

УДК: 691.335

ВЛИЯНИЕ ПОРОШКОВЫХ МОДИФИКАТОРОВ НА ОСНОВЕ ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ НА ПРОЧНОСТЬ ГЕОПОЛИМЕРНОГО ВЯЖУЩЕГО ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ТВЕРДЕНИЯ

Ерошкина Н.А., Коровкин М.О., Чамурлиев М.Ю.

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

E-mail: n_eroshkina@mail.ru

Представлены результаты исследования влияния добавок оксидов металлов на свойства геополимерного вяжущего. В качестве исследуемых добавок выбраны оксиды железа, титана, циркона и цинка. Установлено, что добавки диоксида титана и оксида железа существенно повышают прочность геополимерного вяжущего при всех режимах твердения.

Ключевые слова: геополимерное вяжущее, магматическая порода, шлак, оксиды металлов, оксид титана, оксид железа, прочность.

INFLUENCE OF POWDER MODIFIERS BASED ON METAL OXIDES ON STRENGTH OF GEOPOLYMER BINDER AT DIFFERENT CONDITIONS OF HARDENING

Eroshkina N.A., Korovkin M.O., Chamurliev M.Yu.

The results of study of influence of metal oxide additives on the properties of geopolymer binder were presented. Iron, titanium, zircon and zinc oxides were selected as test additives. It was established that additive of titanium dioxide and iron oxide significantly increases strength of geopolymer binder in all curing modes.

Keywords: geopolymer binder, magmatic rock, slag, oxides of metals, titanium oxide, iron oxide, strength.

Геополимерные вяжущие вызывают большой интерес в качестве альтернативы портландцементу [2-4, 8]. Однако эти материалы мало изучены [9]. В частности, в научно-технической литературе отсутствуют сведения о влиянии различных дисперсных неорганических добавок на их свойства [2-4, 8]. Известно, что некоторые тонкодисперсные оксиды металлов – пигменты при введении их в растворы и бетоны могут повышать и снижать прочность [1, 6, 7]. При использовании оксида титана было установлено, что он не только окрашивает вяжущее в белый цвет, повышает прочность, но и придает ему особые свойства [1, 4, 5].

В настоящей работе проводились сравнительные исследования эффективности различных порошков оксидов металлов на прочностные свойства геополимерного вяжущего.

В качестве сырья для получения вяжущего использовались гранит Павловского месторождения и доменный гранулированный шлак Новолипецкого металлургического комбината раздельно измельченные до дисперсности 350 и 380 м²/кг, соответственно. Количество добавки шлака составляло 25 % от массы вяжущего. Модифицирующие оксиды металлов вводились в количестве 3 % от веса сухих компонентов вяжущего. Для активизации твердения использовался гидроксид натрия при дозировке 6 % от веса вяжущего. Характеристика использованных оксидов металлов приведена в таблице.

Таблица. Характеристика оксидов металлов

Свойство	Свойства порошковых модификаторов			
	Оксид титана	Оксид циркона	Оксид цинка	Оксид железа
Плотность, г/см ³	4,1	5,8	5,7	4,9
Дисперсность, м ² /кг	2120	344	956	4053

Для изготовления вяжущего измельченная горная порода, шлак и модифицирующий оксид металла перемешивались в течение 5 минут. Перемешанная смесь затворялась заранее приготовленным щелочным раствором гидроксида натрия. Влажность формовочных смесей для всех составов составляла 13 %. Из формовочных смесей под давлением прессования 25 МПа формовались образцы цилиндрической формы диаметром и высотой 25 мм.

Изготовленные образцы сутки выдерживались в нормальных условиях в лаборатории, затем подвергались тепловой обработке при различных температурах или твердели в нормальных условиях. Тепловая обработка проводилась при температуре ТВО 80 °С или в условиях сухого прогрева при температуре 170 °С. Цикл тепловой обработки включал: 4 часа – подъем температуры, 8 часов – изотермическая выдержка и охлаждение в течение 4-6 часов.

Затвердевшие образцы испытывались на прочность по методике ГОСТ 310.4. Графики прочности при сжатии образцов геополимерных вяжущих с добавками-модификаторами оксидами металлов представлены на рисунках 1 и 2.

Результаты эксперимента, представленные на рисунке 1, показывают, что при тепловой обработке эффективность порошковых модификаторов на основе оксидов металлов практически постоянна при низкотемпературной тепловой обработке – все составы имеют приблизительно равную прочность, которая находится в интервале 18,3...25,3 МПа. С увеличением температуры тепловой обработки до 170 °С в результате введения модификаторов прочность вяжущих по сравнению с контрольным составом повышается на 14...52 %. При этом наибольший прирост прочности происходит у вяжущих содержащих модификаторы – оксид титана и оксид железа. Диаграммы на рис. 1 показывают, что прочность вяжущих при повышении температуры твердения с 80 до 170 °С возрастает приблизительно в 2,5 раза.

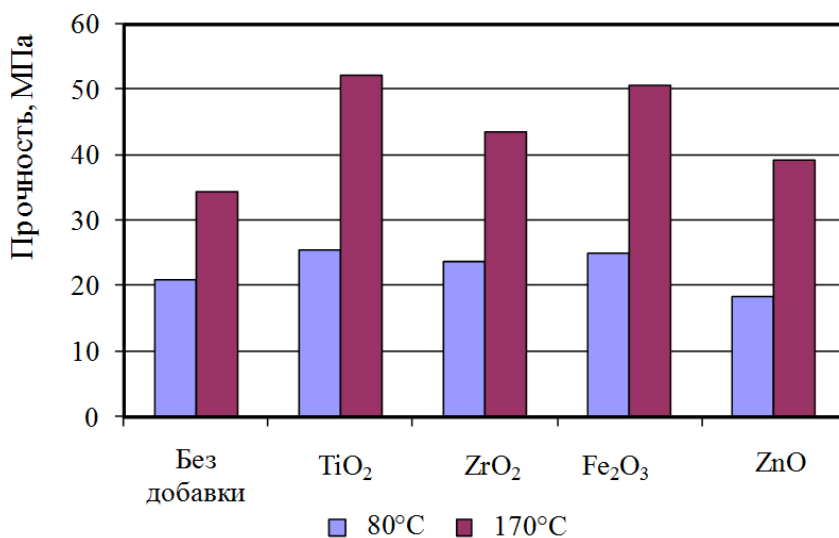


Рисунок 1. Прочность геополимерных вяжущих с порошковыми модификаторами оксидами металлов после тепловой обработки

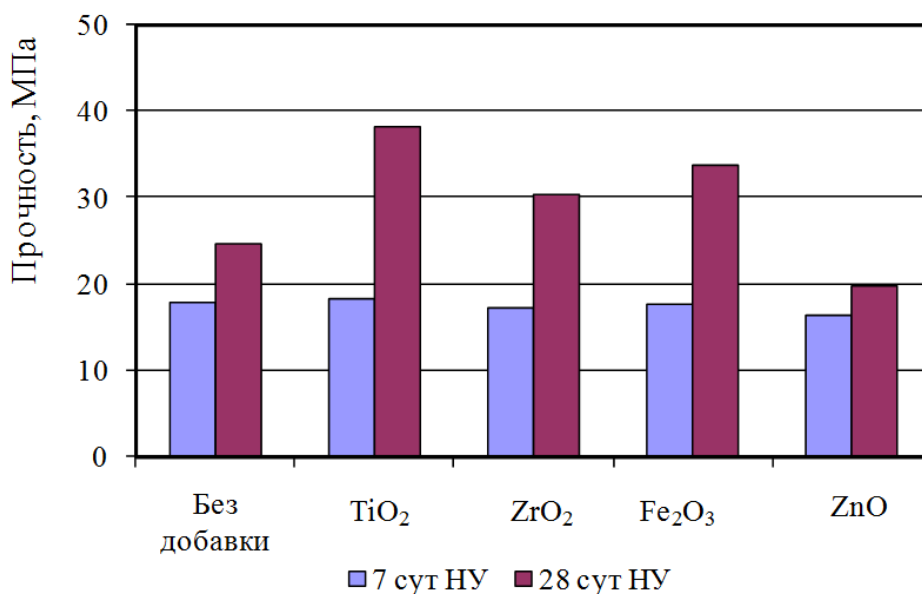


Рисунок 2. Прочность геополимерных вяжущих с порошковыми модификаторами оксидами металлов при твердении в нормальных условиях

Набор прочности исследованных вяжущих в нормальных условиях происходит медленно. В течение 7 суток прочности составов без добавки и с добавками практически равны. Положительное действие модификаторов на прочность геополимерного вяжущего при твердении образцов в нормальных условиях проявляется лишь на поздней стадии твердения – через 28 суток. В сравнении с контрольным составом прирост прочности с введением добавок-модификаторов составляет от 22,5 до 55 %. Среди исследованных добавок – максимальную прочность при твердении в нормальных условиях обеспечивают добавки оксида титана и оксида железа. Введение добавки цинка, напротив, снижает прочность вяжущего.

Выводы

Проведенные исследования показали, что порошковые оксиды металлов могут использоваться в качестве модифицирующих добавок для повышения прочностных свойств геополимерного вяжущего. Показано, что при низкотемпературной тепловой обработке и в ранние сроки твердения оксиды металлов не оказывают влияния на прочность вяжущего. Выявлено, что наибольший эффект по прочности достигается при введении модификаторов оксида титана и железа, наименьший – оксида цинка.

Список литературы

1. Богач М. Свойства композиций на основе цемента с добавками наночастиц диоксида титана / М. Богач, Т. Станек, Д. Вшианский // Цемент и его применение. 2011. №5. С. 162-166.
 2. Ерошкина Н.А. Влияние минерального состава магматических горных пород на активность геополимерного вяжущего / Н.А. Ерошкина, М.О. Коровкин, С.В. Аксенов // Региональная архитектура и строительство. 2013. № 1. С. 84-89.
 3. Ерошкина Н.А. Геополимерные строительные материалы на основе промышленных отходов: монография / Н.А. Ерошкина, М.О. Коровкин. Пенза: ПГУАС, 2014. 128 с.
 4. Кузьмина В. П. Механизмы воздействия нанодобавок на цементные продукты // нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. 2011. №6. С. 89-95.
 5. Кузьмина В. П. Нанодиоксид титана. Применение в строительстве // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. 2011. №.4. С. 82-90.
 6. Фаликман В. Р. Об использовании нанотехнологий и наноматериалов в строительстве. Ч. 1 // Нанотехнологии в строительстве: Научный интернет-журнал. 2009. № 1. С. 24-34.
 7. Чудакова О. А. Особенности влияния минералов диоксида титана на свойства строительных растворов / О.А. Чудакова, Н.П. Лукутцова // Международный семинар-конкурс молодых ученых и аспирантов, работающих в области вяжущих веществ, бетонов и сухих смесей: сб. докл. С.122-125.
 8. Davidovits J. Geopolymer Chemistry and Applications. 4th edition. Saint-Quentin, France, 2015. 644 p.
 9. Davidovits J. 30 Years of Successes and Failures in Geopolymer Applications. Market Trends and Potential Breakthroughs // Geopolymer 2002 Conference. October 28-29, Melbourne, 2002.
-