Газообразные продукты взаимодействия полимеров с плазмой аргона и их влияние на параметры плазмы

С.А. Смирнов1, Д.В. Кадников1, А.А. Овцын1, Т.Г. Шикова1, В.А. Титов2

1Ивановский государственный химико-технологический университет, г. Иваново,
 Россия, sas@isuct.ru
2Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, г. Иваново, Россия

Обработка полимеров в плазме пониженного давления всегда сопровождается выделением газообразных продуктов, которые могут существенно изменить состав и параметры плазмы. Так, разрушение функциональных групп при обработке гетероцепных полимеров в плазме инертных газов ведет к появлению молекулярных продуктов, возбуждение и диссоциация которых меняют состав активных частиц, воздействующих на полимер. В результате можно ожидать изменения эффективности модифицирования поверхности и даже самого его результата. Цели настоящей работы: (1) получить экспериментальные данные о составе и скоростях выделения газообразных продуктов при действии плазмы аргона на полимеры с различными функциональными группами в макроцепях: полипропилен (ПП), полиэтилентерефталат (ПЭТФ), полиарамид (ПА), – и (2) экспериментально оценить влияние продуктов на напряженность электрического поля, температуру газа, состав излучения и другие характеристики плазмы. Полимеры обрабатывали в плазме разряда постоянного тока в аргоне при *р =* 30 – 300 Па и *i =*20 – 110 мА. Состав газовой фазы определяли с использованием масс-спектрометра ИПДО-2А, спектры излучения регистрировали спектрофотометром AvaSpec-2048FT-2-SPU. Подробнее установка и методики описаны в [1, 2]. Результаты масс-спектральных измерений и спектры излучения показали следующее. В плазме Ar (даже в отсутствие полимера в реакторе) имеются примеси О2, N2, H2О и СО, связанные как с чистотой исходного газа, так и с десорбцией со стенок реактора. При действии плазмы на полимеры с максимальной скоростью (*W*~ (3 – 10)·1015 см–2c–1) выделяется водород, при деструкции ПА появляются также молекулы N2, СО (*W*~(1-3)·1015 см–2c–1) и H2О *W*~ (4 – 10)·1014 см–2c–1, суммарная мольная доля продуктов изменяется от 0.15 до 0.39 в зависимости от площади полимерного образца в реакторе, тока разряда и давления. С изменением состава газовой фазы меняется напряженность поля, поддерживающего плазму, температура газа и интенсивности излучения возбужденных компонентов, включая атомы аргона. Все перечисленные параметры зависят от площади обрабатываемого материала, причем эти зависимости немонотонны. Предварительные расчеты ФРЭЭ показали, что учет соударений с молекулами продуктов приводит к увеличению средней энергии электронов по сравнению с плазмой в «чистом» аргоне (с 4,9 до 5,6 эВ), при этом константы скоростей процессов с относительно низкими пороговыми энергиями меняются незначительно. Около 90% энергии электронов расходуется на возбуждение колебательных уровней молекул H2, CO, N2, NO и Н2О. Оценка концентрации электронов из проводимости плазмы дает небольшое изменение с 3,4·1010 до 1,3·1010 см–3. Дальнейший анализ требует учета более широкого набора процессов с участием газообразных продуктов плазмохимических превращений.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Ивановской области в рамках научного проекта № 15-42-03124-р-центр-а.

Литература

1. Rybkin V.V., Kuvaldina E.V., Smirnov S.A., Titov V.A., Ivanov A.N., High Energy Chemistry, 1999, V.33, P.409-412
2. Smirnov S.A., Rybkin V.V., Ivanov A.N., Titov V.A., High Temperature. 2007. V. 45. № 3. P. 291-297.