

УДК 691.5

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.54099

СТЕКЛОСОДЕРЖАЩИЕ ШЛАКОПОРТЛАНДЦЕМЕНТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

© О. П. Бондаренко, С. Г. Гузий, Е. Д. Захарченко

Исследовано влияние стеклопорошка на кинетику набора прочности материалов на основе шлакопортландцементная. В результате оптимизации получена область существования составов вяжущего вещества, ограниченная по оси X_1 от 25 до 55 %, по оси X_2 от 5 до 7,5 % и по оси X_3 значениями В/Ц от 0,243 до 0,33, позволяющая получать искусственный камень, характеризующийся прочностью при сжатии 30-106 МПа в промежутке 2–90 суток твердения, характеризующийся показателями пористости: 27,1 % общей; 21,42 открытой и 5 % закрытой

Ключевые слова: *стеклопорошок, гранулированный доменный шлак, шлакопортландцемент, прочность при сжатии, пористость, математическое моделирование*

The effect of glass powder on the kinetics of curing materials based on Portland slag cement is investigated. As a result of optimizing the domain of existence it is obtained binder composition, limited by the axis X_1 from 25 to 55 % of the axis X_2 from 5 to 7.5 % and the X_3 axis values of W/C from 0.243 to 0.33, allowing to obtain an artificial stone, characterized by a compressive strength of 30-106 MPa in the range 2-90 days of hardening, characterized by porosity: total – 27.1 %; open – 21.42 % and closed – 5 %

Keywords: *glass powder, granulated blast furnace slag, Portland slag cement, compressive strength, porosity, mathematical modeling*

1. Введение

На сегодня актуальной проблеме утилизации минеральных отходов уделяется огромное внимание [1]. Во многих странах мира наиболее распространённым методом утилизации минеральных отходов является их захоронение. Однако с экономической и экологической точки зрения такой подход не является целесообразным вследствие наносимых ущербов окружающей среде. Наиболее эффективно утилизировать минеральные отходы в производстве строительных материалов. К востребованным отходам, помимо гранулированного доменного шлака [2–8], которые возможно применять в качестве активной минеральной добавки при производстве вяжущих веществ, относится стеклобой оконного и тарного стекла [9, 10].

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Известны работы [11, 12], в которых авторы использовали стеклобой при создании шлакоцементного вяжущего вещества безавтоклавного твердения, доля стеклобоя в материалах такого типа составила величину 6,5–45 %. В работе [13, 14] показано возможность получения теплоизоляционно – конструкционных материалов, в том числе пеностекла с использованием боя искусственного стекла и волластонитсодержащего шлака.

Исследованиями [15] установлено, что не склонен к расширению бетон, содержащий в своем составе 25–79 % стекла, 8–35 % цемента и до 22 % ингибитора щелочно-силикатной реакции, представляющего собой метакаолин, золу-унос, доменный шлак либо микрокремнезем. В работе [16] для подавления щелочно-силикатной реакции в состав смеси для приготовления бетона на стекольном заполнителе дополнительно вводится цеолит – неорганический ионообменник в количестве 3–5 % от массы цемента.

Но в выше перечисленных работах использование боя искусственного стекла позволяет получать недостаточно прочный строительный материал. Поэтому для цементного камня необходимы новые исследования с усовершенствованными составами. Также не были изучены и испытаны эксплуатационные свойства предложенных композиционных материалов, что характеризует в полной мере возможность их применения в специальных отраслях строительной индустрии.

3. Цель и задачи исследования

Целью данной работы совпадает с задачей исследований и направлена на исследования влияния стеклопорошка от боя тарного стекла на физико-механические свойства материалов на основе шлакопортландцемента при содержании ГДШ в количестве от 20 до 60 % в составе цемента.

4. Материалы и методы исследований

Для получения вяжущего вещества с переменным содержанием гранулированного доменного шлака (ГДШ) и стеклопорошка (СП) в качестве сырьевых компонентов использовали: портландцемент ПЦ I-500-Н ПАО производства «Волынь-Цемент» (ГОСТ В.2.7-46:2010), ГДШ производства ПАО «Днепропетровский металлургический комбинат им. Ф.Э. Дзержинского» (ТУ У В.2.7.-27.1-05393043-113:2010), бой тарного стекла.

Вяжущие вещества получали путем совместного помола ПЦ I-500-Н, ГДШ и боя тарного стекла по открытому циклу до удельной поверхности 3550 см²/г (по Блэйну). Химический состав исходных компонентов приведены в табл. 1. По данным рентгенофазового анализа ГДШ содержит незначительное количество β-кварца (d=0,430; 0,334; 0,213 нм) и меллита Ca₂(Al, Mg, Si) Si₂O₇ (d=0,285; 0,252; 0,193; 0,175 нм), СП представлен аморфной фазой с включением β-кварца (d=0,334; 0,213 нм).

Таблица 1

Химический состав исходных компонентов

Компонент	Содержание оксидов, масс. %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	п.п.п.
ПК	21,96	4,94	3,92	–	0,88	64,13	0,41	0,33	1,03	0,27
ГДШ	38,32	6,38	0,36	0,42	5,02	46,25	0,42	0,45	1,37	–
СП	72,61	2,43	2,98	–	0,59	8,64	9,36	6,64	0,2	–

Для изготовления бетонных смесей в соотношении вяжущее вещество (1): наполнитель (3) в качестве мелкого заполнителя использовали Днепровский речной песок с модулем крупности $M_{кр}=1,47$, средней плотностью – 1420 кг/м³, пустотностью – 42 %, истинной плотностью – 2,63 г/см³, содержанием пылевидных и глинистых примесей – 1,6 %. Полный остаток на сите № 063 – 4,5 % по массе.

Твердение стандартных образцов осуществлялось в камере при нормальных условиях в течение 2, 7, 28 и 90 суток.

Физико-механические испытания материалов на основе стеклосодержащего шлакопортландцемента проводили согласно требованиям ДСТУ Б В.2.7-

185: 2009, ДСТУ Б В.2.7-187: 2009, ДСТУ Б В.2.7-188: 2009. Характеристики поровой структуры определяли на образцах после 28 суток твердения по ДСТУ Б В.2.7-170:2008.

Для реализации поставленной цели дальнейшие исследования были реализованы с помощью трехфакторного симплекс-центрального метода планирования эксперимента в математической среде Statistica 10.0.

В качестве факторов варьирования были избраны: количество гранулированного доменного шлака (ГДШ), %, (фактор X_1), количество стеклопорошка (СП), %, (фактор X_2) и В/Ц (фактор X_3), изменение которых представлено в табл. 2.

Таблица 2

Факторы варьирования

Факторы, вид		Уровни варьирования		Интервал варьирования
натуральный	кодированный	нижний 0	верхний 1	
ГДШ, %	X_1	20	60	40
СП, %	X_2	5	15	10
В/Ц	X_3	0,24	0,36	0,12

В качестве выходных параметров выбрано изменение прочности при сжатии в зависимости от времени твердения и характеристики пористости: общей, открытой и закрытой. Матрица эксперимента и его математическая реализация приведена в табл. 3.

В результате моделирования получены уравнения регрессии и построены тернарные поверхности изменений выходных параметров в зависимости от изменений варьировемых факторов (рис. 1, рис. 2).

Уравнения регрессии:

$$R_{сж}^{2}, \text{ МПа} = 10X_1 + 20X_2 + 24X_3 + 30X_1X_2 + 52X_1X_3 - 13X_2X_3 + 119,7X_1X_2X_3;$$

$$R_{сж}^{7}, \text{ МПа} = 19X_1 + 36X_2 + 37,5X_3 + 32X_1X_2 + 99X_1X_3 - 12X_2X_3 + 376,5X_1X_2X_3;$$

$$R_{сж}^{28}, \text{ МПа} = 34X_1 + 31,5X_2 + 37,5X_3 + 50,2X_1X_2 + 97X_1X_3 + 62X_2X_3 - 733,8X_1X_2X_3;$$

$$R_{сж}^{90}, \text{ МПа} = 30X_1 + 50X_2 + 36,5X_3 + 50X_1X_2 + 291X_1X_3 + 7X_2X_3 - 410,4X_1X_2X_3;$$

$$П_i, \% = 21,88X_1 + 16,67X_2 + 21,88X_3 - 32,1X_1X_2 + 20,8X_1X_3 + 10,42X_2X_3 - 91,14X_1X_2X_3;$$

$$П_o, \% = 13,33X_1 + 12,5X_2 + 13,33X_3 - 28,14X_1X_2 + 32,36X_1X_3 - 1,66X_2X_3 - 191,37X_1X_2X_3;$$

$$П_z, \% = 8,55X_1 + 4,17X_2 + 8,55X_3 - 3,96X_1X_2 - 11,56X_1X_3 + 12,08X_2X_3 + 99,96X_1X_2X_3.$$

5. Анализ полученных результатов исследований

Анализ полученных уравнений регрессии показал, что они адекватны (по критерию Фишера),

факторы X_1 , X_2 и X_3 значимые и устанавливают взаимосвязь между переменными варьировемыми факторами $X_1...X_3$.

На увеличение прочности после 2 и 7 суток твердения (рис. 1, а, б) влияет одновременное увеличение количества ГДШ от 20 до 56 % (фактор X_1), СП от 5 до 12,5 % (фактор X_2) и В/Ц от 0,243 до 0,28 (фактор X_3). Максимальной прочностью при сжатии – 30,1 и 58 МПа характеризуется искусственный камень, содержащий ГДШ и СП в количестве 33,3 и 8,33 % при В/Ц=0,28.

После 28 суток твердения образцов исследуемого материала отмечено радикальное изменение изолиний прочности на тернарных поверхностях отклика (рис. 1, в). Область максимальных значений ограничивается по X_1 количеством ГДШ от 25 до 55 %, по оси X_2 количеством СП до 6 % и по оси X_3 В/Ц от 0,243 до 0,33.

Таблица 3

Матрица эксперимента и ее математическая реализация

Точки плана	Матрица плана в кодированных величинах			Матрица плана в натуральных величинах			Выходные параметры						
	X ₁	X ₂	X ₃	ГДШ, %	СП, %	В/Ц	R ² _{сж} , МПа	R ⁷ _{сж} , МПа	R ²⁸ _{сж} , МПа	R ⁹⁰ _{сж} , МПа	Π _i , %	Π _o , %	Π _з , %
1	0,00	1,00	0,00	20,0	15,0	0,24	20,0	36,0	31,5	50,0	16,67	12,5	4,17
2	0,33	0,33	0,33	33,3	8,33	0,28	30,1	58,0	30,4	62,3	16,67	6,25	10,41
3	1,00	0,00	0,00	60,0	5,00	0,24	10,0	19,0	34,0	30,0	21,88	13,33	8,55
4	0,50	0,50	0,00	40,0	10,0	0,24	22,5	35,5	45,3	52,5	11,25	5,88	5,37
5	0,00	0,00	1,00	20,0	5,00	0,36	24,0	37,5	37,5	36,5	21,88	13,33	8,55
6	0,50	0,00	0,50	40,0	5,00	0,30	30,0	53,0	60,0	106	27,08	21,42	5,66
7	0,00	0,50	0,50	20,0	10,0	0,30	18,8	33,8	50,0	45,0	21,88	12,5	9,38

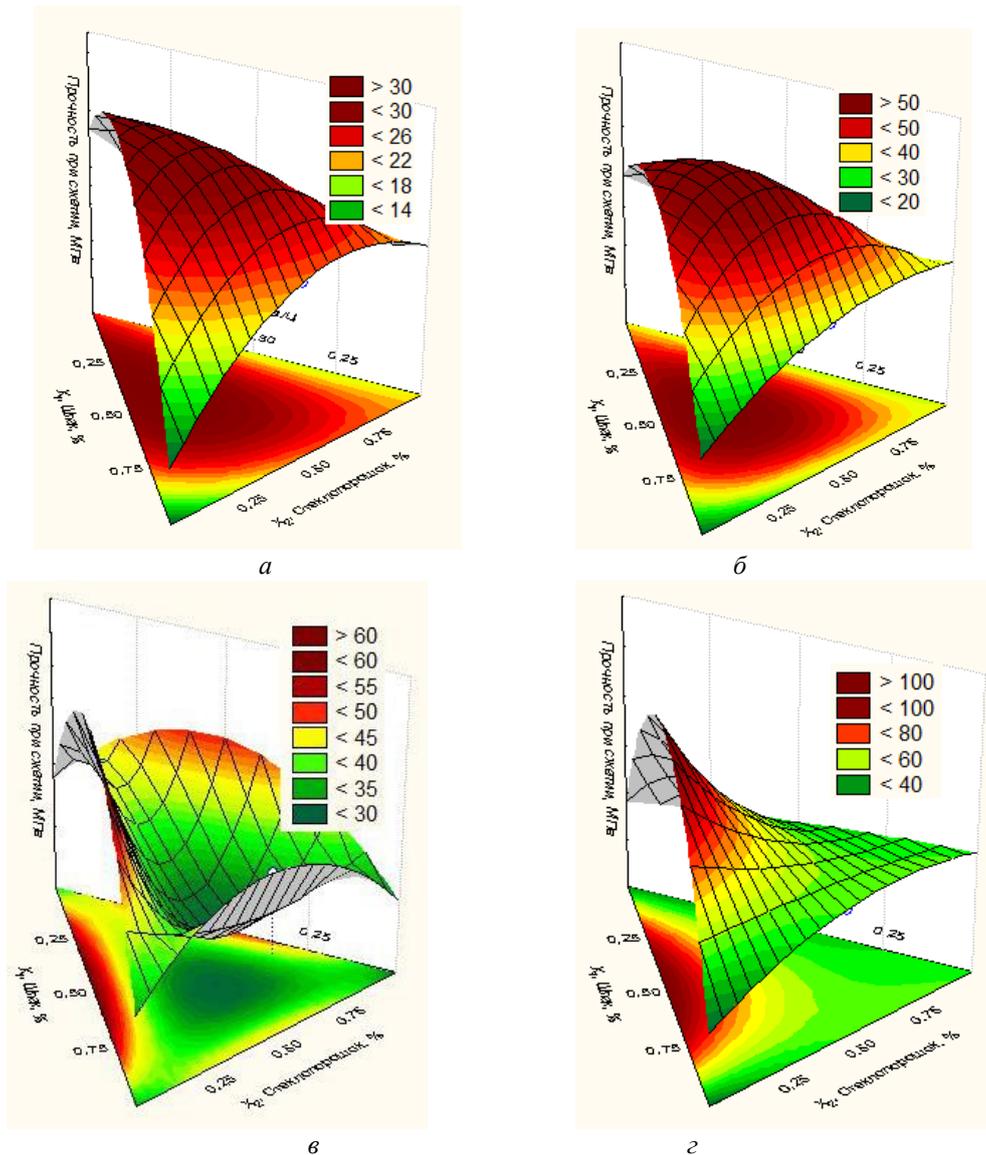


Рис. 1. Тернарные поверхности изменения прочности при сжатии (МПа) материала на основе стеклосодержащего шлакопортландцемента после твердения в нормальных условиях, суток: а – 2; б – 7; в – 28; г – 90

На резкое повышение прочности – до 60 МПа, по-нашему мнению, влияет связывание шлаковой составляющей с портландитом [8, 16] и образованием группы высокоосновных гидросиликатов кальция при соотношении C/S>1,5, а также низкоосновных гидросиликатов типа CSH (I) и пектолита NaCa₂Si₃O₈OH.

По данным оптимизации, максимальной прочностью – 60 МПа (рис. 1, в) характеризуется искусственный камень, содержащий ГДШ в количестве 40 %, СП в количестве 5 % при В/Ц=0,3.

После 90 суток твердения (рис. 1, г) прочность искусственного камня повышается. На ее возраста-

ние существенное влияние оказывает содержание СП в составе вяжущего вещества от 5 до 7,5 % (фактор X_2). По данным оптимизации, максимальной прочностью – 106 МПа (рис. 1, *з*) характеризуется искусственный камень, содержащий ГДШ в количестве 40 %, СП в количестве 5 % при В/Ц=0,3. Высокие значения прочности при сжатии возможно объяснить за счет взаимодействия стеклопорошковой составляющей вяжущего вещества с гидросиликатами кальция в сторону образования цеолитоподобных натриевокальциевых гидроалюмосиликатов типа гмеленита (Na_2, Ca) $\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 4\text{SiO}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ и томсонита $\text{NaCaAl}_2\text{Si}_5\text{O}_{20}\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ [17].

Влияние варьируемых факторов на характеристики пористости исследуемых материалов на основе стеклосодержащего шлакопортландцемента приведены на рис. 2.

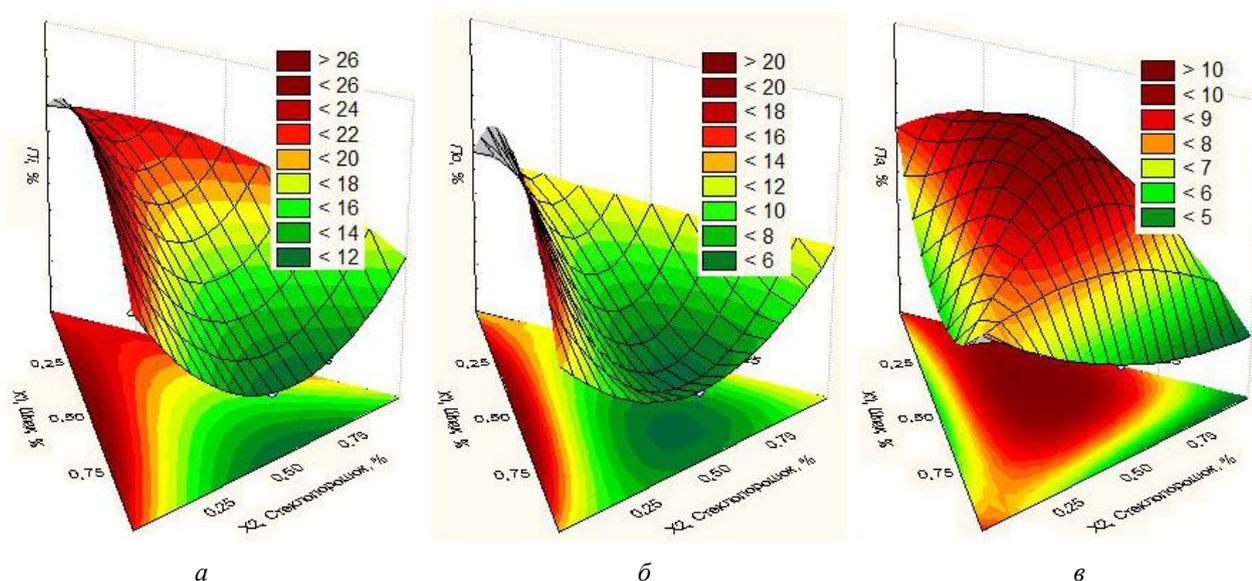


Рис. 2. Тернарные поверхности изменения характеристик пористости (%) материала на основе стеклосодержащего шлакопортландцемента после 28 суток твердения в нормальных условиях: а – общая; б – открытая; в – закрытая

Максимальное значение этого показателя – 21,42 % характерно для материала, содержащего ГДШ в количестве 40 %, СП в количестве 5 % при В/Ц=0,3; минимальное значение – 5,88 % характерно для материала, содержащего ГДШ в количестве 40 %, СП в количестве 10 % при В/Ц=0,24 (табл. 3).

Что касается значений показателей закрытой пористости, согласно результатам оптимизации, ее минимальные значения – 4,17–5,37 % находятся в области, ограниченной по оси X_1 содержанием ГДШ в количестве от 25 до 55 %, по оси X_2 количеством СП до 6 % и по оси X_3 В/Ц от 0,243 до 0,33.

6. Выводы

Исследованиями, приведенными в данной работе, доказана возможность использования порошка стеклобоя тарного стекла в качестве активной минеральной добавки, влияющей на кинетику нарастания прочности при сжатии, на процессы структурообразования и характеристики поровой структуры материала. В результате оптимизации получена область существования составов вяжущего вещества, ограни-

ченная по оси X_1 от 25 до 55 %, по оси X_2 от 5 до 7,5 % и по оси X_3 значениями В/Ц от 0,243 до 0,33, позволяющая получать искусственный камень, характеризующийся прочностью при сжатии 30–106 МПа в промежутке 2–90 суток твердения, характеризующийся показателями пористости: 27,1 % общей; 21,42 % открытой и 5 % закрытой.

Дальнейшие исследования будут направлены на установление механизма структурообразования исследуемых стеклосодержащих шлакопортландцементов как на ранних, так и поздних сроках твердения, изучению влияния поровой структуры на морозо- и коррозионную стойкость, а также возможные области применения разработанного материала.

Литература

1. Баженов, Ю. М. Технология бетонов XXI века [Текст] / Ю. М. Баженов // Новые научные направления строительного материаловедения: материалы докладов Академических чтений РААСН. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2005. – С. 9–19.

2. Пушкарьова, К. К. Принципи композиційної побудови швидкотверднучих лужних шлакопортландцементів

[Текст]: зб. наук. пр. / К. К. Пушкарьова, О. А. Гончар, В. В. Павлюк, О. П. Бондаренко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – 2008. – Вип. 16. – С. 82–90.

3. Пушкарьова, К. К. Особливості виготовлення та перспективи застосування бетонів на основі лужних шлакопортландцементів [Текст] / К. К. Пушкарьова, О. П. Бондаренко // Строительные материалы и санитарная техника. – 2008. – Вип. 29. – С. 72–80.

4. Бондаренко, О. П. Швидкотверднучі лужні шлакопортландцементи та бетони на їх основі [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. / О. П. Бондаренко. – Київ, 2009. – 21 с.

5. Пушкарьова, К. К. Технологічні особливості виготовлення бетонів на основі лужних шлакопортландцементів [Текст]: зб. наук. пр. / К. К. Пушкарьова, О. П. Бондаренко // Будівельні конструкції. – 2011. – Вип. 74, Книга 2. – С. 116–122.

6. Бондаренко, О. П. Пластифіковані лужні шлакопортландцементи і бетони на їх основі [Текст] / О. П. Бондаренко // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2012. – Вип. 48, Ч. 1. – С. 41–45.

7. Москаленко, О. А. Дослідження впливу комплексних добавок на рухливість бетонів на шлаковмісних портландцементних для монолітного будівництва [Текст]: зб. наук. пр. / О. А. Москаленко, Р. Ф. Рунова // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – 2015. – Вип. 30. – С. 50–56.

8. Москаленко, О. А. Дослідження впливу комплексних добавок на рухливість бетонів на основі високонаповнених шлаковмісних портландцементів [Текст]: зб. наук. пр. / О. А. Москаленко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – 2015. – Вип. 31. – С. 330–336.

9. Стеклобетон [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stroivagon.ru/rastvoryi/steklobeton>

10. Егоров, К. И. Отходы стекла экология, информация, бизнес [Текст] / К. И. Егоров, Н. А. Мамина // Строительные материалы. – 1998. – № 10. – С. 33.

11. Meyer, C. Recycled glass from waste material to valuable resource [Text] / C. Meyer // Recycling and Reuse of glass Cullet: Proceedings of International Symposium, Dundee UK, 2001. – P. 1–10.

12. Wihsmann, F. G. Glass-forming Silicate Minerals and their Derived Chemical Compositions [Text] / F. G. Wihsmann, K. Forkel, U. Ploska // Chemie der Erde. – 1996. – № 54. – P. 414–420.

13. Ketov, A. A. Peculiar chemical and technological properties of glass cullet as the raw material for foamed insulation [Text] / A. A. Ketov // Recycling and Reuse of Waste Materials: Proceedings of the International Symposium. Dundee UK, 2003. – P. 695–704.

14. Зайцева, Е. И. Поризованный теплоизоляционный материал на основе стеклобоя [Текст]: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: спец. / Е. И. Зайцева. – М., 1998. – 22 с.

15. Орлова, Л. А. Строительные стеклокристаллические материалы [Текст] / Л. А. Орлова, Ю. А. Спиридонов // Строительные материалы. – 2000. – № 6. – С. 17–20.

16. Соломатов, В. И. Структурообразование и свойства композитов на основе боя стекла [Текст] / В. И. Соломатов, В. Т. Ерофеев // Изв. Вузов. Строительство. – 2000. – № 9. – С. 16–22.

17. Кривенко, П. В. Долговечность шлакощелочного бетона [Текст] / П. В. Кривенко, Е. К. Пушкарева. – К.: Будівельник, 1993. – 224 с.

References

1. Bazhenov, Y. M. (2005). Concrete Technology of the XXI century. Newresearch areas of building materials: materials reports Academic readings RAASN. Belgorod Univ BSTU.V.G. Shukhov, 9–19.

2. Pushkareva, K. K., Gonchar, O. A., Pavlyuk, V. V., Bondarenko, O. P. (2008). The principles of composite construction quick-alkali portland slag cement. Resursoekonomni materials, constructions and buildings, 16, 82–90.

3. Pushkareva, K. K., Bondarenko, O. P. (2008). Features production and prospects of concrete based on alkali portland slag cement. Stroytelnye materials and sanyarnaya technics, 29, 72–80.

4. Bondarenko, O. P. (2009). Quick-alkali portland slag cement and concrete on their basis. Kyiv, 21.

5. Pushkareva, K. K., Bondarenko, O. P. (2011). Technological features concrete production based on the alkali portland slag cement. Scientific Papers "Building structures", 74, Book 2, 116–122.

6. Bondarenko, O. P. (2012). Plastifying the alkali portland slag cement and concrete on their basis. Bulletin of the Odessa State Academy of Construction and Architecture, 48, Part 1, 41–45.

7. Moskalenko, O. A., Runova, R. F. (2015). The influence of additives on integrated mobility on shlakovmisnyh Portland cement concrete for monolithic construction. Resursoekonomni materials, structures, buildings and facilities, 30, 50–56.

8. Moskalenko, A. A. (2015). The influence of complex additives for concrete mobility based vysokonapovnenyh shlakovmisnyh Portland. Resursoekonomni materials, structures, buildings and facilities, 31, 330–336.

9. Steklobeton. Available at: <http://stroivagon.ru/rastvoryi/steklobeton>

10. Egorov, K. I., Mamina, N. A. (1998). Waste glass ecology, information, business. Building materials, 10, 33

11. Meyer, C. (2001). Recycled glass from waste material to valuable resource. Recycling and Reuse of glass Cullet: Proceedings of International Symposium. Dundee UK, 1–10.

12. Wihsmann, F. G., Forkel, K., Ploska, U. (1996). Glass-forming Silicate Minerals and their Derived Chemical Compositions. Chemie der Erde, 54, 414–420.

13. Ketov, A. A. (2003). Peculiar chemical and technological properties of glass cullet as the raw material for foamed insulation. Recycling and Reuse of Waste Materials: Proceedings of the International Symposium. Dundee UK, 695–704.

14. Zaitseva, E. I. (1998). Foamed insulation material on the basis of broken glass. Moscow, 22.

15. Orlova, L. A., Spiridonov, Yu. A. (2000). Building glass ceramic materials. Building materials, 6, 17–20.

16. Solomatov, V. I., Yerofeyev, V. T. (2000). Pattern formation and properties of composites based on glass breakage. Math. Universities. Building, 9, 16–22.

17. Krivenko, P. V., Pushkareva, E. K. (1993). The durability of concrete shlakoshchelochnyh. Kyiv: Budivelnik, 224.

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук, професор Гоц В. І.
Дата надходження рукопису 18.10.2015*

Бондаренко Ольга Петровна, кандидат технических наук, доцент, кафедра строительных материалов, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, пр. Воздухофлотский, 31, г. Киев, Украина, 03037
E-mail: bond_olya@mail.ru

Гузій Сергій Григорьевич, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Научно-исследовательский институт вяжущих веществ и материалов им. В. Д. Глуховского, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, пр. Воздухофлотский, 31, г. Киев, Украина, 03037
E-mail: sguziy@ukr.net

Захарченко Екатерина Дмитриевна, Киевский национальный университет строительства и архитектуры МОН Украины, пр. Воздухофлотский, 31, г. Киев, Украина, 03037
E-mail: katrina1405@ukr.net

УДК 678.743.22:746.222-139

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.54095

ВПЛИВ ПОЛІМЕР-СИЛІКАТНОГО НАПОВНЮВАЧА ТА ПОЛІСТИРОЛУ НА ПРОЦЕС ЖЕЛЮВАННЯ І ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІВІНІЛХЛОРИДНИХ ПЛАСТИКАТІВ

© Ю. В. Ларук, А. С. Масюк, В. Є. Левицький

Виявлено особливості одержання і модифікування Ba,Zn-вмісних полімер-силікатних наповнювачів. Встановлено вплив полістирольних модифікаторів (суспензійного і удароміцного полістиролу) та дрібнодисперсних Ba,Zn-вмісних полімер-силікатних наповнювачів на процес желювання, характер кривих течії, реологічні характеристики: індекс течії і границю текучості, а також на термостабільність, поверхневу твердість і число пружності пластифікованого полівінілхлориду

Ключові слова: полівінілхлорид, полімер-силікатний наповнювач, модифікування, желювання, полістирол, полівініловий спирт, реологія

The features of obtaining and modifying Ba,Zn-containing polymer-silicate fillers have been investigated. The influence of the polystyrene modifiers (suspension and shockproof polystyrene) and finely dispersed Ba,Zn-containing polymer-silicate fillers on the process of gelation, look of flow curves, rheological properties: index of flow, flow limit, thermal stability, surface hardness and the elasticity of the plasticized poly(vinyl) chloride have been discovered

Keywords: poly(vinyl) chloride, polymer-silicate filler, modification, gelation, polystyrene, polyvinyl alcohol, rheology

1. Вступ

Використання матеріалів на основі пластифікованого полівінілхлориду (ПВХ) та різноманітних неорганічних наповнювачів обумовлено їх цінним комплексом експлуатаційних властивостей, а також великим асортиментом композицій для виробів різного призначення: у будівельній індустрії – лінолеумів, миючих шпалер, гофрованих шлангів, віконних профілів; радіотехнічній – для ізоляції кабельної продукції; в машинобудуванні – антикорозійні, ущільнюючі та ізоляційні покриття тощо. Серед великої кількості неорганічних наповнювачів перспективними вбачаються силікатні матеріали різної природи. Використовуються як природні силікатні наповнювачі (монтморилоніт, каолін, воластоніт тощо), так і синтетичні.

Широке використання виробів з ПВХ також обумовлене різноманітністю технологічних процесів для переробки пластифікованого ПВХ: каландрування, екструзія, лиття під тиском тощо [1, 2]. Усі ці методи переробки супроводжуються фізико-хімічними процесами, які насамперед, обумовлені взаємодією макромолекул ПВХ з пластифікатором та наповнювачем.

2. Постановка проблеми

Однією з основних технологічних стадій переробки пластифікованого ПВХ є стадія желювання, яка в значній мірі визначає технологічні та експлуатаційні характеристики матеріалів, технологічні параметри і умови переробки ПВХ пластикатів [3]. У зв'язку з цим, дослідженню фізико-хімічних процесів, які відбуваються під час желювання і впливають на реологічні характеристики композицій приділяється підвищена увага.

Ефективно впливати на морфологію ПВХ матеріалів і, тим самим, на їхні властивості вдається завдяки фізичному модифікуванню цих матеріалів додатками різної природи, зокрема полімерними та неорганічними. Їх введення дозволяє надавати ПВХ не тільки властивості, які притаманні окремим компонентам суміші, а й нові властивості, що, насамперед, зумовлено наявністю міжфазних областей різного типу.

Фізичне модифікування ПВХ, що базується на введенні у композицію інших полімерів, відзначається впливом багатьох фізичних та фізико-хімічних чинників, які пов'язані з різноманітністю хімічної та фізичної будови полімерів, міжфазними характеристиками систем, міжмолекулярними взаємодіями тощо.