли  $Na_2CO_3$  в долю  $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$  проводился по формуле

$$W(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O) = \frac{W(Na_2CO_3) \cdot M(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O)}{M(Na_2CO_3)}, \quad (10)$$

где  $M(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O)$  – молярная масса кристаллической соды, определенная по таблице Менделеева;

$M(Na_2CO_3)$  – молярная масса карбоната натрия, определенная по таблице Менделеева.

Результаты химического анализа исследуемого образца представлены в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав отработанного нитрита натрия

| Наименование компонентов   | Ед. изм. | Значение |
|--|----------|----------|
| Нитрит натрия ( $\text{NaNO}_2$ )  | %        | 24,9     |
| Карбонат натрия десятиводный ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) | %        | 69,6     |
| Сажа   | %        | 1        |
| Капиллярная влага  | %        | 4,5      |

**Заключение.** Вторичный продукт, образованный при производстве полиамидного волокна, преимущественно состоит из карбоната натрия ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) и нитрита натрия ( $\text{NaNO}_2$ ). Из обзора литературных источников известно, что нитрит натрия является ингибитором коррозии стали анодного действия и позволяет ускорять схватывание цементных составов, твердеющих на морозе [6]. Карбонат натрия относится к добавкам, ускоряющим схватывание и твердение бетонов и растворов [7]. Следовательно, можно предположить, что исследуемый продукт, содержащий в своём составе карбонат натрия и нитрит натрия, станет комплексной добавкой для цементных систем.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Экологические и ресурсосберегающие технологии промышленного производства: сборник статей международной науч.-техн. кон-

- фер., Витебск, 24–25 октября 2006 г. / УО «ВГТУ»; редкол.: П.А. Витязь [и др.]. – Витебск, 2006. – С. 183–185.
2. Технология производства химических волокон: учебник для техникумов. – 3-е изд., пераб. и доп. / А.Н. Рязунов, В.А. Груздев [и др.] – М.: Химия, 1980. – 448 с.
  3. Баженов, Ю.М. Технология бетона: учебник [Текст] / Ю.М. Баженов. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2007. – 528 с.
  4. Аналитическая химия. Химические методы анализа / Под ред. О.М. Петрухина. – М.: Химия, 1992. – 400 с.
  5. Бабко, А.К. Количественный анализ [Текст] / А.К. Бабко, И.В. Пятницкий. – М.: Высшая школа, 1968. – 508 с.
  6. Союз Производителей Бетона [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Противоморозные добавки для бетонов, полученные с использованием вторичного сырья. – Режим доступа: [http://www.concrete-union.ru/articles/additives\\_for\\_concrete](http://www.concrete-union.ru/articles/additives_for_concrete), свободный. – Загл. с экрана. – Дата доступа: 18.11.2011.
  7. ВесьБетон. Электронный журнал [Электронный ресурс] – Электрон. журн. – Ускорители схватывания и твердения в технологии бетонов. – Режим доступа: <http://www.allbeton.ru/article/143/18.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата доступа: 20.11.2011.

Материал поступил в редакцию 19.01.13

#### SAFONCHIK D.I. Chemical composition modifier cement systems obtained under PTC "Khimvolokno"

The question of the secondary products produced by chemical plants Grodno region. Found that the production of polyamide fibers for PTC "Khimvolokno", resulting in cleaning nozzles accumulated component containing used sodium nitrite, the properties of which has not yet been studied. In reaching its decision about recycling of this product, production processes studied polyamide and made the chemical analysis of the composition of the secondary sodium nitrite. Studies have shown that the secondary product is mainly composed of sodium carbonate and sodium nitrite. From the review of the literature it is known that sodium nitrite is an inhibitor of the corrosion of steel plate and can accelerate setting cement compositions, hardening in the cold. Sodium carbonate is to additives that accelerate setting and hardening of concrete and mortar. Hence, we can assume that the investigational product containing in the structure of sodium carbonate and sodium nitrite, will be integrated additive for cement systems.

УДК 691.53

Сафончик Д.И., Шейбак Н.А.

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

**Введение.** В настоящее время в практике бетоноведения активно применяют химические добавки, получаемые не из чистых веществ, а из побочных продуктов, образующихся при производстве основной продукции. Так, на ПТК «Химволокно» в результате очистки технологического оборудования образуется продукт, который условно назван вторичным нитритом натрия. Ранее был изучен химический состав вторичного продукта и установлено, что основные его компоненты – карбонат натрия ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) и нитрит натрия ( $\text{NaNO}_2$ ) [1]. Добавки аналогичного химического состава применяют 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].

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 виде таблицы 1.

Таблица 1. Сдержание водорастворимых веществ

| Наименование показателя            | Ед. изм.   | Значение |          |          |         |
|------------------------------------|------------|----------|----------|----------|---------|
|                                    |            | чашка №1 | чашка №2 | чашка №3 | среднее |
| Содержание водорастворимых веществ | % по массе | 91,5     | 92,5     | 95,3     | 93,1    |

Шейбак Никита Александрович, преподаватель кафедры строительного производства УО «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы».

Беларусь, ГрГУ, 230023, г. Гродно, ул. Э. Ожешки, 22.