

Матченко Никита Александрович

магистрант

Ламов Илья Владимирович

магистрант

Гончарова Маргарита Александровна

д-р техн. наук, доцент, профессор,
заведующая кафедрой

Дедяев Герман Сергеевич

магистрант

ФГБОУ ВО «Липецкий государственный

технический университет»

г. Липецк, Липецкая область

О ВЛИЯНИИ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГЕОПОЛИМЕРНЫХ БЕТОНОВ

***Аннотация:** целью работы является исследование влияния мелкозернистых отходов промышленности на физико-механические свойства изделий из геополимерного бетона. Авторами отмечено, что большой интерес в технологии производства изделий на основе тонкодисперсных отходов был показан во многих отраслях промышленности, но наибольшие возможности его быстрой реализации появились в строительной отрасли.*

***Ключевые слова:** бетон, геополимеры, зола-унос, алюмосиликаты, реакция полимеризации, портландцемент.*

Использование бетона при современном прогрессе строительных технологий остается весьма обширным.

Большой интерес в технологии производства изделий на основе тонкодисперсных отходов был показан во многих отраслях промышленности, но наибольшие возможности его быстрой реализации появились в строительной отрасли. Производство каждой тонны цемента выводит одну тонну CO₂ в атмосферу. В

начале XXI века мировое производство портландцемента представляет около 1,6 млрд тонн CO_2 в атмосферу. В 2015 году мировое производство портландцемента превысил 3,5 млрд тонн в год, что составляет около 8% от ежегодного глобального количества CO_2 , который выбрасывается в атмосферу. По разным оценкам, синтез геополимеров поглощает в 2–3 раза меньше энергии, чем портландцемента и вызывает меньше в 4–8 раз выброс CO_2 .

В связи с этим, те, кто предлагают применение геополимеров воспринимают в них способ существенного уменьшения нагрузки на окружающую среду. Благодаря этим свойствам, материал получил негласное название «зеленого» бетона. Большинство методов синтеза геополимеров сводятся к одному процессу: вяжущий компонент смешивают с водным раствором соответствующего силиката (например, натрия или силиката калия) с добавкой, как правило, это концентрированного натрия или гидрата калия. Связующее, которое создается ведет себя так же, как цемент: ему требуется в течение нескольких часов, чтобы набрать начальную прочность.

Еще один метод, который недавно был предложен аналогично традиционному синтезу с использованием метакаолина. Это позволяет снизить потребление пущолаана и увеличить содержание кремния в геополимерах.

Химический состав геополимеров подобен составу цеолита, но он характеризуется аморфной микроструктурой. Геополимеры состоят из длинных цепей: сополимеры алюминия, а также катионы металлов, которые стабилизируют их, наиболее часто: натрия, калия, лития, кальция, а также ограниченной водой. Помимо четко определенных полимерных цепей, в них происходят различные смешанные фазы, как правило между: оксидом кремния, непрореагировавшим алюмосиликатным субстратом и иногда кристаллизовавшимся алюмосиликатом типа цеолит. Можно принять две основные категории разделения геополимеров. Первый из них учитывает элементарные звенья полимерных цепей:

1. $\text{Si-O-Al-O-Si-O-Si-O -}$.
2. Si-O-Al-O-Si-O - .
3. Si-O-Al-O .

Портландцементы устанавливаются благодаря особому феномену гидратации. Это процесс соединения из-за перекрытия и взаимного влияния отдельных фаз клинкера, которые вступают в реакцию с водой. Общий процесс гидратации состоит из трех основных этапов. Растворение растворимых соединений в воде, что является надлежащей гидратации, которая состоит в создании первичной фазы в коллоидном состоянии (образование пластической массы) и кристаллизации продуктов гидратации (затвердевание пластичной массы).

Начальная стадия правильной гидратации цемента связано в первую очередь с фазой C_3A . В результате быстрой реакции этой фазы, образуются крупные кристаллы гидратных алюминатов кальция. В процессе формирования бетона на основе геополимеров, ситуация выглядит иначе, чем в случае бетона на основе портландцемента.

В случае бетона на основе геополимеров, весь процесс обычно известен как процесс полимеризации состоящий из ряда реакций, которые не проникают друг в друга, но следуют друг за другом. В каждой из фаз, мы можем наблюдать постепенное высвобождение добавленной воды, которая является характерным явлением процесса полимеризации.

Вещество, которое первоначально представляет собой порошок, входит в гелевую фазу, чтобы стать твердым телом после начала процесса полимеризации.

Другой процесс установки двух связующих из представленных, делает материалы различными по своим параметрам прочности. Процесс полимеризации является значительно более сильным процессом, который переводит в геополимерный бетон номинально прочнее, чем в случае цементного бетона. Более того, полимерные связи обеспечивают получение прочности для бетонной смеси на уровне, будучи в 2–3 раза выше по сравнению с прочностью классического бетона на основе портландцемента.

Первый и самый простой способ для получения геополимерного связующего для производства бетона является использование летучей золы (золы-уноса) для этой цели, которая представляет собой побочный продукт в процессе

сжигания угля в угольных электростанциях. Составы смесей позволяют получить высокопрочный бетон. Детальные исследования показывают, что на базе геополимерного связующего вещества, полученного посредством реакции щелочного активатора (в виде гидроксида натрия и силикат натрия), который действует на побочный продукт при сжигании угля. Эти исследования показали, что в отношении свойств, этот бетон отклоняется от одного произведенного на основе портландцемента.

Как упоминалось ранее, использование золы-уноса является самым дешевым способом получения геополимеров. Кроме того, это также является экологически чистым подходом, что делает практическое использование этого материала возможным в строительной индустрии.

Тем не менее, нужно помнить, что не все летучая зола может быть использована для производства геополимерного бетона. Некоторые из зол-уноса, которые образуются в результате реакции сжигания угля на электростанциях и в тепловых электростанциях могут быть высококальциевыми. В связи с этим фактом, не может быть предоставлено смесей на основе золы с повышенным содержанием кальция. Следовательно, не рекомендуется использовать такой бетон в ответственных конструкциях. Тем не менее, он может быть использован в промышленных и транспортных структурах.

Зола-уноса уже претерпела многочисленные эксперименты, как дополнение к портландцементу в производстве бетонах. Добавив его в цемент, могут быть получены бетоны с повышенной прочностью.

Список литературы

1. Гончарова М.А. Разработка составов геополимерного бетона для конструкционного материала / М.А. Гончарова, Н.А. Матченко // Научные исследования: от теории к практике: Материалы V Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 06 нояб. 2015 г.). В 2 т. – Т. 2 / Редкол.: О.Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2015. – №4 (5). – С. 15–18.

2. Błaszczynski T., Wolek E.: Modyfikowane cementowe betony drogowe w przypadku obciążenia statycznego i cyklicznie zmiennego, IV Międzynarodowa

Konferencja Naukowo – Techniczna «Nowoczesne Technologie w Budownictwie Drogowym». – Poznań, 2009.

3. Исследование свойств геополимерного бетона с целью применения его в строительстве [Текст] / Н.А. Матченко, Г.С. Дедаев, И.В. Ламов // Научное сообщество студентов: Материалы VII Междунар. студенч. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 28 февр. 2016 г.) / Редкол.: О.Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016. – С. 181–183.

4. Международная научно-техническая конференция молодых ученых Белгород 2016 / Н.А. Матченко // «Применение геополимерных вяжущих и бетонов на их основе в строительных конструкциях».

5. Исследование активности минеральных добавок из отходов металлургической промышленности / А.Д. Корнеев, М.А. Гончарова, А.В. Копейкин // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. – 2014. – №4. – С. 51

6. Формирование систем твердения композитов на основе техногенного сырья / М.А. Горчарова, Е.М. Чернышов // Строительные материалы. – 2013. – №5. – С. 60–63.