

**Использование элементов фрактальной геометрии для расчета дисперсных характеристик измельченного материала / Н.Д. ОРЛОВА // Вісник НТУ «ХПІ». – 2013. – № 57 (1030). – (Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія). – С. 97 – 104. – Бібліогр.: 7 назв.**

У статті запропоновані формули для розрахунку питомої поверхні подрібненого матеріалу з використанням понять фрактальної геометрії. Процес руйнування розглянуто з позиції еволюції поверхонь розділу окремих структурних елементів з наступним розвитком на цих поверхнях тріщин. Зародження і розвиток тріщин описується з позиції фрактальної геометрії як формування дрібно-розмірного шару.

**Ключові слова:** подрібнюється матеріал, питома поверхня, фрактальна розмірність.

This article contains the formula for calculating the surface area of crushed material using the concepts of fractal geometry. The process of destruction examined from the perspective of the evolution of the interfaces of the individual structural elements and the subsequent development of cracks on these surfaces. Nucleation and propagation of cracks is described from the perspective of fractal geometry as the formation of a fractional-dimensional layer.

**Keywords:** ground material, the surface area, the fractal dimension.

**В.В. ПЕСЧАНСКАЯ**, канд. техн. наук., доц., НМетАУ, Днепропетровск,  
**А.С. МАКАРОВА**, асп., НМетАУ, Днепропетровск

## **ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПОМОЛА ЭЛЕКТРОКОРУНДА НА СВОЙСТВА НИЗКОЦЕМЕНТНОГО БЕТОНА**

Проведены экспериментальные исследования по изучению влияния длительности помола электрокорунда на изменение его реакционной способности, процессы твердения матричного компонента, реологические характеристики бетонных масс и свойства низкоцементных огнеупорных корундовых бетонов.

**Ключевые слова:** электрокорунд, высокоглиноземистый цемент, матричный компонент, низкоцементный корундовый бетон, показатели свойств.

**Постановка проблемы.** Технология изготовления низкоцементных огнеупорных бетонов предусматривает использование в составе матричного компонента реакционно-активных ультрадисперсных порошков, оказывающих определяющее влияние на водопотребность и реологические свойства бетонных масс, процессы твердения, спекания, фазо- и структурообразования композита, физико-химические и эксплуатационные свойства бетона [1].

© В.В. Песчанская, А.С. Макарова, 2013

Исследования возможности управления процессами структурообразования и свойствами гетерогенных систем путем изменения параметров измельчения электрокорунда является актуальным для развития технологии бетонов.

**Анализ литературы.** К эффективным способам получения ультрадисперсных порошков при помоле относится механохимическая активация, инициирующая процессы прохождения твердофазных реакций и изменения реакционной способности материалов [2 – 4]. К активным компонентам матрицы низкоцементных корундовых бетонов относится тонкодисперсный электрокорунд, механическая активация которого интенсифицирует процессы спекания [5 – 7].

Недостаточная изученность проявления химических эффектов механоактивированного электрокорунда, определяет необходимость изучения и управления реакционной активностью материала, как фактора регулирования реотехнологических свойств бетонных масс, процессов структуро- и фазообразования при твердении бетонов и в условиях их термического нагрева.

**Цель работы.** Целью данной работы явилось исследование влияния длительности помола электрокорунда на изменение его физико-химических характеристик, реологические свойства бетонных масс и физико-механические свойства низкоцементного корундового бетона.

**Материалы и методы исследования.** Для проведения исследований использовали высокоглиноземистый цемент «Gorkal-70», электрокорунд химического состава, %:  $Al_2O_3$  – 94,28,  $SiO_2$  – 0,52,  $Fe_2O_3$  – 0,7,  $TiO_2$  – 3,0,  $Na_2O$  – 0,7,  $CaO + MgO$  – 0,8. Помол электрокорунда (фр. < 0,5 мм) осуществляли в вибрационной мельнице в течение 45, 70, 90, 110 мин. при соотношении массы материала и мелющих тел 1 : 20. Плотность и площадь удельной поверхности материала определяли на приборе Ле-Шателье и Товарова Т-3, рН водных суспензий электрокорунда над осадком твердой части (водотвердое отношение В/Т = 2) измеряли на ионометре «И-130». Рентгенофазовый анализ порошков проводился на дифрактометре ДРОН-3. Сроки схватывания матриц, содержащих 71 % электрокорунда и 29 % цемента (В/Т = 0,2), определяли на приборе Вика. Бетонные массы с влажностью 5 – 5,5 % готовили из смесей, содержащих 75 % электрокорунда с максимальным размером зерна 6 мм и 25 % матричного компонента (электрокорунд фр. < 0,063 мм – 17,75 %, цемент – 7,25 %), увлажненных водным раствором триполифосфата натрия, вводимого в количестве 0,1 % от массы смеси. Индекс растекания

(ИР) бетонных масс определяли по ГОСТ Р 52541-2006. Образцы-кубы с размером ребра 50 мм изготавливали виброформованием (частота 50 Гц, амплитуда 0,5 мм), термообрабатывали при 110 °С (24 час.) и 1550 °С (5 час.), и определяли показатели свойств (кажущаяся плотность, открытая пористость и предел прочности при сжатии) согласно ГОСТ 2409-95 и ГОСТ 4071.1-94.

**Экспериментальная часть.** Результаты определения свойств электрокорунда показали, что с увеличением длительности помола с 45 до 90 мин. плотность материала возрастает с 4,49 г/см<sup>3</sup> до 4,51 г/см<sup>3</sup>, прирост площади удельной поверхности составляет 38,8 % (табл. 1).

Таблица 1 – Физико-химические характеристики электрокорунда

Материал	Длительность помола, мин	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Площадь удельной поверхности, см <sup>2</sup> /г	pH
Электрокорунд (Э <sub>45</sub> )	45	4,49	1662	8,68
Электрокорунд (Э <sub>70</sub> )	70	4,50	2286	9,36
Электрокорунд (Э <sub>90</sub> )	90	4,51	2307	9,60
Электрокорунд (Э <sub>110</sub> )	110	4,41	3608	10,80

При длительности помола 110 мин. наблюдалось существенное увеличение площади поверхности на 56,4 %, снижение плотности материала с 4,51 г/см<sup>3</sup> до 4,41 г/см<sup>3</sup>, как результат диспергирования и диффузии примесей из объема кристаллов на поверхность частиц, повышающих дефектность кристаллической решетки [4]. Последнее, подтверждается изменением дифракционной картины порошков электрокорунда (рис. 1), иллюстрирующее увеличение интенсивности и уширение дифракционных максимумов характерных рефлексов α-корунда. Повышение длительности помола электрокорунда сопровождается ускорением процессов диффундирования катионов примесей на поверхность частиц, что обуславливает увеличение величины pH суспензий с 8,68 до 10,80 (табл. 1) и изменяет характер процессов твердения матрицы (табл. 2). Увеличение длительности помола электрокорунда с 45 до 90 мин., сопровождается сокращением сроков начала и конца схватывания матрицы на 11 мин. и 2 час. 27 мин. соответственно, а более длительный помол электрокорунда – 110 мин. существенно замедляет процессы твердения. По результатам определения индекса растекания бетонных масс (рис. 2), содержащих матрицы составов № 1 – № 4, выявлено влияние реакционной активности электрокорунда на реотехнологические свойства масс, которые с повышением длительности помола электрокорунда ухудшаются.

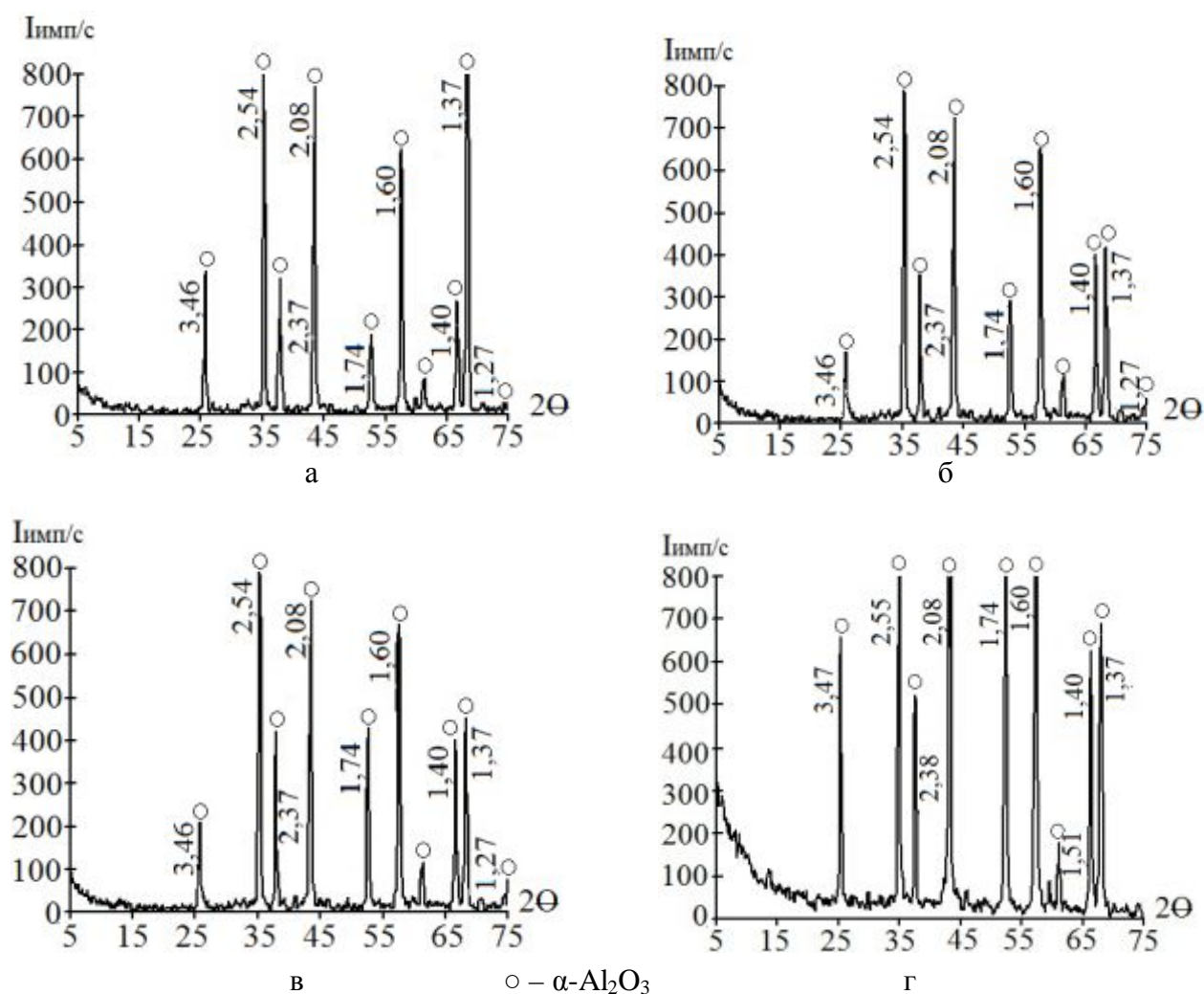


Рис. 1 – Дифрактограммы электрокорунда после помола в течение: а – 45 мин. ( $\text{Э}_{45}$ ); б – 70 мин. ( $\text{Э}_{70}$ ); в – 90 мин. ( $\text{Э}_{90}$ ); г – 110 мин ( $\text{Э}_{110}$ ).

Таблица 2 – Сроки схватывания матрицы

Номер состава	Состав матрицы		Сроки схватывания, час. – мин.	
			начало	конец
1	цемент	электрокорунд ( $\text{Э}_{45}$ )	0 – 34	5 – 30
2	цемент	электрокорунд ( $\text{Э}_{70}$ )	0 – 29	5 – 24
3	цемент	электрокорунд ( $\text{Э}_{90}$ )	0 – 23	3 – 03
4	цемент	электрокорунд ( $\text{Э}_{110}$ )	0 – 55	4 – 45

Данные определений свойств бетона (рис. 3) показали, что с увеличением длительности помола электрокорунда, кажущаяся плотность образцов повышается при закономерном снижении открытой пористости.

Помол электрокорунда в течение 45 – 110 мин. обеспечивает повышение предела прочности при сжатии образцов термообработанных при 110 °С с 13,6 Н/мм<sup>2</sup> до 56, 4 Н/мм<sup>2</sup>, причем, существенное упрочнение образцов соответствовало времени помола электрокорунда 70 мин. и 90 мин.

Однако, после обжига при 1550 °С максимальной прочностью обладали образцы с электрокорундом активированным в течение 90 мин.

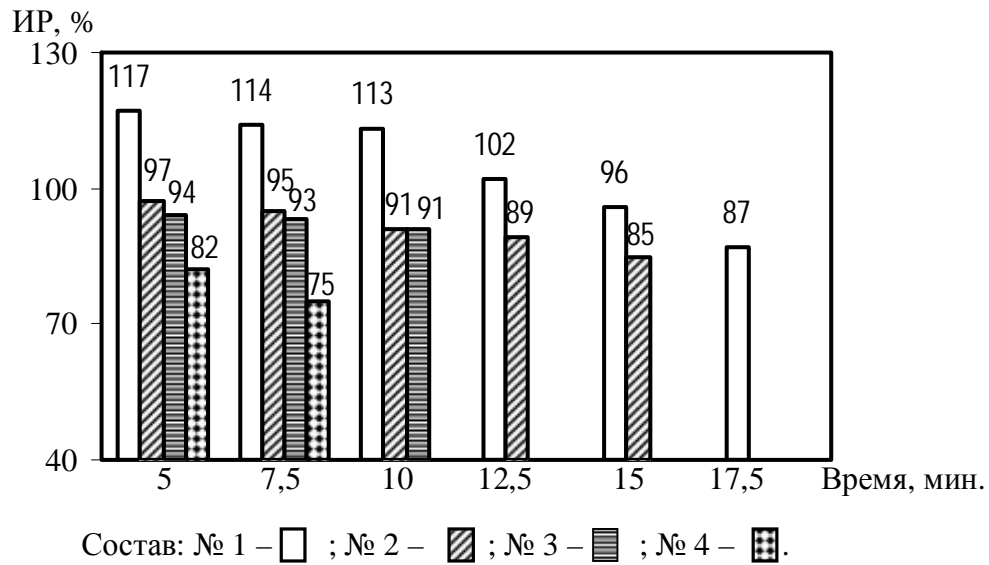


Рис. 2 – Влияние длительности помола электрокорунда на растекание бетонной массы от времени после затворения водой

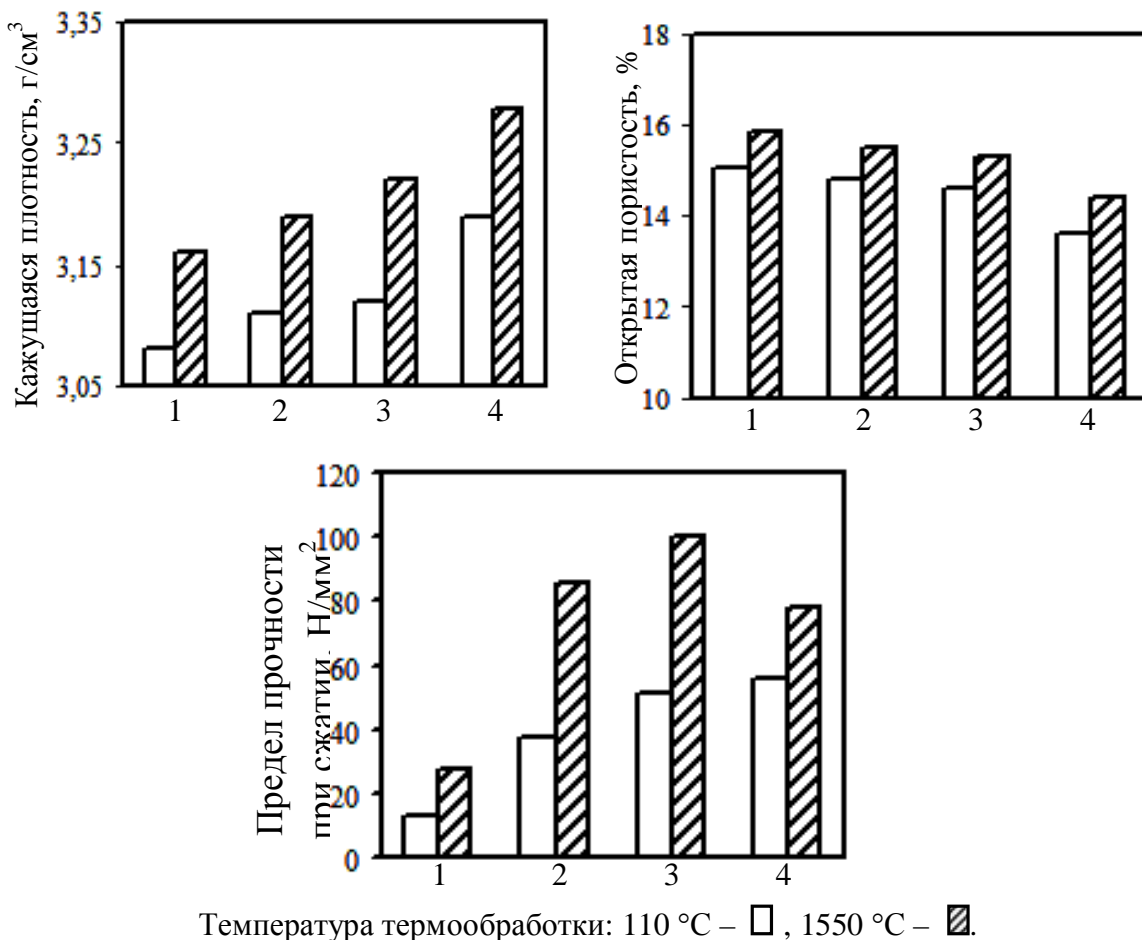


Рис. 3 – Влияние длительности помола электрокорунда на свойства бетона: 1, 2, 3, 4 – номер состава.

**Выводы.** В результате проведенных исследований установлена возможность направленного регулирования процессов формирования низкопористой и механически прочной структуры низкоцементного бетона путем изменения реакционной активности электрокорунда при помоле.

**Список литературы:** 1. Пивинский Ю.Е. Неформованные огнеупоры: справоч. изд. в 2 т. / Ю.Е. Пивинский.– М.: Теплоэнергетик, 2004. – Т. 1, Книга 1: Общие вопросы технологии. – 2004. – 448 с. 2. Болдырев В.В. Механохимия и механическая активация твердых веществ / В.В. Болдырев // Успехи химии. – 2006. – № 75. – С. 203 – 216. 3. Болдырев В.В. Фундаментальные основы механической активации, механосинтеза и механохимических технологий / [В.В. Болдырев, Е.Г. Авакумов, Е.В. Болдырева и др.]; под ред. Е.Г. Авакумов. – Новосибирск: СО РАН, 2009. – 343 с. 4. Ляхов Н.З. Достижения и перспективы механохимии / Н.З. Ляхов // Вестник РАН. – 1988. – № 8. – С. 65 – 74. 5. Влияние способа измельчения порошков электроплавленного корунда на их свойства [Электронный ресурс] / И. Д. Кащеев, К. Г. Земляной // Исследовано в России. – 2004. – № 48. – С. 512 – 522. – Режим доступа: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2004/048.pdf>. 6. Косенко Н.Ф. Кинетика активированного изотермического спекания корунда в присутствии алюминатных добавок / Н.Ф. Косенко, Н.В. Филатова, А.А. Шиганов // Неорганические материалы. – 2007. – Т. 43, № 2. – С. 193 – 196. 7. Филатова Н. В. Кинетика спекания активированного корунда на алюмоборфосфатном связующем / Н.В. Филатова, Н.Ф. Косенко, А.Ю. Грехнев // Химия и химическая технология. – 2006. – Т. 49. – С.4 –10.

*Поступила в редколлегию 14.07.13*

УДК 666.972.112 : 97.056

**Влияние длительности помола электрокорунда на свойства низкоцементного бетона / В.В. ПЕСЧАНСКАЯ, А.С. МАКАРОВА // Вісник НТУ «ХП». – 2013. – № 57 (1030). – (Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія). – С. 104 – 109. – Бібліогр.: 7 назв.**

Проведені експериментальні дослідження щодо вивчення впливу тривалості помелу електрокорунду на змінення його реакційної здатності, процеси твердіння матричного компоненту, реологічні характеристики бетонних мас і властивості низькоцементних вогнетривких корундових бетонів.

**Ключові слова:** електрокорунд, високоглиноземистий цемент, матричний компонент, низькоцементний корундовий бетон, показники властивостей.

Experimental studies have been conducted unveiling influence of time of grinding on change of its reaction of activity, the process of hardening the matrix component, and the flowing properties of the concrete mass and properties low-cement refractory corundum concretes.

**Key words:** corundum, high-alumina cement, matrix component, low-cement corundum concrete, properties.