

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ РУЛОННЫХ  
ПОЛИИМИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ВАКУУМНОЙ  
ПЛАЗМЕ ДУАЛЬНОГО МАГНЕТРОНА  
В СМЕСИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ГАЗОВ**

*Белорусский национальный технический университет*

*г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент. Латушкина С.Д.*

На основе ароматических полиимидов (ПМА) получают технические материалы, предназначенные для длительной эксплуатации при температурах 250–300 °С и более. ПМА пленочные материалы имеют структуру длинных гомогенных молекулярных цепей, образующих прочный однородный материал, обладают химической инертностью, повышенной стойкостью к радиации и ультрафиолету. Основными физико-механическими и теплофизическими свойствами таких пленок являются: плотность в диапазоне 1,25–1,47 г/см<sup>3</sup>, температура размягчения 200 °С, температура плавления выше 400 °С. Благодаря высоким механическим характеристикам при высокотемпературном воздействии ПМА пленка может заменить изоляцию из керамики и слюды. Эти же свойства позволяют рассматривать данный материал в качестве основы для изготовления наружного элемента композиционного материала, отражающего тепловое излучение, при производстве специальной одежды для пожарных, работников нефтегазовой отрасли, сварщиков, металлургов и военных в т.ч. космического применения.

Однако ПМА пленочные материалы имеют химически инертную поверхность с низким поверхностным натяжением, что затрудняет образование связей с подложками, печатными красками, покрытиями и клеями. Следовательно, для использования ПМА пленок в сочетании с другими материалами, требуется активация их поверхности для улучшения адгезии за счет повышения поверхностной энергии полимера.

Поверхностное модифицирование полимерных материалов с использованием ионное и электронно-плазменных методов позволяет повысить их служебные свойства, придать им комплекс специфиче-

ских характеристик. Наиболее эффективным практическим применением данных методов является их применение с целью повышения адсорбционных свойств, создания в поверхностных слоях заданной молекулярной структуры, шероховатости, обеспечивающих при последующем контактном взаимодействии высокую адгезионную прочность соединения.

Предложен способ активации рулонных пленочных материалов плазменным потоком газового разряда, создаваемого с использованием дуального магнетрона. Применение магнетронной системы обеспечивает формирование плазменного газоразрядного потока с широкой апертурой и управляемой плотностью, уменьшая тем самым вероятность локального повреждения обрабатываемого материала. Соблюдая условие минимального распыления титановой мишени, были определены состав и скорость подачи смеси рабочих газов для инициирования и поддержания газового разряда. В качестве технологических газов были выбраны азот, смесь азота с кислородом, смесь азота с кислородом и аргоном. Анализ полученных результатов показал, что в случае применения всех предложенных смесей технологических газов мощность магнетронного разряда должна находиться в интервале 4–17 кВт.

Измерения по контролю изолирующих свойств обработанной пленки, все полученные образцы не имели признаков ухудшения сопротивления изоляции ниже  $2 \times 10^8$  Ом при напряжении измерения 500 В, даже несмотря на присутствие в смеси технологических газов аргона, что свидетельствует об отсутствии существенного распыления мишени и осаждения титана на пленке.

Полученные результаты могут быть использованы для производства активированных пленочных материалов широкого спектра применения таких, как полиграфия, в пищевой (упаковка), электротехнической (электрические кабели) и электронной (электронные платы, шлейфы и т.п.), оборонной и космической отраслях.