Влияние газообразных продуктов взаимодействия плазмы аргона с полиэтилентерефталатом на параметры плазмы и кинетику генерации активных частиц

Смирнов С.А., 1Титов В.А., Овцын А.А., Кадников Д.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет, г. Иваново,
 Россия, sas@isuct.ru
1Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, г. Иваново, Россия,
 titov25@gmail.com

Неравновесная плазма аргона при пониженном или атмосферном давлении используется для модифицирования поверхности полимерных материалов. Выделение газообразных продуктов реакций с полимерами существенно меняет состав и параметры плазмы [1, 2]. Цель данной работы — выявить влияние продуктов деструкции ткани из волокон полиэтилен-терефтала (ПЭТФ) на напряженность электрического поля, температуру газа, состав излучения, и другие характеристики плазмы аргона, а также оценить изменения в кинетических характеристиках электронного газа и скоростях генерации активных частиц плазмы. Ткань обрабатывали в плазме разряда постоянного тока в аргоне (*р =* 30 – 300 Па, *i =*20 – 110 мА). Установка и методики экспериментов описаны в [3], методы расчетов — в [4]. В плазме Ar (даже без полимера) имеются примеси О2, N2, H2О и СО, обусловленные чистотой исходного газа и десорбцией со стенок реактора. При действии плазмы на полимер суммарная мольная доля молекулярных продуктов существенно изменяется в зависимости от площади образца и составляет 0,15 – 0,39. В результате меняется напряженность поля, поддерживающего плазму, температура газа и интенсивности излучения возбужденных компонентов [2]. Расчеты ФРЭЭ показали, что увеличение мольной доли продуктов деструкции ведет к уменьшению средней энергии электронов (с 3,24 до 2,75 эВ). Это слабо сказывается на коэффициентах скоростей процессов с относительно низкими пороговыми энергиями (возбуждение колебательных уровней H2, CO, N2, NO и Н2О), но для процессов c высокими порогами (включая возбуждение уровней Ar) скорости уменьшаются на несколько порядков: ослабляются потоки квантов УФ-излучения (от 6,0 × 1015 до 3,0 × 1014 см–2с–1) и метастабильных атомов Ar (от 2,0 × 1016 до 1,0 × 1015 см-2с-1) на поверхность полимера. С продуктами деструкции связано и появление новых активных частиц, потоки которых на стенку реактора зависят от площади обрабатываемого материала. Например, в плазме Ar с примесями O2 (0,1%) и H2O (0,8%) концентрация атомов O(3*P*) составляет 3,0 × 1013 см–3 при суммарной скорости образования *w=*2,5 × 1015·см-3 с-1, а концентрация радикалов ОН — 4,0 × 1011 см–3 (*w =*2,5 × 1014 см–3с–1). Внесение в плазму образца ПЭТФ (*S*= 36 см2) ведет к падению концентрации O(3*P*) до 2,0·1012 см–3, поток атомов О на поверхность полимера составляет 4,0 × 1014 см-2 с-1, увеличивается поток радикалов OH от 2,0 × 1014 до 2,5 × 1015 см–2 с-1.

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

Литература

1. Титов В.А., Шикова Т.Г., Смирнов С.А., Овцын А.А., Кузьмичева Л.А., Хлюстова А.В., Известия вузов. Химия и хим. технология. 2016. Т. 59. № 7. С. 61-67.
2. Смирнов С.А., Титов В.А., Шикова Т.Г., Овцын А.А., Кадников Д.В., Прикладная физика. 2016. № 4. С. 43-48.
3. Smirnov S.A., Rybkin V.V., Ivanov A.N., Titov V.A., High Temperature. 2007. V. 45. № 3. P. 291-297.
4. Shutov D.A., Smirnov S.A., Bobkova E.S., Rybkin V.V., Plasma Chem. Plasma Process. 2015. V. 35. № 1. P. 107 – 132.