Модифицирование натуральных и синтетических волокнистых материалов с использованием разряда атмосферного давления в потоке воздуха

Л.А. Кузьмичева, Д.И. Никитин, Ю.В. Титова, В.А. Титов

Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, г. Иваново, Россия, jvt@isc-ras.ru

В последние годы внимание исследователей привлекают различные типы газовых разрядов атмосферного давления как источники активных частиц для модифицирования поверхности полимерных материалов. Наряду с давно известными коронными и поверхностно-барьерными разрядами рассматриваются возможности использования так называемых «плазменных струй» (plasma jet), преимуществами которых являются простота аппаратурного оформления и возможность локальной обработки поверхности.

В данной работе исследованы процессы поверхностного модифицирования полимерных волокнистых материалов из полипропилена, полиэтилентерефталата, льна и его смесей с хлопком в послесвечении разряда постоянного тока, возбуждаемого в потоке воздуха при атмосферном давлении. Разряд зажигали при расстоянии между электродами из нержавеющей стали 0,5 – 1,2 мм, скорости потока воздуха 25 – 155 м/с и токе разряда 5 – 50 мА. Образцы полимеров располагали на вращающемся барабане ниже источника плазмы по потоку газа на расстоянии 3 – 15 мм. Результаты обработки характеризовали краевыми углами смачивания поверхности, скоростью впитывания жидкости и скоростью ее капиллярного подъема. Экспериментально получены физические характеристики разряда: напряженность поля в плазме, температура газа, спектральный состав излучения. На основе спектральных измерений сделаны оценки концентрации атомарного кислорода.

Эксперименты показали, что температура газа в плазме составляет ~1600 К при колебательной температуре молекул азота ~4200 К, однако уже на расстоянии 3 мм от зоны плазмы температура газа близка к комнатной. Концентрация атомов кислорода в плазме ~1016 см–3.

Плазмохимическая обработка приводит к улучшению гидрофильности всех исследованных волокнистых материалов. Например, для нетканого полипропиленового материала СУФ-17 угол смачивания водой уменьшается от 130 до 70 градусов уже через 10 с обработки. Время впитывания капли жидкости для различных волокнистых материалов сокращается до 3 – 10 с в зависимости от условий обработки. Следует отметить, что полученные результаты близки к тем, что достигаются в плазме пониженного давления. Однако характерная ширина модифицированной области материала при использовании плазмы атмосферного давления не превышает 5 – 10 мм.

Структурно-химические изменения на поверхности полимеров исследованы методом ИК спектроскопии МНПВО с использованием пленок полипропилена. Изменения топографии поверхности контролировали методом атомно-силовой микроскопии. Показано, что на поверхности пленок образуются новые кислородсодержащие группы, а травление материала активными частицами приводит к увеличению шероховатости поверхности.

Получены зависимости результатов модифицирования от тока разряда, скорости потока газа и расстояния от плазмы до образца. Проанализированы возможности различных активных частиц в инициировании реакций, приводящих к модифицированию поверхности.