

$$q^1 = K^1(t_{\text{бн}} - t_{\text{в}}). \quad (16)$$

Окончательно температура наружной поверхности опалубки:

$$t_{\text{св}}^{\text{ок}} = t_{\text{в}} + \frac{q^1}{\alpha_{\text{в}} + \alpha_{\text{св}}}. \quad (17)$$

Уточняем процент ошибки задаваемой $t_{\text{оп}}^1$ и расчетной температуры $t_{\text{оп}}^{\text{ок}}$ на наружной поверхности опалубки

$$\frac{t_{\text{св}}^{\text{ок}} - t_{\text{св}}^1}{t_{\text{св}}^1} \times 100\% \leq +5\%. \quad (18)$$

Определяем температуру бетона к концу заданного срока остывания:

$$t_{\text{с}}^{\text{к}} = (t_{\text{св}}^{\text{ок}} - t_{\text{в}}) e^{\frac{-kM_{\text{с}}}{C}} + t_{\text{в}}. \quad (19)$$

Проверяем продолжительность остывания бетона до $t_{\text{бн}}^{\text{доп}}$

$$\tau = \frac{C\gamma(t_{\text{с}}^{\text{к}} - t_{\text{в}})}{kM_{\text{с}}(t_{\text{св}}^{\text{ок}} - t_{\text{в}})}. \quad (20)$$

В данной формуле не учитывается тепло от экзотермии цемента, т.к. оно уже учтено при вычислении средней температуры твердения бетона, а также при расчете коэффициента теплопередачи опалубки [3].

По этим формулам можно посчитать время остывания бетонизируемой конструкции для конкретных климатических и других условий, а также построить диаграммы остывания для этих условий, подобрать необходимую теплоизоляцию опалубки.

Список литературы

1. Ержанов Р.Т. Проблемы выбора методов зимнего бетонирования // Вестник ПГУ. - 2009. - № 2. - С. 14-33.
2. ТР 80-98. Технические рекомендации по технологии бетонирования безобогревным способом монолитных конструкций с применением термоса и ускоренного термоса. - М.: Стройиздат, 1998.
3. Руководство по зимнему бетонированию с применением метода термос. - М., 1975.

Получено 05.08.10

УДК 666.91

Д.К. Галкина

ВКГТУ им. Д. Серикбасва, г. Усть-Каменогорск

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ АНГИДРИТОВОГО ВЯЖУЩЕГО ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ПЛАВИКОВОЙ КИСЛОТЫ

Оценка состояния и уровня экологической безопасности в нашей стране привела к необходимости создания «Концепции экологической безопасности Республики Казахстан на 2004-2015 годы», утвержденной Указом Президента Республики Казахстан № 1241 от 3 декабря 2003 года, которая предусматривает разработку отраслевых и региональных программ по совершенствованию управления промышленными отходами. В концепции констатируется отсутствие государственной системы управления отходами: их мониторинга, хранения, обезвреживания, переработки и утилизации. В связи с этим ставится во-

прос о разработке: системы управления отходами; модельной программы по переработке и вторичному использованию отходов; новых технологий, существенно снижающих техногенную экологическую нагрузку на добывающие и перерабатывающие регионы [1].

Данный вопрос актуален для Восточно-Казахстанской области, ввиду наличия развитой металлургической промышленности, характеризующейся накоплением многотоннажных отходов.

Целью данной работы является разработка способа получения ангидритового вяжущего из отходов производства плавиковой кислоты.

Предметом исследований был фторангидрит – многотоннажный отход производства плавиковой кислоты АО «Ульбинский металлургический завод» (АО «УМЗ»), г. Усть-Каменогорск.

Из литературных данных известны способы получения вяжущего из отходов производства плавиковой кислоты, которые имеют один общий недостаток - длительные сроки схватывания вяжущего (от 12 до 24 ч.), что затрудняет его использование для получения строительных изделий из-за низкой эффективности производства.

Так, по данным [2], способ утилизации гипса из отходов производства плавиковой кислоты заключается в том, что гипсовый отход предварительно распульповывают обработкой водой или сульфатсодержащим раствором и полученную пульпу нейтрализуют шлаком производства ферросплавов до значения pH 6,5-7 с последующим формованием массы.

В.Ф. Степанова, И.М. Арановский и др. с целью получения ангидритового вяжущего из отходов производства плавиковой кислоты предлагают осуществлять нейтрализацию отхода известьсодержащим компонентом репульпацией до остаточного содержания свободных кислот в пульпе от 4 до 7 %; выдерживать при температуре кипения пульпы в течение 3-6 ч, затем выделять вяжущее путем фильтрации и измельчения [3].

В настоящей работе была поставлена задача разработать способ получения ангидритового вяжущего из отходов производства плавиковой кислоты, пригодного для изготовления строительных материалов, характеризующегося сокращенными сроками схватывания, что позволит повысить эффективность производства материалов на его основе.

Первым этапом исследований стало изучение характеристик исходного сырья – фторангидрита АО «УМЗ». Был исследован химический и фазовый состав отхода.

Определение химического состава осуществлялось спектральным и химическим анализом. Химический состав фторангидрита представлен следующими оксидами, мас. %: CaO – 30,9; SO₃ – 44,2; Fe₂O₃ – 0,45; MgO – 0,04; TiO₂ – 0,02; Na₂O – 0,02; K₂O – 0,02; MnO – 0,02; P₂O₅ – 0,04.

Фазовый состав определялся рентгенографическим анализом по рентгенограммам, выполненным на рентгеновском дифрактометре X'Pert PRO.

Фазовый состав отхода следующий, мас. %: CaSO₄ – 88,5...98,2; H₂SO₄ – 10...15; CaF₂ – 1...1,5; HF – до 0,5. Ввиду присутствия некоторого количества кислот данный отход получил название «кислый» фторангидрит. Уровень pH составил 1,81.

Нейтрализация отхода производилась известьсодержащим компонентом сухим способом до достижения уровня pH ~ 9.

Во время реакции выделяется углекислый газ, и температура смеси повышается до 70-80 °С. Окончание реакции нейтрализации фиксируется снижением температуры смеси до комнатной. При этом необходимо обеспечить отвод углекислого газа и сушку смеси до влажности не более 1 %. Рентгенограмма нейтрализованного фторангидрита представлена на рис. 1.

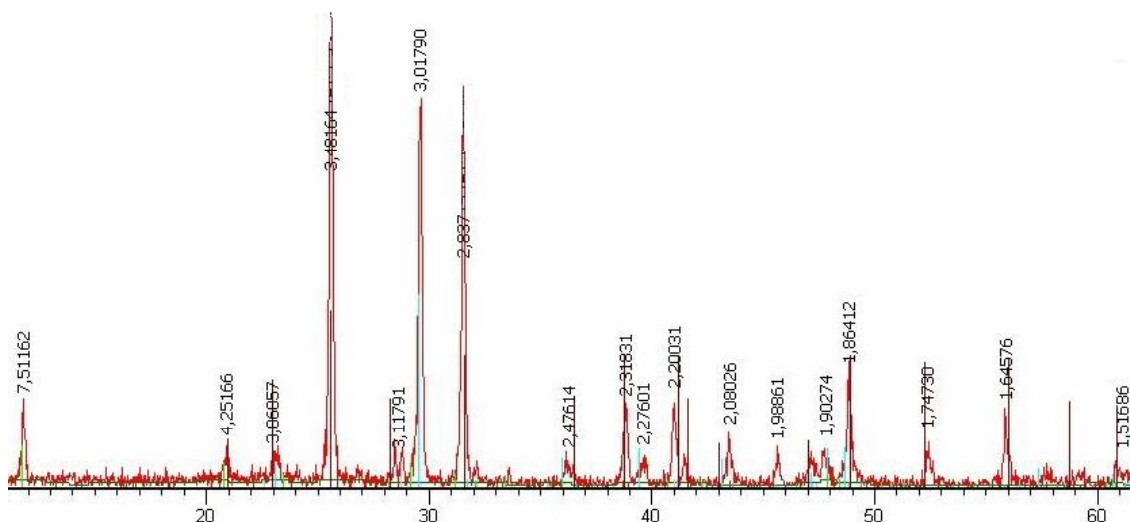


Рисунок 1 – Рентгенограмма нейтрализованного фторангидрита

Следует отметить, что операция сушки смеси до влажности 1 % является необходимым этапом подготовки к ее дальнейшему использованию.

Донейтрализация осуществлялась с помощью химической активации. С этой целью в качестве щелочного активатора твердения использовалась негашеная известь (CaO) (составы 1-3, табл. 1).

Таблица 1

Параметры ангидритового вяжущего после химической активации

Состав смесей	Составляющие ангидритового вяжущего		рН смеси	Сроки схватывания, ч-мин	
	нейтр. отход	CaO		начало	конец
1	98	2	9,2	2-30	4-30
2	90	10	10,1	0-27	3-45
3	80	20	12	0-16	1-03

Исследованиями установлено, что наибольшая химическая активация данного вида отхода происходит при увеличении рН смеси до 12 (состав 3, табл. 1). Графически влияние химической активации на сроки схватывания ангидритового вяжущего изображено на рис. 2.

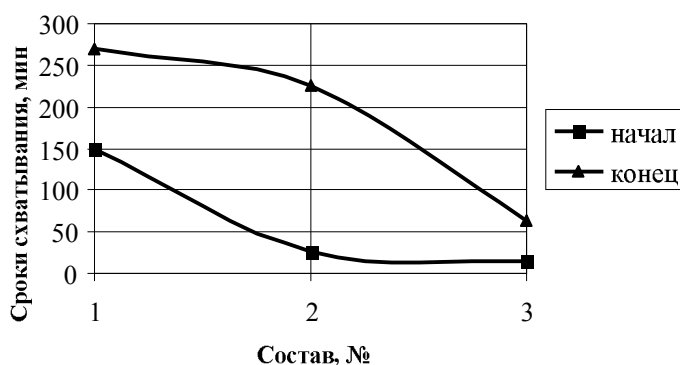


Рисунок 2 – Влияние химической активации на сроки схватывания ангидритового вяжущего

Дополнительно была проведена механическая активация путем измельчения отхода до удельной поверхности $600-900 \text{ м}^2/\text{кг}$ (составы 4-5, табл. 2).

Исследованиями установлено, что наибольшая механическая активация данного вида отхода происходит при измельчении до удельной поверхности $900 \text{ м}^2/\text{кг}$ (состав 5, табл. 2).

Таблица 2

Параметры ангидритового вяжущего после механической активации и введения добавки

Состав смесей	Составляющие ангидритового вяжущего			Удельная поверхность, $\text{м}^2/\text{кг}$	Сроки схватывания, ч-мин
	нейтр. отход	CaO	K_2SO_4		конец
3	80	20	-	450	1-03
4	80	20	-	600	0-53
5	80	20	-	900	0-48
6	97,5	2	0,5	-	0-38
7	89,1	9,9	1	-	0-35
8	78,8	19,7	1,5	-	0-30

Рентгенограмма нейтрализованного фторангидрита после механохимической активации представлена на рис. 3.

С целью сокращения сроков схватывания вводилась сульфатная добавка одновалентных металлов - сульфат калия или сульфат натрия (составы 6-8, табл. 2). Графически влияние механохимической активации на сроки схватывания ангидритового вяжущего изображено на рис. 4.

Исследованиями установлено, что при применении дополнительно сульфатной добавки (сульфата калия в количестве 1,5 %) (состав 8, табл. 2) получают быстросхватывающееся ангидритовое вяжущее из отходов производства плавиковой кислоты со сроками схватывания 30-50 минут, которое может быть использовано для производства строительных материалов и изделий, в частности, пазогребневых плит.

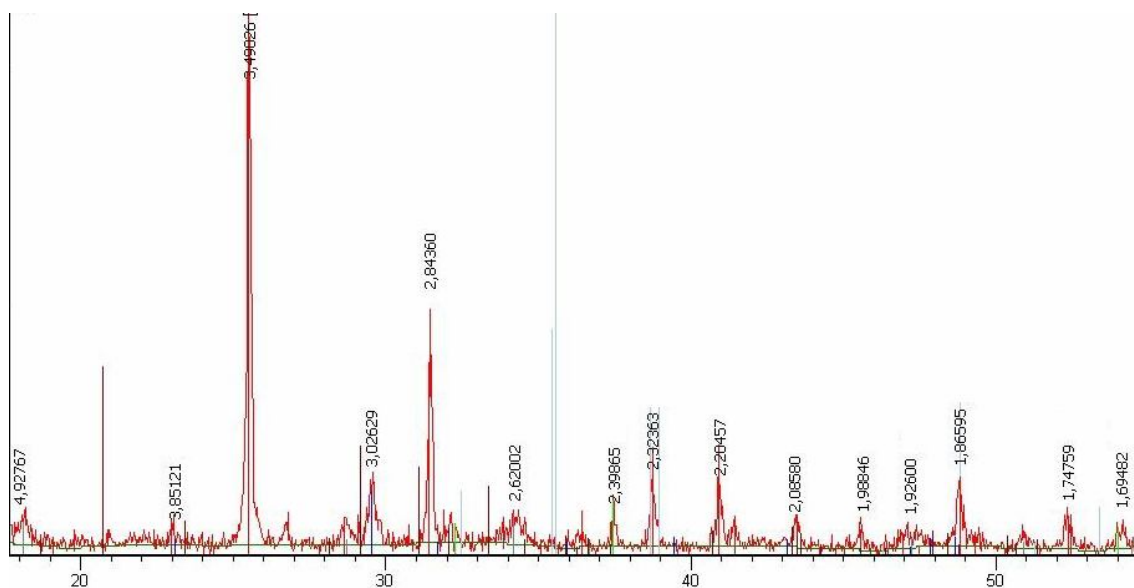


Рисунок 3 – Рентгенограмма нейтрализованного фторангидрита после механохимической активации

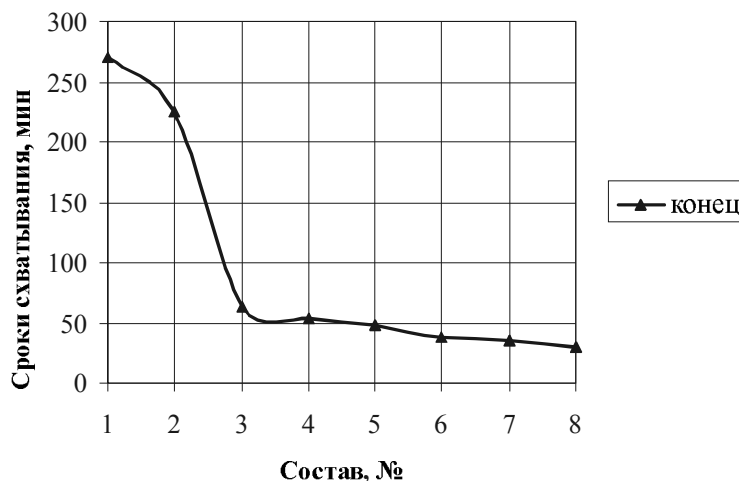


Рисунок 4 – Влияние механохимической активации на сроки схватывания ангидритового вяжущего

Структурный анализ гидратированного ангидритового вяжущего в возрасте 28 суток определялся на растровом электронном микроскопе JSM-6390-LV с системой энерго-дисперсионного микроанализа. Структура ангидритового вяжущего представлена на рис. 5.

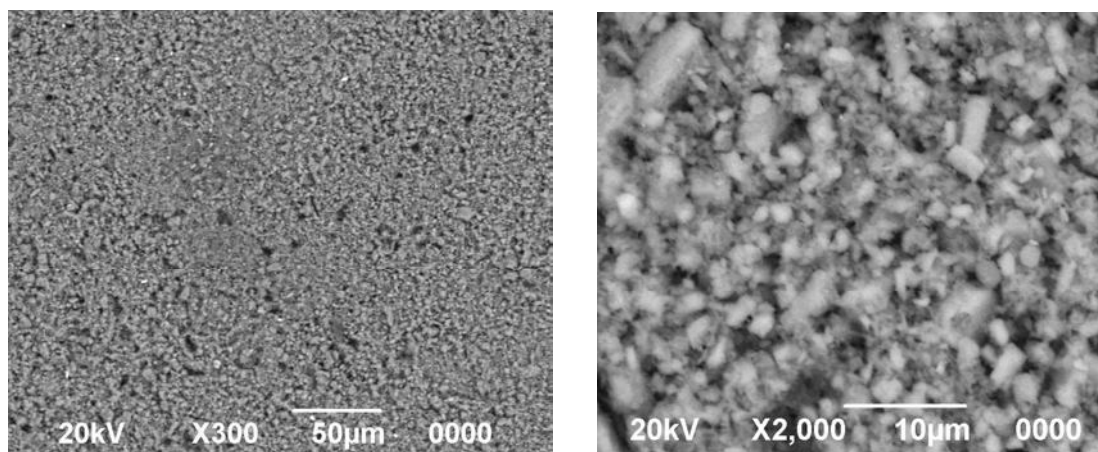


Рисунок 5 – Структура ангидритового вяжущего в возрасте 28 суток

Рентгенограмма гидратированного ангидритового вяжущего в возрасте 28 суток представлена на рис. 6.

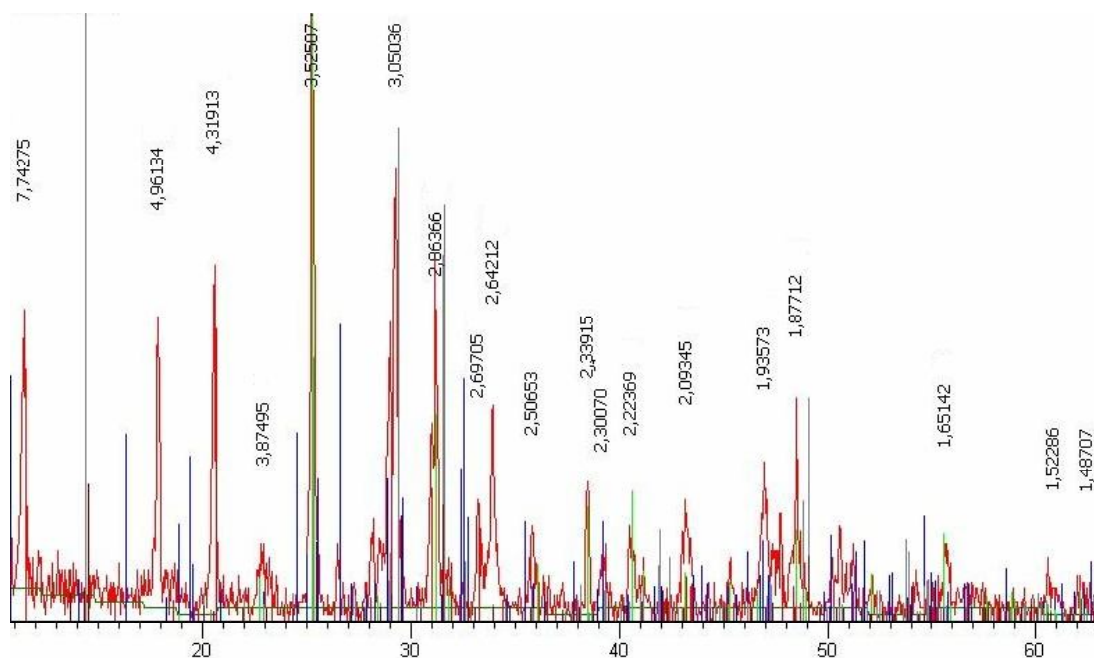


Рисунок 6 – Рентгенограмма ангидритового вяжущего, твердевшего 28 суток

В результате проведенных исследований разработан способ получения ангидритового вяжущего из отходов производства плавиковой кислоты, пригодного для изготовления строительных материалов и изделий.

На разработанный способ получен предпатент Республики Казахстан.

Список литературы

1. Айсаутова С. Снижение накопления отходов ГМК //Промышленность Казахстана. - 2005.

- № 10.
2. А.С. 615042 С 01 F 11/46. Способ утилизации гипса из отходов производства плавиковой кислоты / А.Ф. Кузнецов, Г.Ф. Пехов, М.Г. Косарев, В.А. Соболев, К.П. Ушаков. - Заявл. 21.04.75; Оpubл. 15.07.78, Бюл. № 26. - 4 с.
 3. А.С. 808427 С 04 В 11/06. Способ получения ангидритового вяжущего / В.Ф. Степанова, И.М. Арановский, М.Ф. Чебуков. - Заявл. 25.05.79; Оpubл. 28.02.81. - Бюл. № 8. - 6 с.
 4. Родин А.Н. Утилизация гипсосодержащих отходов Восточного Казахстана с целью получения вяжущего и строительных материалов на его основе: отчет о НИР № госрегистрации 0109РК01151 / А.Н. Родин, А.А. Хайруллина, Д.К. Галкина и др. / ВКГТУ. - 2009.

Получено 28.07.10

УДК 666.91

Д.К. Галкина, А.К. Куатбаев
ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОГЕННОГО АНГИДРИТА

Производство сухих строительных смесей (ССС) является одним из приоритетных, молодых и динамично развивающихся отраслей строительной индустрии.

Целесообразность использования сухих модифицированных смесей как материала полной заводской готовности подтверждена зарубежной и отечественной практикой строительства. Рынок сухих смесей строительного назначения постоянно развивается, представляя вниманию потребителей все новые виды продукции. Но потенциал его раскрыт не полностью, особенно это касается сухих штукатурных и напольных смесей на основе вяжущих из природного и техногенного ангидрита.

Вяжущие на основе ангидрита находят применение в строительной практике, особенно зарубежной, благодаря безобжиговой технологии приготовления и низкой себестоимости вяжущего. По своим техническим свойствам ангидритовые вяжущие занимают промежуточное положение между такими вяжущими, как портландцемент и строительный гипс. При использовании этого вяжущего в составах сухих смесей возможно получение растворов со свойствами, компенсирующими ряд недостатков аналогичных составов сухих смесей на цементе, гипсе и извести [1].

Анализ литературных источников свидетельствует о том, что отрасль сухих смесей как самостоятельная до недавнего времени в Казахстане отсутствовала. Работы проводились в смежных областях, таких, как разработка наполненных вяжущих, их механическая активация, исследование гранулометрического состава заполнителей и наполнителей, способов приготовления смесей и их составов. Наблюдается некоторое отставание в номенклатуре производимых продуктов строительной химии и т.д.

Большой вклад в развитие исследований по расширению сырьевой базы для производства сухих строительных смесей, по оптимизации и модифицированию составов сухих смесей, по снижению себестоимости продукции внесли такие российские ученые: Ю.М. Баженов, Ю.В. Гонтарь, В.И. Калашников, А.С. Коломацкий, П.Г. Комохов, В.И. Корнеев, В.Ф. Коровяков и др., а также казахстанские ученые – К.А. Акмалаев, К.К. Куатбаев, О.А. Мирюк, М.С. Садуакасов, В.И. Соловьев, К.С. Шинтемиров и др. Зарубежные исследования под руководством Х.-Б. Фишера, М. Мюллера посвящены изучению ангидритовых вяжущих, полученных различными способами. Одним из основных на-