

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ РЕМОНТНОГО КОМПАУНДА МОДИФИКАЦИЕЙ ЕГО НАНОЧАСТИЦАМИ ОКСИДА ЖЕЛЕЗА

С.Н. Новоселова, Т.К. Углова

В работе представлены результаты исследований по влиянию нанодисперсного оксида железа на характеристики композиционного материала, предназначенного для ремонта и восстановления инженерных сооружений и горных массивов, в т.ч. мраморных.

Ключевые слова: полимерные композиты, ремонтный компаунд, наночастицы, оксид железа, микрокальцит, растекаемость, прочность, адгезия.

Основная тенденция промышленности полимерных композиционных материалов в настоящее время заключается не столько в разработке новых составов, сколько в модификации ранее известных, позволяющей целенаправленно регулировать структуру и свойства композитов (растекаемость, деформационно-прочностные свойства, атмосферостойкость и др.). Одним из наиболее распространенных и эффективных способов модификации при получении полимерных композитов с улучшенными характеристиками является введение в них наноструктурирующих добавок, в основном порошков металлов высокой дисперсности.

В работе представлены результаты исследований по влиянию нанодисперсного оксида железа (II) на характеристики ранее разработанного композиционного материала (К-1, К-2), предназначенного для ремонта и восстановления инженерных сооружений и горных массивов, в т.ч. мраморных [1-2]. Композит состоит из многокомпонентной полимерной матрицы, включающей эпоксидный олигомер, низкомолекулярный синтетический каучук, пластификатор и технологические добавки, наполнителя и низкотемпературного аминного отвердителя АФ-2.

В качестве наполнителя использовался высокодисперсный мраморный порошок (микрокальцит) с размером частиц менее 50 мкм.

Нанопорошок оксида железа (II) имеет частицы в виде игольчатых кристаллов средним размером 4 нм и удельную поверхность 237,9 м²/г. Он достаточно однороден по размеру частиц, а образованные из них агломераты имеют рыхлую структуру и легко разрушаются.

Одним из условий получения модифицированных нанопорошками наполненных полимерных композиций с высокими техническими характеристиками является равномерное распределение структурирующей добавки в полимерной матрице, которое достигается различными технологическими приемами. Проведенные на начальном этапе работ исследования, когда наномодификатор вводили

в эпоксидную смолу, показали, что перемешивание с помощью высокоскоростного механического устройства не обеспечивает равномерного диспергирования в ней частиц наполнителя (рисунок 1 а), а достичь хорошего его распределения возможно при дополнительном воздействии ультразвукового поля (рисунок 1 б).



Рисунок 1. Распределение наночастиц оксида железа в эпоксидной смоле с применением: механического устройства (а); механического устройства и ультразвукового диспергатора (б)

Аналогичные результаты получены и при введении наномодификатора в полимерную матрицу, наполненную микрокальцитом. Длительность применения ультразвука составляла 30 минут. Высокая однородность полученной смеси косвенно подтверждается сохранением ею седиментационной устойчивости в течение 7 суток.

Для низковязких ремонтных составов, предназначенных для восстановления монолитности природных материалов, особенно важными являются высокая растекаемость, определяющая способность заполнять трещины малой раскрытости, и стабильность прочностных характеристик в течение длительного времени.

Прочность при сжатии $\sigma_{сж}$ определяли на предварительно подготовленных к испытаниям образцах отвержденного компаунда (отшлифованные грани образцов, к которым прикладывается нагрузка, должны быть параллельными) кубической формы с длиной ребра $3,00 \pm 0,05$ см. Сжатие проводили на прессе МС-1000. Момент разрушения образца устанавливали по началу обратного движения указательной стрелки силоизмерителя при работающем нагружающем устройстве и при появлении трещин.

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ РЕМОНТНОГО КОМПАУНДА
МОДИФИКАЦИЕЙ ЕГО НАНОЧАСТИЦАМИ ОКСИДА ЖЕЛЕЗА

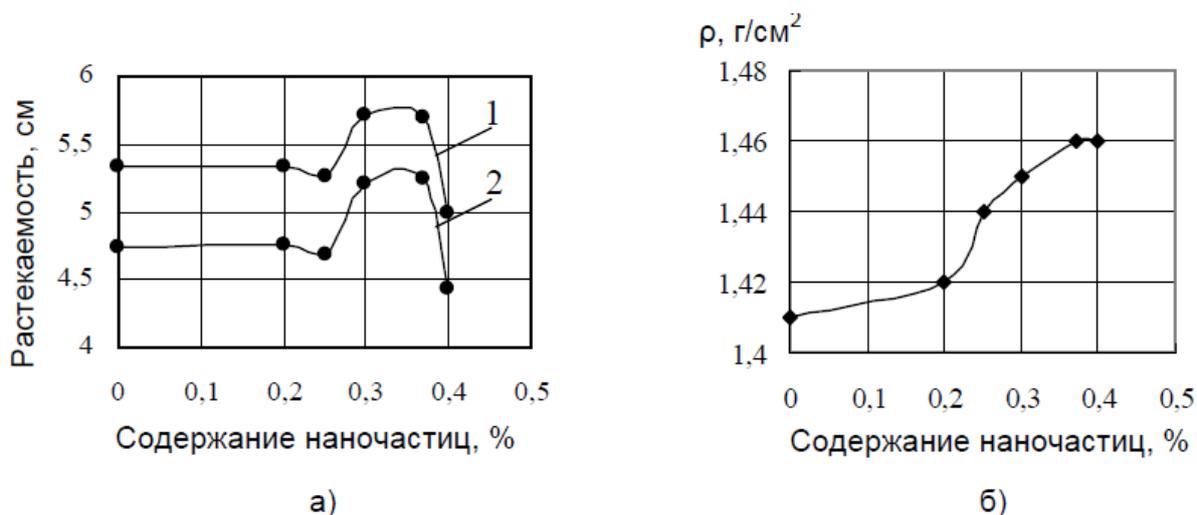


Рисунок 2. Влияние содержания наночастиц оксида железа (II) на растекаемость неотвержденного (а) и плотность отвержденного (б) композита

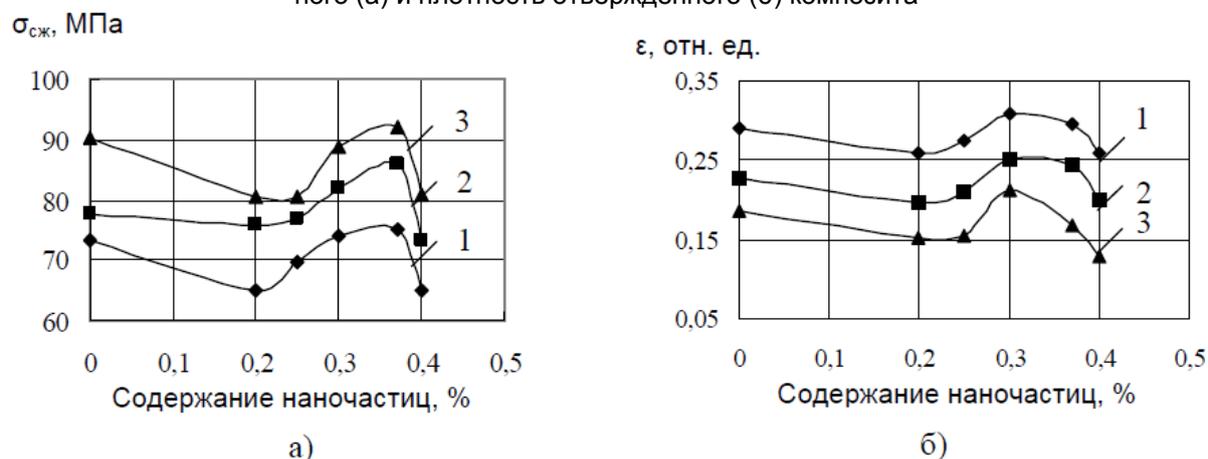


Рисунок 3. Влияние содержания наночастиц оксида железа (II) на прочность (а) и относительную деформацию (б) образцов композита, отвержденных в течение: 10 сут. (1), 20 сут. (2), 30 сут. (3)

Предел прочности при сжатии, МПа, рассчитывали по формуле: $\sigma_{сж} = F_{\max} / S$, где F_{\max} – разрушающая нагрузка, Н; S – площадь грани образца, подвергаемой сжатию, m^2 .

Текучесть неотвержденной массы (растекаемость) определяли по разработанной в лаборатории методике, в соответствии с которой навеску композиции массой $1,50 \pm 0,01$ г помещали между стеклянными пластинками, сверху по центру на 1 мин устанавливали груз массой 50,0 г. За растекаемость принимали среднеарифметическое значение диаметра растекшегося пятна, измеренного с точностью 0,01 см в четырех направлениях. Экспериментальные результаты исследований представлены на рисунках 2-3. Исследования показали, что положительное влияние ультрадисперсного модификатора проявляется в диапазоне 0,30-0,37 % его содержания в составе. При этих количе-

ствах обеспечиваются максимальные значения растекаемости и механических характеристик.

Необходимо отметить, что повышение растекаемости в узком диапазоне процентного содержания модификатора является важным положительным эффектом для таких материалов, как ремонтные компаунды, клеи и др., применяемых для ликвидации трещин малой раскрытости.

Закономерное повышение плотности образцов (рисунок 2 б) говорит об оптимальности созданной упаковки и снижении пористости композиционного материала, что является важным при использовании его в условиях повышенной влажности.

Введение нанопорошка практически не влияет на кинетику отверждения композита (рисунок 3). Разработанные композиции экологически безопасны, негорючи, устойчивы к тепловым, вибрационным и длительным на-

грузкам и могут применяться для выполнения ремонтных работ в таких областях как строительство, коммунальное хозяйство, камнедобывающая и камнеобрабатывающая промышленность, архитектура и электроника.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новоселова С.Н., Углова Т.К., Ишматов А.Н. // Сб. докл. II Всерос. науч.-практ. конф. студентов,

аспирантов и молодых ученых «Техника и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности», г. Бийск, 14-15 мая, Бийск: БТИ АлтГТУ. – 2009. – С. 47-50.

2. Новоселова С.Н., Углова Т.К., Татаринцева О.С. // Сб. трудов XII научно-практической конференции «Химия XXI век: новые технологии, новые продукты», г. Кемерово, 21-22 апреля, Кемерово. – 2009. – С. 67-69.

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ТРИНИТРОФЛОРОГЛЮЦИНА

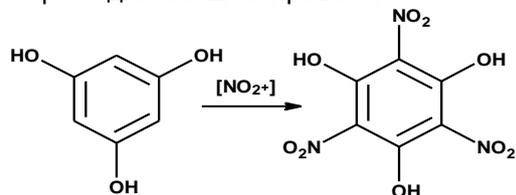
А.С. Дубков, В.Н. Сурмачев, С.В. Сысолятин, А.Н. Ишматов

В работе представлены результаты экспериментальных исследований влияния типа нитрующей системы, характеристик исходного флороглюцина и режимов процесса нитрования на качество и выход тринитрофлороглюцина. Установлено, что тринитрофлороглюцин предпочтительно получать в нитрующей системе азотная кислота / серная кислота (80 / 20) с массовым модулем 15.

Ключевые слова: тринитрофлороглюцин, нитрование, перекристаллизация, окисление.

Тринитрофлороглюцин (ТНФГ, 1,3,5-тригидрокси-2,4,6-тринитробензол) является промежуточным продуктом в синтезе мощного термостойкого низкочувствительного ВВ 1,3,5-триамино-2,4,6-тринитробензола (ТАТБ). Соли ТНФГ рассматриваются как перспективные иницирующие ВВ.

В литературе описаны способы нитрования флороглюцина, применимые лишь для наработки небольших количеств ТНФГ в лабораторных условиях. В ряде способов [1, 2] используются большие количества серной кислоты. Методы [3, 4] использующие 65 %-ную азотную кислоту также не представляют интереса для масштабирования.



Исследование нитрования дигидрата флороглюцина в азотной кислоте при температуре от минус 10 °С до минус 5 °С и времени выдержки 10 минут показало, что максимальный выход ТНФГ наблюдается при проведении процесса с массовым модулем по азотной кислоте, равным 20, и составляет 65 % (рисунок 1).

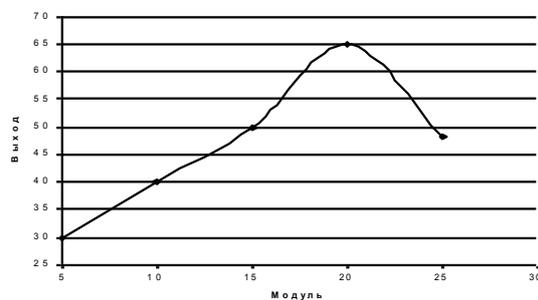


Рисунок 1. Зависимость выхода тринитрофлороглюцина от массового

Столь низкий выход, вероятно, связан с окислительными процессами, активно протекающими в азотной кислоте, а при повышении модуля с растворимостью ТНФГ в разбавленной 25 %-ной азотной кислоте.

С целью увеличения выхода ТНФГ было проведено исследование процесса нитрования в нитрующих системах, характеризующихся более низкой окислительной способностью. Для этого были использованы смеси азотной кислоты с нитратом аммония, мочевиной, а также серно-азотные смеси с различным содержанием серной кислоты.

Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1