

ПРЕИМУЩЕСТВА ГАЗА МАФ ПРИ ГИПЕРЗВУКОВОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ ДЕТАЛЕЙ

М.А. БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ, А.В. СОСНОВСКИЙ, Д.И. ТРУСОВ
Объединенный институт машиностроения, НАН Беларуси

Проведен анализ перспективы использования газа МАФ вместо пропана для нанесения металлических покрытий на полимерные подложки методом гиперзвуковой металлизации. Представлены результаты экспериментальных исследований грануляционного состава распыляемого материала и прочности сцепления покрытия с основой.

Введение. Технология металлизации пластмасс очень широко используется в современной промышленности. Она позволяет увеличить теплопроводность поверхности полимера или обеспечить его электропроводность, дает возможность отражать электромагнитное излучение, а также снизить газопроницаемость, повысить прочность и износостойкость полимерного материала, улучшить внешний вид и поверхностные свойства изделий.

К наиболее широко применяемым в промышленности способам металлизации полимеров относятся: вакуумное напыление; гальваническое осаждение; химическое осаждение за счет реакций восстановления металлов на поверхности полимера [1]. Наиболее приемлемым методом нанесения толстослойных металлических покрытий на полимерных материалах является газотермическое напыление, а в частности электродуговая металлизация. Данный метод позволяет наносить покрытия толщиной более 50 мкм. Более перспективным способом нанесения толстостенных металлических покрытий является технология гиперзвуковой металлизации (ГМ) (рисунок 1). В процессе ГМ распыление жидкого металла, образующегося в результате теплового воздействия электрической дуги на торцы двух проволочных электродов, производится струей продуктов сгорания пропано-воздушной смеси. При этом скорость струи на выходе из сопла достигает 1500 м/с при температуре 2200 К. Методом ГМ формируют покрытия с максимальной пористостью от 1 (для цветных металлов) до 4 (для стальных композиционных проволок) процентов. Прочность сцепления напыленных слоев с металлической подложкой составляет более 45 МПа [2].

Технология ГМ дает возможность наносить металлические покрытия толщиной более 100 мкм с высокой прочностью сцепления (2 – 2,5 МПа) на полимерные детали, что позволяет использовать полезные свойства обоих материалов для достижения необходимых характеристик.

Однако, несмотря на все преимущества ГМ, требования современного производства к деталям машин постоянно увеличиваются. Поэтому стоит задача повысить физико-технические свойства покрытий, и тем самым, совершенствовать процессы газотермического напыления.

Основным критерием, определяющим качество напыляемых покрытий, является скорость потока, распыляющего расплавленный металл. Чем выше скорость потока, тем выше скорость распыляемых частиц металла, и соответственно выше плотность, твердость покрытия, а также его прочность сцепления с основой. Из анализа литературы [3] можно сделать вывод, что наиболее простой и оптимальный путь повышения скорости распыляющей струи является увеличение ее температуры за счет смены горючего газа (пропана) на газ с большей энтальпией сгорания в смеси с воздухом. МАФ (метилацетилен-алленовая фракция), представляющий собой смесь метилацетилена и аллена (пропадиена), имеет температуру горения с воздухом на 240°С выше чем у пропана. Так же, для горения газа МАФ необходимо на 30% меньше кислорода, чем при горении пропана, что способствует снижению окисления распыляемого металла.

В ходе экспериментов на полимерные образцы из полиамида ПА6 установкой гиперзвуковой металлизации АДМ-10 наносились покрытия из алюминиевой АД1 с подслоем из цинковой Ц1 проволоки диаметром 2 мм.

Результаты исследований. В результате исследований был выявлен гранулометрический состав распыляемого материала из цинковой проволоки. На основе полученных данных были составлены графики (рисунок 1, 2), отражающие размеры частиц в струе и их процентный состав. Из графиков видно, что при использовании газа МАФ доля мелкодисперсных частиц (5 – 20 мкм) увеличивается в 1,5 – 3 раза, а количество более крупных фракций снизилось в 1,5 – 2,5 раза, что свидетельствует о более мелком распыле присадочного материала и, соответственно, более высокой плотности получаемого покрытия.

Исследования адгезии, проводимые с помощью адгезиметра Elcometer 506, показали, что прочность сцепления покрытия напыленного при использовании газа МАФ на 15 – 20 % выше, чем при использовании пропана и составляет 2,6 – 2,8 МПа. Это объясняется получением более

плотного покрытия благодаря мелкодисперсному распылению присадочного материала.

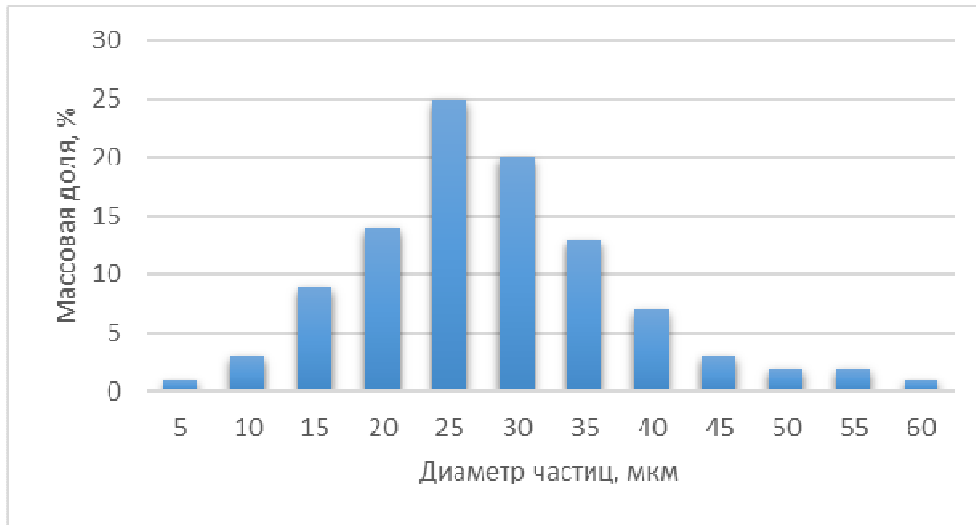


Рис. 1. Гранулометрический состав высокоскоростной струи при использовании пропана в качестве горючего газа

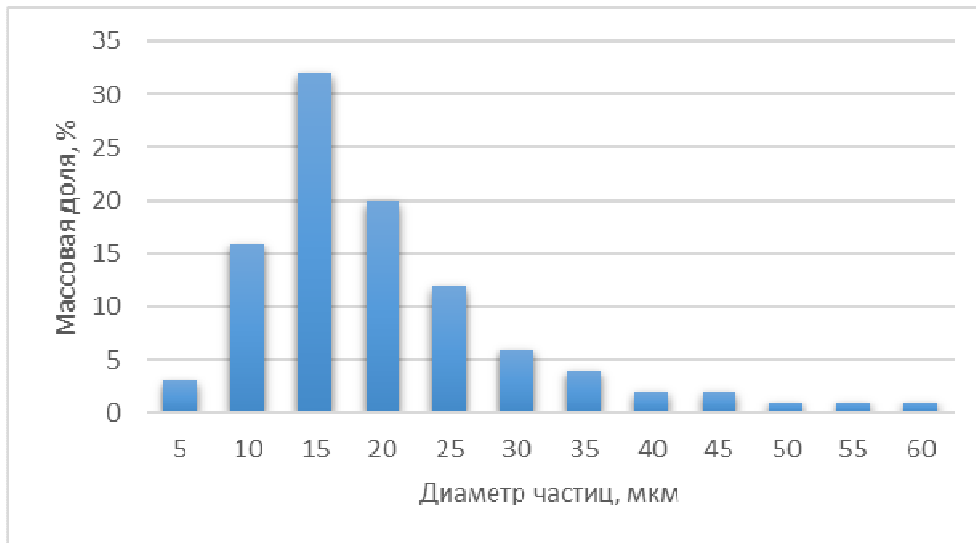


Рис. 2. Гранулометрический состав высокоскоростной струи при использовании МАФ в качестве горючего газа

Выводы. В результате проведенных исследований установлено, что благодаря замене горючего газа с пропана на МАФ удалось в несколько раз снизить размер частиц распыляемого материала из цинковой проволоки и при этом повысить прочность сцепления металлического покрытия с полимерной подложкой из полиамида ПА6 на 15 – 20%.

Исходя из проведенных исследований, можно сделать вывод, что замена горючего газа с пропана на МАФ является перспективным направлением для повышения физико-механических свойств получаемых покрытий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Применение полимеров в машиностроении [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mplast.by/encyklopedia/primenenie-polimerov-v-mashinostroenii/>. – Дата доступа: 13.03.2018.
2. Выбор технологических параметров процесса нанесения стальных покрытий методом гиперзвуковой металлизации / М.А. Белоцерковский [и др.] // Механика машин, механизмов и материалов. – 2015. – № 3 (32). – С. 52–58.
3. Ляшков, В.И. Теоретические основы теплотехники / В.И. Ляшков. – М. : Машиностроение, 2008. – 319 с.