УДК 666.96.15

Е.О.САВЕЛЬЕВА
Тверской государственный технический университет

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА ТЕРМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ ТОРФОМИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Представлены результаты исследований по оптимизации процесса гидрофобной модификации строительных материалов добавками на основе торфа и промышленных отходов его переработки. Экспериментально определены оптимальные температурные режимы обработки органоминеральных смесей и концентрации органических компонентов в минеральных вяжущих материалах.

The paper presents research results on optimization of hydrophobic modification of construction materials by addition of peat and peat processing by-products. Optimal temperature conditions for processing of organic-and-mineral mixture and concentrations of organic components in mineral binders are experimentally determined.

В торфодобывающем и перерабатывающем производстве Российской Федерации в последние 10-15 лет наметилась стойкая тенденция к сокращению применения торфа в энергетических целях. Поэтому необходимо развивать научные исследования, связанные с поиском новых нетрадиционных направлений использования этого ценного природного ресурса. Кроме того, при промышленной добыче торфяного сырья образуется значительное количество отходов в виде древесных остатков, извлекаемых из залежи, а также некондиционного торфа, подвергшегося процессам саморазогревания при хранении в штабелях.

В Тверском государственном техническом университете разработан универсальный метод гидрофобизации минеральных дисперсных материалов добавками из торфяного сырья и отходов его производства, который в настоящее время предлагается применять для модификации минеральных вяжущих и строительных материалов на их основе [1].

В строительном производстве наибольшее распространение получили следующие виды гидрофобных добавок: мылонафт, асидол, асидол-мылонафт, окисленный петролатум, синтетические жирные кислоты и их кубовые остатки, модифицированные кубовые остатки синтетических жирных кислот, битумные дисперсии и кремнеорганические жидкости. Наилучшими показателями из рассмотренных выше соединений обладают кремнеорганические жидкости, разработанные под руководством акад. А.А.Пащенко [3]. Они достаточно эффективны и, в отличие от других органических соединений, отличаются высокой стойкостью к действию кислорода воздуха, света и тепла. Одним из основных недостатков способов нанесения гидрофобных кремнеорганических покрытий на материалы является сложность технологий, а также сравнительно высокая стоимость самих добавок.

Преимуществом разрабатываемого метода является практически неограниченная сырьевая база органических материалов, включающая в себя отходы производства. Этот метод переработки органического вещества позволяет придавать гидрофобные свойства изначально гидрофильным соединениям торфа.

В работе применялись органические добавки, выделяемые механическим способом при помощи операций измельчения и грохочения из низинного осокового (степень разложения $R_т$ = 50 %), верховых пушицево-сфагнового ($R_т$ = 45 % и $R_т$ = 25 %) и магелланикум ($R_т$ = 5-10 %) торфа (в том

числе и подвергшегося саморазогреванию), опилок хвойных древесных пород (сосна, ель) и древесины пней. Органическая модифицирующая добавка вносилась в цемент в количестве 0,5-10 %. Соотношение компонентов зависело от вида материала, необходимого гидрофобного эффекта и других качественных характеристик конечного продукта.

Для усиления гидрофобного эффекта применялась термохимическая обработка органоминерального сырья без доступа кислорода. Это позволило проводить активацию при температуре от 200 до 350 °С (низкотемпературный режим), в то время как в аэробном режиме процесс возможен только при температуре до 200 °С. При нагреве торфа до 200-500 °С и выше в нем значительно увеличивается содержание гидрофобных веществ по сравнению с исходным торфом. Процесс активации органоминеральной смеси вяжущего и гидрофобизующей добавки основан на сорбции частицами цемента гидрофобных компонентов (в основном битумов), выделяющихся при химической обработке органического вещества торфа и биомассы. Кроме битумов, которые по своей природе являются гидрофобными веществами, методы химической модификации позволяют придавать водоотталкивающие свойства изначально гидрофильным соединениям, например гуминовым и фульвовым кислотам.

Известно, что даже при невысокой относительной влажности воздуха цемент поглощает незначительное количество паров воды и углекислый газ, что приводит к образованию на его поверхности гидратов и карбоната кальция. В результате этих процессов минеральное вяжущее комкуется, слеживается и при его применении происходит существенное снижение прочности цементных растворов и бетонов. При проведении гидрофобизации материала на поверхности минеральных зерен цемента образуется адсорбционная водоотталкивающая пленка, которая препятствует проникновению воды (водяного пара) к вяжущему и не допускает его гидратирования и слеживания.

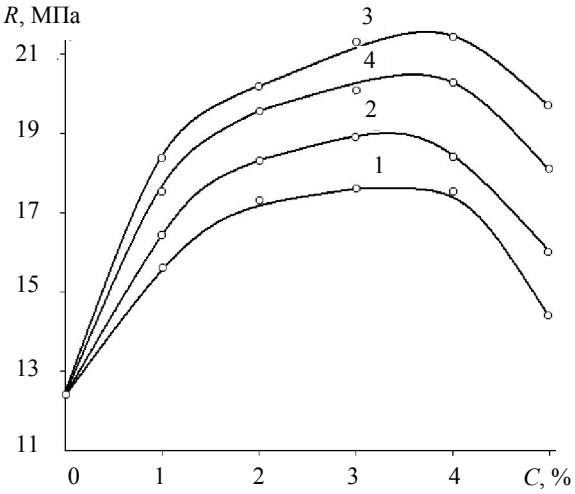


Рис.1. Зависимость прочности на сжатие образцов из портландцемента М-500 от концентрации гидрофобно-модифицирующих добавок из торфяного сырья, подвергшегося термоактивации при температуре
1 – 200 °С; 2 – 250 °С; 3 – 300 °С; 4 – 350 °С

В связи с тем, что предполагается отрицательное влияние органических добавок на прочностные показатели формованных образцов, был выполнен ряд экспериментов (рис.1). Анализ результатов свидетельствует о том, что наилучшие показатели прочности достигаются при температуре 300 °С и концентрации органических компонентов 3-4 %. В этом же диапазоне концентраций достигаются наименьшие значения водопоглощения (рис.2).

Вероятнее всего, при 300 °С в анаэробном режиме происходит значительный выход битумов из торфа и биомассы, и одновременно такого энергетического воздействия на композиционную смесь недостаточно для удаления гидрофобных пленок с минеральных зерен дисперсного материала. При более высокой температуре одновременно с термолизом органического вещества добавок идут процессы дегидратации гипса, который в небольших количествах вносится в цемент для улучшения его качественных характеристик. Этим можно объяснить некоторое снижение прочности образцов.

При увеличении концентрации добавок до 5 % одновременно с уменьшением водопоглотительных характеристик снижается прочность образцов. Объясняется это тем,

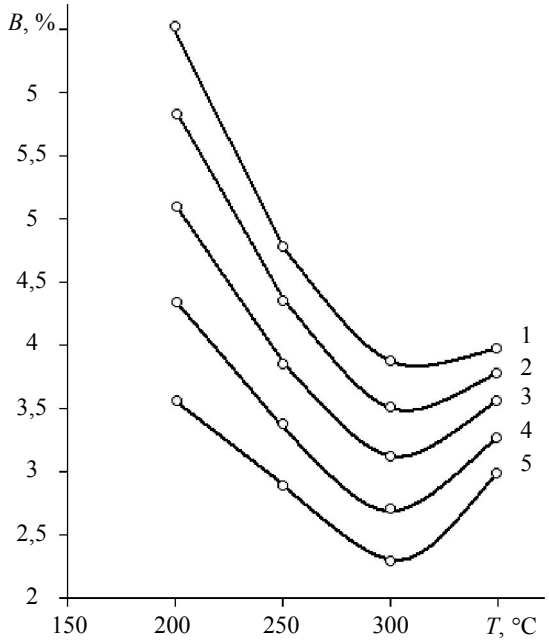


Рис.2. Зависимость водопоглощения цементных образцов *B* от температуры *T* активации органических компонентов при их различных концентрациях в минеральном вяжущем материале

1 – 1 %; 2 – 2 %; 3 – 3 %; 4 – 4 %; 5 – 5 %

что при такой концентрации добавок гидрофобные пленки не допускают к минеральным зернам вяжущего то количество воды, которое необходимо для образования всех возможных контактов в структуре твердеющего цементного раствора (или бетона). Необходимо подчеркнуть, что отрицательное влияние гидрофобно-модифицирующих добавок на прочность снижается при твердении растворов во влажных условиях, в то время как твердение цементов со многими полимерными добавками во влажной среде, наоборот, приводит к снижению прочности [2]. Это свидетельствует о том, что разработанные модификаторы не принимают активного участия в процессах гидратации, а только сопутствуют им, создавая «водозащитные барьеры» в структуре цементного камня и на межструктурном уровне. Поэтому большое внимание при проведении экспериментов уделялось качеству перемешивания компонентов.

Таким образом, установлено, что для увеличения гидрофобного воздействия на строительный материал необходимо применять анаэробную термоактивацию модифицирующих добавок при температуре от 200 до 350 °С, причем наилучшие показатели наблюдаются при 300 °С и концентрации добавок от 3 до 4 %. В связи с повышенным содержанием битумных соединений в качестве исходного сырья наиболее эффективно применение торфа, подвергшегося процессу саморазогревания при хранении в штабелях, а также древесины пней, извлекаемых из залежи при проведении ремонта производственных площадей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гидрофобизация сухих строительных смесей добавками из органических биогенных материалов / О.С.Мисников, О.В.Пухова, Д.Ю.Белугин, П.Ф.Ащеульников // Строительные материалы. 2004. № 10. С.2-4.

2. *Круглицкий Н.Н.* Физико-химическая механика цементно-полимерных композиций / Н.Н.Круглицкий, Г.П.Бойко. Киев: Наукова думка, 1981. 240 с.

3. Полифункциональные элементоорганические покрытия / Под ред. А.А.Пащенко. Киев: Вища школа, 1987. 198 с.

Научный руководитель доц. *О.С.Мисников*