

Алфимова Н. И., канд. техн. наук, доц.,
Вишневская Я. Ю., аспирант,
Трунов П. В., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ВЛИЯНИЕ СЫРЬЯ ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ И РЕЖИМОВ ТВЕРДЕНИЯ НА АКТИВНОСТЬ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ

alfimovan@mail.ru

В статье рассмотрена возможность повышения эффективности производства изделий на основе композиционных вяжущих, изготовленных с использованием сырья вулканического происхождения, за счет оптимизации режимов тепловлажностной обработки.

Ключевые слова: композиционные вяжущие, техногенное сырье, сырье вулканического происхождения, тепловлажностная обработка.

В настоящее время наиболее распространенным способом ускорения твердения бетона, позволяющим получать в короткий срок изделия с отпускной прочностью, при которой их можно транспортировать на строительную площадку и монтировать в зданиях и сооружениях, является тепловая обработка. В заводских условиях она осуществляется путем пропаривания изделий в камерах и автоклавах, обогрева в формующих агрегатах или на стендах. При изготовлении монолитных конструкций – путем электропрогрева, пропаривания и обогрева теплым воздухом.

Гидротермальная обработка является завершающей технологической операцией, ее цель – ускорение твердения бетона и получение необходимых свойств. Среди многочисленных факторов, определяющих основные свойства композита, большое значение имеют физико-химические и структурообразующие процессы. Изменение пористой структуры дисперсных тел, форм и видов связи поглощенной ими влаги находится в непосредственной зависимости от кинетики и динамики тепломассообменных процессов, протекающих при тепловой обработке коллоидных капиллярно-пористых тел. В процессе термообработки влажных материалов изменяются их технологические свойства. Во всех случаях оптимальный режим термообработки должен определяться свойствами сырьевых материалов, особенностями их поведения, а так же закономерностями процессов структурообразования изделий на их основе в условиях повышенной влажности и температуры.

Основным недостатком гидротермальных условий твердения является снижение прочности конечного изделия, обусловленного возникновением внутренних напряжений, вследствие неравномерности протекания усадочных деформаций по объему прогреваемого бетона, расширение паровоздушной фазы, перераспределение

влаги (разрыхляющих структуру материала), различие коэффициентов линейного температурного расширения компонентов бетона (в т. ч. мономинералов цементного клинкера и гидратных новообразований) и др., хотя они, бесспорно, имеют большое значение [1]. Дело в том, что для обеспечения необходимых прочностных свойств системы должно быть строгое соответствие «скоростей образования новой фазы и образования структуры твердения» (прочностных конденсационных контактов цементных зерен). При отсутствии такого соответствия «структура твердения будет иметь пониженную прочность или вообще не образуется».

Многочисленными исследованиями установлено, что тепловлажностная обработка по-разному влияет на интенсивность твердения и конечную прочность различных цементов. Так, например, было выявлено, что пропаривание является эффективным способом ускорения твердения для шлакопортландцементов и пуццолановых портландцементов и не может быть рекомендовано для глиноземистых цементов.

В последнее время все большее распространение получают композиционные вяжущие (ВНВ и ТМЦ), поскольку благодаря их использованию возможно сократить расход портландцемента, и тем самым снизить пагубное влияние на окружающую среду заводов при производстве клинкера [2].

В настоящее время уже есть достаточно большое количество разработанных и апробированных в заводских условиях оригинальных в экономическом и экологическом аспектах КВ, где в качестве минерального компонента применяется широкий спектр как природного так и техногенного сырья [3].

Нами были проведены исследования влияния различных режимов твердения на активность ВНВ, изготовленного с использованием

песка и двух видов пеплов вулканического происхождения.

Сырье, использованное нами в качестве компонента композиционного вяжущего, представляет собой сформировавшиеся в результате вулканической деятельности пирокластическое вещество различной дисперсности (рис. 1) и степени закристаллизованности. Пепел кристаллический (№ 2), является крупной фракцией пирокластических выбросов, которая осаждаась в непосредственной близости от вулканического очага, характеризовалась медленной скоростью охлаждения. Вследствие чего, образовавшиеся пирокластические накопления современного проявления вулканической деятельности представляют собой полнокристаллический материал (рис. 2, в). При этом, пепел аэродисперсный (№1) – это мелкая фракция эффузивного пирокластического материала, являясь относительно седиментационно-устойчивой аэродисперсной системой, частично аморфизовывалась (рис. 2, а), из-за быстрого охлаждения в верхних слоях атмосферы, осаждалась на значительном удалении от очага извержения.

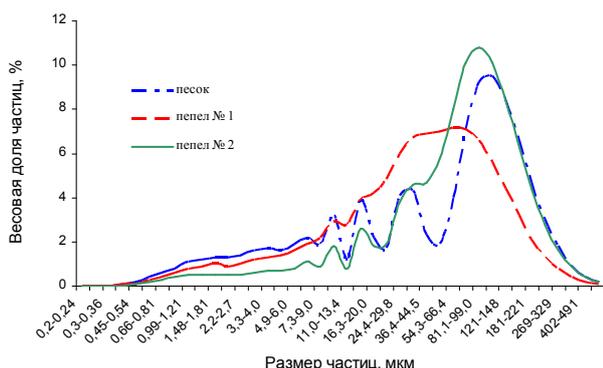


Рисунок 1. Распределение частиц пирокластических пород по размерам

Пирокластический песок представляет собой частично литифицированные (рис. 2, б) песчаные накопления аэродисперсного пепла четвертичного возраста (песок литокластический). Данное вещество сформировано в результате более древних эффузивных процессов.

Исходя из генетических особенностей был дан прогноз по эффективности использования данных пород при производстве строительных материалов на основе цемента. Наиболее эффективным был признан пепел №1. Наименее эффективным – пепел № 2, песок занимает промежуточную позицию.

Данный прогноз подтверждается результатами по определению коэффициента качества исследуемых пород как компонента композиционного вяжущего (табл. 1).

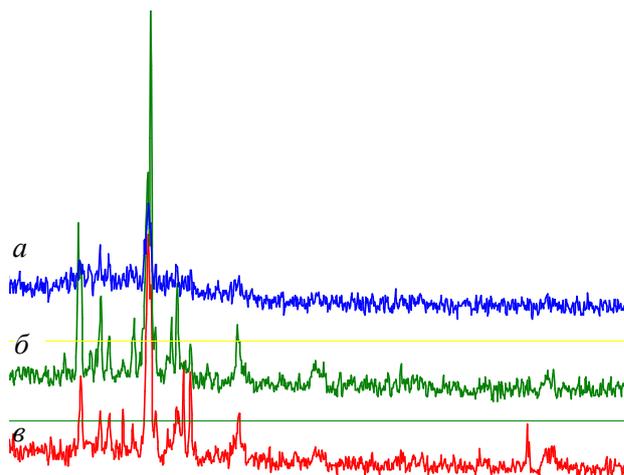


Рисунок 2. Рентгенофазовый анализ пород вулканического происхождения:
а – пепел № 1; б – песок; в – пепел № 2

Таблица 1

Показатели качества исследуемых пород как компонента композиционного вяжущего

№ п.п.	Наименование минерального компонента ТМЦ-50	K _к
1	Пепел № 1	1,29
2	Песок вулканического происхождения	1,25
3	Пепел № 2	1,15
4	Вольский песок	1

В качестве объектов исследования выступали композиционных вяжущих, имеющие наилучшие показатели активности: с содержанием минерального компонента 30 % от массы КВ и суперпластификатора Melflux 1641 F – 0,25 % от массы вяжущего (табл. 2).

Таблица 2

Показатели активности ВНВ-70

№ п.п.	Наименование минерального компонента ВНВ-70	R, МПа
1	Пепел № 1	63
2	Песок вулканического происхождения	59
3	Пепел № 2	57

Режим, по которому разработанные вяжущие проходили гидротермальную обработку был выбран в соответствии с наиболее распространенным на заводах по производству железобетонных изделий 2+3+6+2 при температуре изотермической выдержки 65 °С и 85 °С. Так же нами были исследованы образцы, прошедшие гидротермальную обработку при повышенном давлении 10 атм. В качестве контрольных выступали показатели активности вяжущих, твердеющих в нормальных условиях, ЦЕМ I 42,5 Н и ВНВ-70 с использованием природного песка.

Анализ полученных результатов (рис. 2) показал, что для ВНВ-70, изготовленного с использованием пепла №1 наиболее приемлемым режимом твердения является ТВО при температуре изотермической выдержки 65 °С. Для КВ с использованием пепла №2 – ТВО при температуре изотермической выдержки 85 °С. В то время как композиционное вяжущее с использованием вулканического пепла №2 и природного песка, является наилучшим с позиции автоклавной обработки. Это обусловлено тем, что в пепле №2 и природном песке больше кристаллической составляющей, в гидротермальных услови-

ях при повышенном давлении происходит увеличение ее растворимости, что в свою очередь приводит к более интенсивному взаимодействию с портландитом (рис. 3, б, в), выделяющимся в процессе гидратации клинкерных минералов и как следствие повышению активности. И в тоже время, частичная аморфизация вулканического песка и пепла №1 обеспечивает наилучшее структурообразование при более мягких режимах гидротермальной обработки, а увеличение аморфной составляющей в последнем способствует снижению температуры изотермической выдержки.

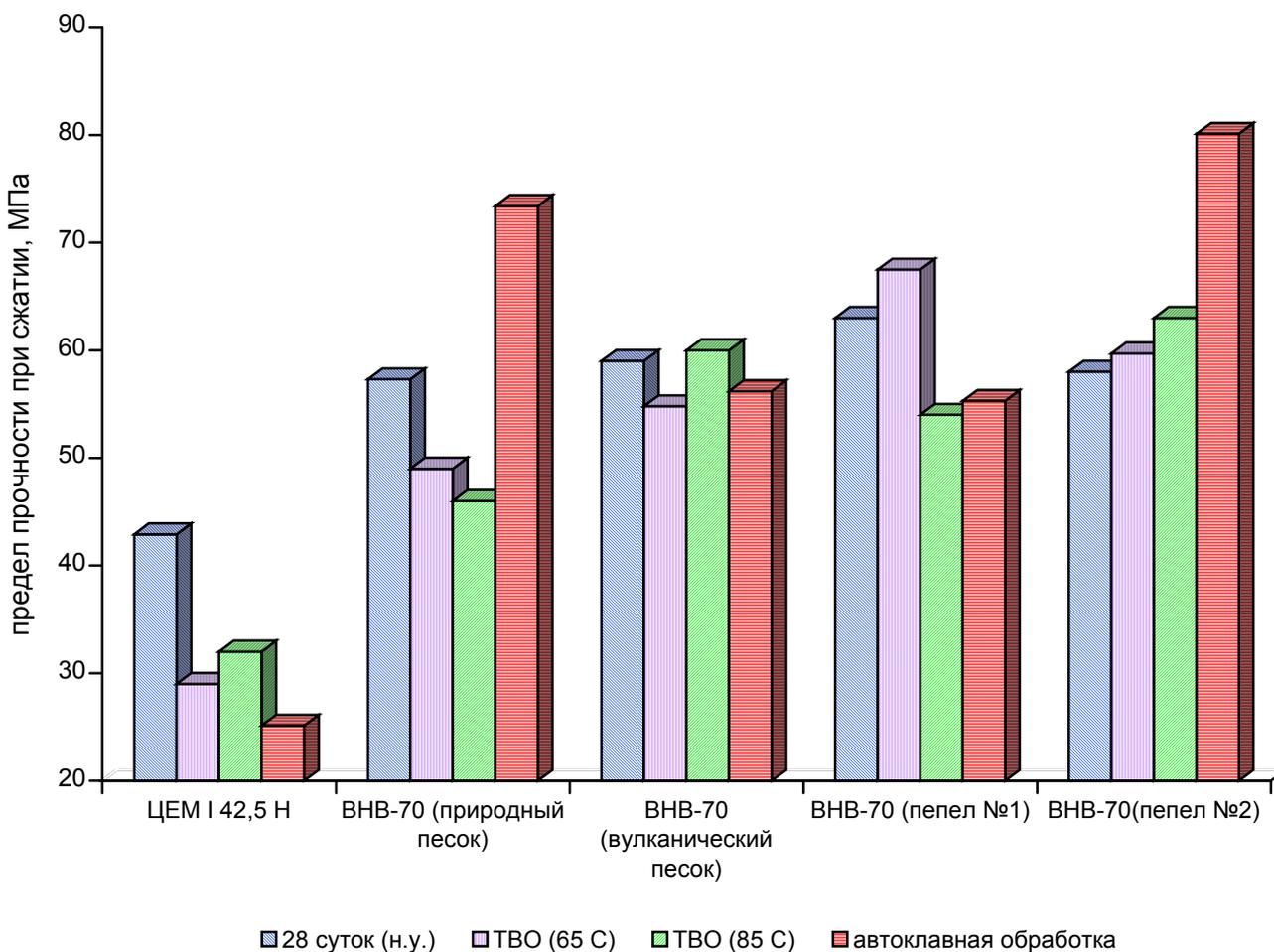


Рисунок 2. Предел прочность при сжатии в зависимости от условий твердения и вида минерального наполнителя композиционного вяжущего

Стоит так же отметить, что согласно данным термического анализа наибольшее связывание портландита для всех вяжущих происходит в гидротермальных условиях при повышенном давлении, о чем свидетельствует уменьшение площади эндотермического пика на деривотограммах в интервале температур 470–510 °С (рис. 3). Однако для КВ, изготовленных с использованием пепла №1 и вулканического песка, как уже отмечалось ранее, данный режим не

является оптимальным, что объясняется перекристаллизацией новообразований и как следствие снижением активности композиционных вяжущих.

Таким образом, была показана эффективность использования композиционных вяжущих, изготовленных с использованием сырья вулканического происхождения, имеющего различную генетическую историю, а так же подобраны оптимальные режимы их твердения.

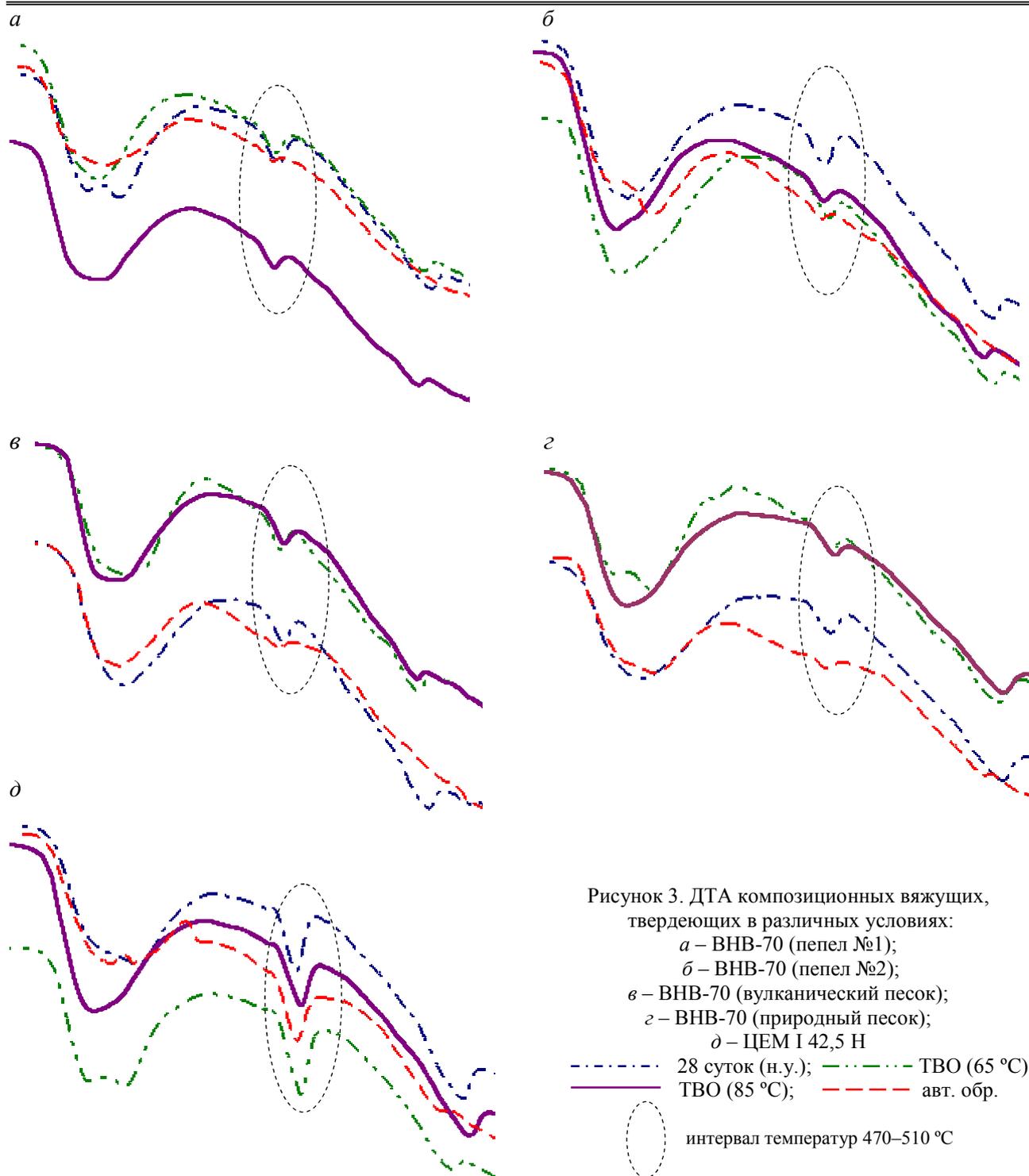


Рисунок 3. ДТА композиционных вяжущих, твердеющих в различных условиях:

a – ВНВ-70 (пепел №1);

б – ВНВ-70 (пепел №2);

в – ВНВ-70 (вулканический песок);

г – ВНВ-70 (природный песок);

д – ЦЕМ I 42,5 Н

--- 28 суток (н.у.); --- ТВО (65 °С)

— ТВО (85 °С); --- авт. обр.

○ интервал температур 470–510 °С

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пшеничный, Г.Н. Стадийность твердения цементных систем и ее практический аспект / Г.Н. Пшеничный. – Краснодар: Изд. КубГТУ, 2009. – 353 с.

2. Вишневская, Я.Ю. Влияние температуры изотермической выдержки на свойства композиционных вяжущих / Я.Ю. Вишневская, Н.И. Алфимова, М.А. Попов // Наука и молодежь в начале нового столетия: сб. мат. конф. III Меж-

дунар. научн.-практич. конф. студент., аспирант. и молодых учен., Губкин 8–9 апр. 2010 г. / Губкинский филиал Белгород. гос. технолог. ун-та. – Губкин: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2010. – С.40–42.

3. К проблеме повышения эффективности композиционных вяжущих / Н.И. Алфимова [и др.] // ИТЖ «Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова». №1. – Белгород: изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. – С. 30–33.