

DOI: 10.34031/2618-7183-2019-2-3-5-11

*Кожухова Н.И. *, кандидат технических наук, доцент,
Строкова В.В., доктор технических наук, профессор,
Чижов Р.В., кандидат технических наук, доцент,
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Россия,
Кожухова М.И., кандидат технических наук, научный сотрудник,
Университет Висконсин-Милуоки, США*
*Ответственный автор E-mail: kozuhovanata@yandex.ru

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РЕАКЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ АЛЮМОСИЛИКАТОВ КИСЛОГО СОСТАВА С НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ

Аннотация: проблемы получения высококачественных строительных композитов являются весьма актуальными и, как правило, уходят своими корнями в типоморфные особенности (геологические или технологические условия образования) используемых сырьевых материалов. В этой связи, в условиях широкого внедрения того или иного материала, первоочередной задачей, ориентированной на оптимизацию процесса его получения и дальнейшую эффективность его использования, является разработка и применение методов оценки качества исходного сырья. Данный подход в производстве строительных материалов позволяет экономить время и сырьевые ресурсы при определении или прогнозировании конечных эксплуатационных характеристик проектируемого материала. При этом, наиболее остро этот вопрос стоит для новых и малоизученных строительных материалов. Это связано с тем, что отсутствие возможности прогнозирования характеристик конечных композитов на стадии подготовки и оценки сырья значительно ограничивает области их практического применения.

Среди таких малоизученных систем могут быть выделены бесцементные щелочалюмосиликатные системы – геополимеры. В качестве сырьевых материалов для синтеза геополимерных материалов потенциально может применяться широкий спектр алюмосиликатов различного происхождения, которые существенно различаются в характеристиках. В связи с этим, методы оценки качества алюмосиликатного сырья для геополимеров не являются универсальными.

В рамках данного исследования предложена методика оценки реакционной активности в условиях высокощелочного воздействия, ориентированная на алюмосиликаты кислого состава, характеризующаяся преимущественно нанокристаллической (скрытокристаллической) структурой.

В качестве индикаторов реакционной активности использованы: степень растворимости в высокощелочной среде и предел прочности при сжатии. Установлено, что предел прочности при сжатии обратно пропорциональна степени кристалличности структуры алюмосиликата.

Ключевые слова: геополимер, реакционная активность, методика оценки качества, нанокристаллическая структура

Введение

Одним из важных факторов, определяющих эффективность и потенциал строительного материала, является качество и реакционная активность используемых сырьевых компонентов. Для классических систем, таких как портландцемент, известковое и гипсовое вяжущее, существуют ГОСТированные методики оценки качества исходного сырья. Как правило, подобные методики основаны на установлении реакционной активности вяжущего вещества в целом [1-3] или, в случае композиционной системы – реакционной активности отдельных/основных ее компонентов [4-8].

Более проблематично обстоит дело с новыми вяжущими веществами и материалами, для которых, в силу слабой изученности, подобные способы оценки качества отсутствуют. Это в значительной степени ограничивает применение данных материалов.

Отмеченная проблема в полной мере может быть отнесена к бесцементным алюмосиликатным системам щелочной активации – геополимерам.

Зарубежными учеными ранее проводились научные исследования [9-17], посвященные изучению отдельных факторов, вносящих вклад в формирование реакционно активных элементов в составе сырья, способствующих их химическому взаимодействию и, как следствие, образованию алюмосиликатных структур. Преобладающее количество результатов по данному направлению получено и описано для геополимерных вяжущих систем на основе низкокальциевых зол-уноса ТЭС. Ранее предложенные методики оценки качества основаны на определении реакционной активности стеклофазы в составе золы-уноса. Однако, разными

учеными используются разные подходы [10]. На основании этого предложены методы определения реакционной активности низкокальциевых зол-уноса ТЭС, содержащих в своем составе преимущественно стеклофазу алюмосиликатного состава.

Так, группой испанских ученых [11, 12] разработан и предложен расчетный метод определения реакционной активности золы-уноса. В основе метода лежит количественное определение доли растворенной алюмосиликатной составляющей в составе зол-уноса в результате обработки растворами кислот 1% HF или 5% HCl с последующей термической обработкой суспензии при температуре 1000°C.

В качестве показателя реакционной активности в данной методике использованы фактор α (пересчетный коэффициент) и параметр IR – доля нерастворимого остатка (%), связанных между собой формулой (1) [13-15]:

$$IR(\%) = \frac{P_{final}}{P_{initial}} \times 100 \quad (1)$$

$$\alpha(\%) = 100 - IR(\%) \quad (2)$$

где $P_{initial}$ – исходная масса навески; P_{final} – масса нерастворенного остатка после обработки исходной навески в растворе HCl (HF) и последующей термической обработки при 1000°C.

Кроме того, существуют сведения о более комплексном расчетном методе определения реакционной активности алюмосиликатного сырья, в основе которого лежит изучение структурных особенностей составляющих элементарных единиц стеклофазы и характера их взаимодействия между собой [16, 17]. В данном случае, в качестве определяющего параметра, непосредственно оказывающего влияние на структурные особенности стеклофазы, используется соотношение основных химических элементов Si/O, предложенное ранее в классических работах, направленных на изучение структуры силикатов [4-6], а также шлакощелочных вяжущих [18, 19]. Данное соотношение получило формулировку «степень связности» или « f_{Si} » кремнезема в структурных единицах стеклофазы, рассчитываемое по формуле (3):

$$f_{SiO_2} = \frac{\gamma_{SiO_2}}{\gamma_{Me_2O} + \gamma_{MeO} + 3\gamma_{Me_2O_3} + 2\gamma_{MeO_2} + 5\gamma_{Me_2O_5} + 3\gamma_{MeO_3}}, \quad (3)$$

где γ – молярная концентрация оксидов в составе стеклофазы.

На основании проведенного литературного анализа следует отметить, что, существующие методики оценки качества сырья для вяжущих щелочной активации, в частности, геополимеров, ориентированы на сырье, состоящее преимущественно из стеклофазы. Другими словами, они применимы для ограниченного перечня сырьевых материалов, характеризующихся стекловатой структурой.

Однако, имеется широкий спектр алюмосиликатов кислого состава, потенциально пригодных для синтеза геополимеров, но характеризующихся кристаллической (крупно кристаллической или скрытокристаллической/нанокристаллической) структурой. В этом случае использование ранее описанных методик оценки качества неэффективно, и, таким образом, существует необходимость разработки аналогичной методики, применимой для кристаллических алюмосиликатных структур.

С учетом существующих классических представлений о влиянии структурных особенностей сырья на его химическую активность выдвинута гипотеза о том, что снижение степени кристалличности алюмосиликата способствует увеличению интенсивности растворения при щелочной активации, что может выступать ключевым индикатором реакционной активности при синтезе геополимеров.

Методы и материалы

Для апробации выдвинутой гипотезы в рамках исследования было использовано три вида природного алюмосиликатного сырья с различной степенью кристалличности: гранит Воронежского месторождения с крупнокристаллической структурой; перлит Мухор-Талинского месторождения с нанокристаллической/скрытокристаллической структурой; обсидиан со стекловатой структурой.

В основе предлагаемой для апробации методики оценки качества кристаллического алюмосиликатного сырья для синтеза геополимеров лежит определение интенсивности и характера поведения (преимущественно, растворения) зерен вещества в условиях высокощелочной среды. Предлагается, что под действием щелочной активации происходит постепенное растворение частиц вещества с одновременной реализацией в следствие этого эффекта следующих двух процессов:

– уменьшение размеров частиц алюмосиликатного компонента в сторону меньших значений в результате постепенного растворения поверхностного слоя зерна и его перехода в Na(K)₂O-алюмосиликатный гель;

– увеличение концентрации гелеобразной субстанции растворенного компонента в объеме щелочеактивированной алюмосиликатной системы.

Результаты и обсуждения

Для проведения эксперимента были подготовлены суспензии, состоящие из высококонцентрированного водного раствора NaOH и порошкообразного алюмосиликатного компонента в соотношении 1:4 с последующим перемешиванием на смешивающем столике в течение 3 суток.

С учетом предполагаемых изменений гранулометрических характеристик алюмосиликатов в составе щелочеалюмосиликатной суспензии, в качестве ключевых индикаторов реакционной активности были выбраны следующие: изменение среднего размера зерен и изменение удельной поверхности алюмосиликата в составе щелочеалюмосиликатной суспензии в процессе активации.

Результаты рентгенофлуоресцентного анализа (табл. 1) продемонстрировали сходство химических составов исследуемых алюмосиликатов.

Таблица 1

Химический состав исследуемых алюмосиликатов

Table 1

Chemical composition of the studied aluminosilicates

Содержание элемента, мас. %								
Материал	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	TiO ₂
Обсидиан	71,26	16,01	5,5	3,76	1,05	1,26	0,38	0,16
Перлит	69,54	18,34	4,41	4,62	1,09	0,43	0,537	0,15
Гранит	66,64	17,46	5,46	3,34	2,32	2,4	1,41	0,26

В свою очередь, анализ минерально-фазового состава продемонстрировал существенное различие в исследуемых алюмосиликатных компонентах (табл. 2).

Таблица 2

Минеральные составы исследуемых алюмосиликатов на основании данных полнопрофильного рентгенофазового анализа

Table 2

Mineral compositions of the studied aluminosilicates based full profile x-ray analysis data

Вид алюмосиликата	Содержание минеральных составляющих, %					
	Кварц	Альбит	Анортит	Биотит	Роговая обманка	Рентгеноаморфная фаза
Гранит	49,06	4,66	26,83	6,54	12,9	–
Обсидиан	–	–	–	–	–	100*
Перлит	Кварц (низкотемпературный)		Анортоклаз		Кристобалит	Рентгеноаморфная фаза
	0,4		1,4		0,81	97,38**

*В случае обсидиана рентгеноаморфная фаза представляет собой абсолютно аморфное вещество (стекло), характеризующееся нулевой степенью кристалличности
 **В случае перлита рентгеноаморфная фаза состоит из наноразмерных кристаллических образований (скрытокристаллическая структура), характеризующееся низкой степенью

Первоочередное внимание в результатах фазово-минерального состава следует обратить на колоссальные различия в содержании аморфной фазы в исследуемых алюмосиликатах, как потенциально наиболее реакционно активной составляющей алюмосиликата. Согласно данным табл. 2, в составе гранита аморфная фаза отсутствует. В то же время, различия в данном показателе для перлита и обсидиана незначительны.

Таблица 3

Взаимосвязь изменения размера частиц и удельной поверхности твердой фазы алюмосиликатов после щелочной активации с показателями прочности вяжущих на их основе

Table 3

Relationship of particle size and specific surface area of the solid phase of aluminosilicates after alkaline activation with strength indicators of binders based on them

№	Тип алюмосиликата	Прирост среднего размера частиц, мкм %	Прирост удельной поверхности, м ² /кг %	Предел прочности при сжатии, МПа
1	Гранит	-16	10	1,2
2	Перлит	21	-7	27,4
3	Обсидиан	23	-18	35,7

Для установления корреляционной зависимости между гранулометрическими параметрами щелочеактивированной суспензии: изменение среднего размера частиц алюмосиликата и удельной поверхности твердой фазы в процессе щелочной активации и реакционной активности в форме прочностных характеристик затвердевшей геополимерной пасты, с учетом степени кристалличности структуры были заформованы образцы экспериментальных составов с использованием алюмосиликатов в порошкообразном состоянии с одинаковой удельной поверхностью (450 м²/кг). Затвердевшие геополимерные пасты были подвержены испытанию прочности на сжатие в различном возрасте: 7, 14 и 28 сут. (рис. 1).

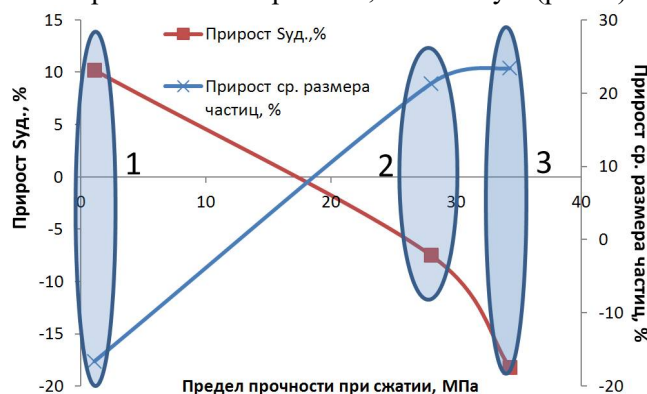


Рис. 1. Влияние изменения удельной поверхности и среднего размера на формирование прочностных характеристик в кислых алюмосиликатах с различной степенью кристалличности:

- 1 – гранит (полнокристаллическая структура);
- 2 – перлит (скрытокристаллическая/нанокристаллическая структура);
- 3 – обсидиан (стекловатая структура)

Fig. 1. The effect of changes in specific surface area and average size on the formation of strength characteristics in acidic aluminosilicates with varying degrees of crystallinity:

- 1 – granite (full crystalline structure);
- 2 – perlite (cryptocrystalline / nanocrystalline structure);
- 3 – obsidian (glassy structure)

Оценивая характер хода кривых, представленных на рис. 1, можно проследить следующую зависимость: увеличение удельной поверхности и среднего размера частиц в процессе щелочной активации способствует повышению прочности на сжатие образцов геополимерных паст, т.е. наблюдается прямо пропорциональная зависимость. В то же время прослеживается тенденция увеличения прочности геополимера по мере снижения степени кристалличности используемого алюмосиликата. Так, для гранита, характеризующегося крупнокристаллической (полнокристаллической) структурой, щелочная активация способствует уменьшению среднего размера частиц и увеличению удельной поверхности суспензии. При этом, геополимерные пасты, синтезированные на основе гранита, демонстрируют минимальную прочность на сжатие (1,2 МПа).

В тоже время, для перлита и, в большей степени, обсидиана, для которых характерны нанокристаллическая (скрытокристаллическая) и аморфная (по сути, тоже наноразмерная) структура, соответственно, аналогичный этап щелочной активации приводит к снижению удельной поверхности и увеличению среднего размера частиц суспензии. При этом, наиболее высокий показатель прочности демонстрирует геополимерная система на основе обсидиана (35,7 МПа) и незначительно ниже – на основе перлита (27,4 МПа).

Выводы

В рамках проведенного исследования установлено ключевое влияние специфики структуры алюмосиликатного сырья на характер его преобразования в условиях щелочного воздействия. На основании полученных в процессе исследования экспериментальных данных установлена следующая закономерность: щелочная активация алюмосиликата с полнокристаллической структурой (гранит) в виде суспензии приводит к увеличению его дисперсности и уменьшению размера частиц, при этом, обеспечивая минимальное значение по прочности. В то же время, процедура щелочной активации компонентов с нанокристаллической структурой (перлит и обсидиан) вызывает обратный эффект: снижение удельной поверхности и увеличение среднего размера частиц, а также формирование довольно высокой прочности на сжатие: в большей степени для обсидиана, в меньшей степени – для перлита.

Таким образом, на основании установленных закономерностей была предложена методика оценки качества алюмосиликатного сырья с кристаллической структурой для синтеза геополимеров, в основе которой лежит корреляционная зависимость между количественными показателями гранулометрических характеристик алюмосиликатной суспензии в процессе щелочной активации и прочностными характеристиками затвердевших геополимерных паст.

Благодарность

Работа выполнена в рамках реализации Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова; Стипендия Президента РФ на 2018-2020 гг.; Стипендии Президента РФ с использованием оборудования на базе Центра Высоких Технологий, БГТУ им. В.Г. Шухова

Литература

1. ГОСТ 30744-2001 Цементы. Методы испытаний с использованием полифракционного песка. М.: Госстрой России, ГУП ЦПП. 2001.
2. ГОСТ 22688-77 Известь строительная. Методы испытаний. М.: ИПК Издательство стандартов. 1997.
3. ГОСТ 23789-79 (СТ СЭВ 826-77 в части методов испытаний) Вяжущие гипсовые. Методы испытаний. М.: Издательство стандартов. 1987.
4. Shekhovtsova J., Zhernovsky I., Kovtun M., Kozhukhova N. et al. Estimation of fly ash reactivity for use in alkali-activated cements – a step towards sustainable building material and waste utilization // Journal of Cleaner Production. 2018. Vol. 178. P. 22 – 33.
5. Шеховцова Ю., Жерновский И.В., Кожухова Н.И., Ковтун М. и др. Экспресс-метод определения компрессионных характеристик геополимеров на основе зол-уноса кислого состава // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. №8. С. 28 – 35
6. Жерновский И.В., Кожухова Н.И. Прогнозная оценка прочности при сжатии геополимерных вяжущих на основе низкокальциевых зол-уноса // Разведка и охрана недр. 2018. №12. С. 40 – 47.
7. Алфимова Н.И., Шаповалов Н.Н., Шадский Е.Е., Юракова Т.Г. Повышение эффективности использования продуктов вулканической деятельности // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. №5. С. 11 – 15.
8. Лесовик Р.В., Алфимова Н.И., Ковтун М.Н., Ластовецкий А.Н. О возможности использования техногенных песков в качестве сырья для производства строительных материалов // Региональная архитектура и строительство. 2008. №2. С. 10 – 15.
9. Гордиенко И.В. Жамойцина Л.Г. Мухор-Талинское перлит-цеолитовое месторождение // Месторождения Забайкалья. М.: Геоинформмарк, 1995. Т. 1. кн. 2. С. 226 – 233.
10. Criado M., Fernandez-Jimenez A., Palomo A. Alkali activation of fly ash. Effect of the SiO₂/Na₂O ratio. Part I. FTIR study // Microporous Mesoporous Materials. 2007. №106. P. 180 – 191.
11. Fernández-Jiménez A., De La Torre A., Palomo A., López-Olmo G. et al. Quantitative determination of phases in the alkali activation of fly ash // Part I. Potential ash reactivity. 2006. Fuel. 85. P. 625 – 634.
12. Fernandez-Jimenez A., Palomo A., Sobrados I., Sanz J. The role played by the reactive alumina content in the alkaline activation of fly ashes // Microporous Mesoporous Materials. 2006. №91. P. 111 – 119.
13. Criado M., Fernandez-Jimenez A., De La Torre A., Aranda M.A.G. et al. An XRD study of the effect of the SiO₂/Na₂O ratio on the alkali activation of fly ash // Cement and Concrete Research. 2007. №37. P. 671 – 679.
14. Criado M., Fernandez-Jimenez A., Palomo A. Alkali activation of fly ash. Part III: Effect of curing conditions on reaction and its graphical description // Fuel. 2010. №89. P. 3185 – 3492.
15. Глуховский В.Д. Шлакощелочные цементы, бетоны и конструкции // Доклады и тезисы докладов 3-й Всесоюзной научно-практической конференции. Киев 1989. Т. 1. 256 с

16. Barbosa V.F.F., MacKenzie K.J.D., Thaumaturgo C. Synthesis and Characterization of Materials Based on Inorganic Polymers of Alumina and Silica: Sodium Polysialate Polymers International Journal of Inorganic Materials. 2000. Vol. 2. №4. P. 309 – 317.
17. Fernández-Jiménez A., De La Torre A., Palomo A., López-Olmo G. at al. Quantitative determination of phases in the alkaline activation of fly ash // Part II: Degree of reaction. 2006. Fuel. 85. P. 1960 – 1969.
18. Cygan R.T., Liang J.-J., Kalinichev A.G. Molecular Models of Hydroxide, Oxyhydroxide, and Clay Phases and the Development of a General Force Field // J. Phys. Chem. 2004. Vol. 108 (4). P. 1255 – 1266.
19. Аппен А.А. Химия стекла. Ленинград: Химия. 1974. 352 с
20. Глуховский В.Д., Кривенко П.В., Старчук В.Н., Пашков И.А., Чиркова В.В. Шлакощелочные бетоны на мелкозернистых заполнителях: Монография / Под ред. проф. В.Д. Глуховского. Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1981. 224 с.

References

1. Russian State Standart GOST 30744-2001 Cementy. Metody ispytaniy s ispol'zovaniem polifrakcionnogo peska. M.: Gosstroj Rossii, GUP CPP. 2001. (rus.)
2. Russian State Standart GOST 22688-77 Izvest' stroitel'naya. Metody ispytaniy. M.: ИПК Izdatel'stvo standartov. 1997. (rus.)
3. Russian State Standart GOST 23789-79 (ST SEV 826-77 v chasti metodov ispytaniy) Vyazhushchie gipsovye. Metody ispytaniy. M.: Izdatel'stvo standartov. 1987. (rus.)
4. Shekhovtsova J., Zhernovskiy I., Kovtun M., Kozhukhova N. at al. Estimation of fly ash reactivity for use in alkali-activated cements – a step towards sustainable building material and waste utilization. Journal of Cleaner Production. 2018. 178. P. 22 – 33.
5. Shekhovtsova YU., Zhernovskiy I.V., Kozhuhova N.I., Kovtun M. i dr. Ekspress-metod opredeleniya kompressionnykh harakteristik geopolimerov na osnove zol-unosa kislogo sostava. Vestnik BGTU im. V.G. SHuhova. 2018. 8. P. 28 – 35. (rus.)
6. Zhernovskiy I.V., Kozhuhova N.I. Prognoznaya ocenka prochnosti pri szhatii geopolimernykh vyazhushchih na osnove nizkokal'cievykh zol-unosa. Razvedka i ohrana neдр. 2018. 12. P. 40 – 47. (rus.)
7. Alfimova N.I., SHapovalov N.N., SHadskiy E.E., YUrakova T.G. Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya produktov vulkanicheskoy deyatelnosti. Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. SHuhova. 2015. 5. P. 11 – 15. (rus.)
8. Lesovik R.V., Alfimova N.I., Kovtun M.N., Lastoveckiy A.N. O vozmozhnosti ispol'zovaniya tekhnogennykh peskov v kachestve syr'ya dlya proizvodstva stroitel'nykh materialov. Regional'naya arhitektura i stroitel'stvo. 2008. 2. P. 10 – 15. (rus.)
9. Gordienko I.V. ZHamojcina L.G. Muhor-Talinskoe perlit-ceolitovoe mestorozhdenie. Mestorozhdeniya Zabajkal'ya. M.: Geoinformmark, 1995. 1 (2). P. 226 – 233. (rus.)
10. Criado M., Fernandez-Jimenez A., Palomo A. Alkali activation of fly ash. Effect of the SiO₂/Na₂O ratio. Part I. FTIR study. Microporous Mesoporous Materials. 2007. 106. P. 180 – 191.
11. Fernández-Jiménez A., De La Torre A., Palomo A., López-Olmo G. at al. Quantitative determination of phases in the alkali activation of fly ash. Part I. Potential ash reactivity. 2006. 85. P. 625 – 634.
12. Fernandez-Jimenez A., Palomo A., Sobrados I., Sanz J. The role played by the reactive alumina content in the alkaline activation of fly ashes. Microporous Mesoporous Materials. 2006. 91. P. 111 – 119.
13. Criado M., Fernandez-Jimenez A., De La Torre A., Aranda M.A.G. at al. An XRD study of the effect of the SiO₂/Na₂O ratio on the alkali activation of fly ash. Cement and Concrete Research. 2007. 37. P. 671 – 679.
14. Criado M., Fernandez-Jimenez A., Palomo A. Alkali activation of fly ash. Part III: Effect of curing conditions on reaction and its graphical description. Fuel. 2010. 89. P. 3185 – 3492.
15. Глуховский В.Д. Шлакощелочные цементы, бетоны и конструкции. Доклады и тезисы докладов 3-й Всесоюзной научно-практической конференции. Киев 1989. 1. 256 p. (rus.)
16. Barbosa V.F.F., MacKenzie K.J.D., Thaumaturgo C. Synthesis and Characterization of Materials Based on Inorganic Polymers of Alumina and Silica: Sodium Polysialate Polymers International Journal of Inorganic Materials. 2000. 2 (4). P. 309 – 317.
17. Fernández-Jiménez A., De La Torre A., Palomo A., López-Olmo G. at al. Quantitative determination of phases in the alkaline activation of fly ash. Part II: Degree of reaction. 2006. 85. P. 1960 – 1969.

18. Cygan R.T., Liang J.-J., Kalinichev A.G. Molecular Models of Hydroxide, Oxyhydroxide, and Clay Phases and the Development of a General Force Field. *J. Phys. Chem.* 2004. 108 (4). P. 1255 – 1266.
19. Appen A.A. *Himiya stekla*. Leningrad: Himiya. 1974. 352 p. (rus.)
20. Gluhovskij V.D., Krivenko P.V., Starchuk V.N., Pashkov I.A., Chirkova V.V.. *SHlakoshchelochnye betony na melkozernistykh zapolnitelyah: Monografiya*. Pod red. prof. V.D. Gluhovskogo. Kiev: Vishcha shkola. Golovnoe izd-vo, 1981. 224 p. (rus.)

Kozhukhova N.I. *, *Candidate of Engineering Sciences (Ph.D.), Associate Professor,*
Strokova V.V., Doctor of Engineering Sciences (Advanced Doctor), Professor,
Chizhov R.V., Candidate of Engineering Sciences (Ph.D.),
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Russia,
Kozhukhova M.I., Candidate of Engineering Sciences (Ph.D.), Research Officer,
University of Wisconsin-Milwaukee, USA

*Corresponding author E-mail: kozuhovanata@yandex.ru

CHEMICAL REACTIVITY ASSESSMENT METHOD OF NANOSTRUCTURED LOW CALCIUM ALUMINOSILICATES

Abstract: nowadays, the production of high-performance composites is a relevant objective in construction industry. Normally, geological and/or technological conditions of phase formation are responsible for chemical and structural characteristics of raw materials. In this regard, the use of a certain material dictates terms to optimizing production process, efficient use and, therefore, requires to develop a method for quality evaluation of raw materials. This approach allows a considerable time saving and raw materials sources, while the evaluation of final performance characteristics of designed materials is being done. The biggest interest in this area is focused on new types of developed and poorly-studied composite systems which results in a lack of capacity to design materials with known performance and, therefore, constrains the areas of application of construction composites

Among such composite systems there are zero cement alkali-aluminosilicate systems or geopolymers. For geopolymers production a wide range of different aluminosilicates with varied characteristics potentially can be used. And also, in each certain case, the quality evaluation methods for aluminosilicates should be different.

This study is focused on chemical reactivity assessment method of crystalline (mainly, nanocrystalline) low calcium aluminosilicates exposed to high-alkali media. The solubility degree in high-alkali media and compressive strength performance were evaluated in this study in order to define chemical reactivity of low calcium aluminosilicates. The compressive strength data demonstrated a positive correlation with the crystallinity degree of aluminosilicates.

Keywords: geopolymer, reactivity, method of quality assessment, nanocrystalline structure

Для цитирования: Кожухова Н.И., Строкова В.В., Чижов Р.В., Кожухова М.И. Методика оценки реакционной активности алюмосиликатов кислого состава с нанокристаллической структурой // Строительные материалы и изделия. 2019. Том 2. №3. С. 5 – 11. DOI: 10.34031/2618-7183-2019-2-3-5-11

For citation: Kozhukhova N.I., Strokova V.V., Chizhov R.V., Kozhukhova M.I. Chemical reactivity assessment method of nanostructured low calcium aluminosilicates. *Construction Materials and Products*. 2019. 2 (3). P. 5 – 11. DOI: 10.34031/2618-7183-2019-2-3-5-11

Поступила в редакцию 17 марта 2019 г.
Принята в доработанном виде 10 апреля 2019 г.
Одобрена для публикации 12 мая 2019 г.

Received: March 17, 2019.
Revised: April 10, 2019.
Accepted: May 12, 2019.