

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИБРИДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

¹Бойцов Е.П., ¹Благинин С.И.*, ²Синьков А.В.

¹ООО «3D ЛАЙФ»

²Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета

*demilano@mail.ru

Получены образцы функциональных изделий, созданным по комбинированной (гибридной) технологии с применением аддитивной FDM-печати и гиперзвуковой металлизации. Показано, что новые изделия обладают улучшенной износостойкостью и применимы в составе оборудования основного производства промышленных предприятий, выпускающих химические волокна.

Ключевые слова: импортозамещение, высокотемпературные полимеры, 3D-печать, гиперзвуковая металлизация, гибридная технология.

IMPORT SUBSTITUTION OF FUNCTIONAL PRODUCTS USING HYBRID TECHNOLOGIES

¹Boytsov E.P., ²Blaginin S.I., ³Sinkov A.V.

¹LLC "3D LIFE"

²Volzhsky Polytechnic Institute (branch) of Volgograd State Technical University

Samples of functional products created using combined (hybrid) technology using additive FDM printing and hypersonic metallization were obtained. It has been shown that the new products have improved wear resistance and are applicable as part of the main production equipment of industrial enterprises producing chemical fibers.

Keywords: import substitution, high-temperature polymers, 3D-printing, hypersonic metallization, hybrid technology.

Аддитивное производство способом FDM для 3D-печати объектов сложного профиля из высокотемпературных полимеров типа PEEK, PEI, PPS и угле- и стеклонаполненных композитов с использованием промышленного оборудования 3D LIFE MASTER/ 3D LIFE THERMO (см. *рис. 1*) позволяет изготовить функциональные изделия на замену импортным для нефтехимической промышленности и других критических отраслей. Целью данного исследования является изготовление функциональных изделий с помощью аддитивной печати и гиперзвуковой металлизации.

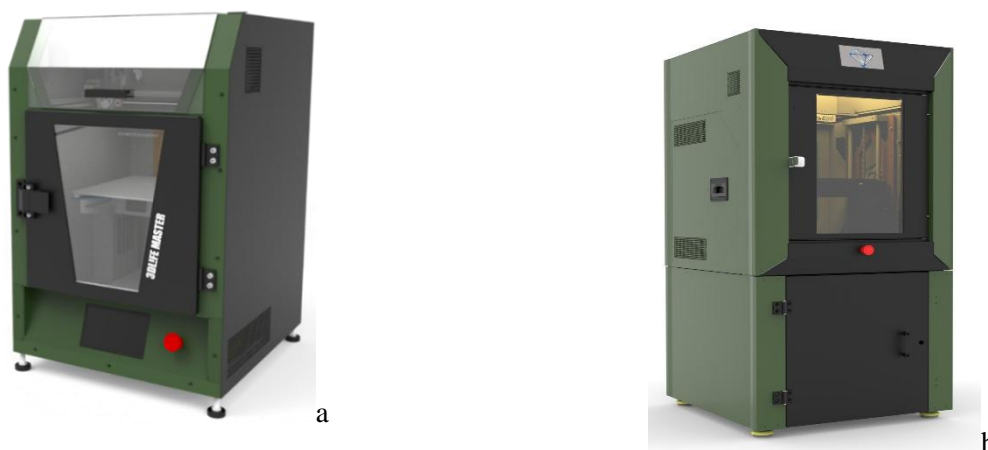


Рис. 1. Аддитивные установки с активной термокамерой: а) 3D LIFE MASTER; б) 3D LIFE THERMO

Аддитивные установки 3D LIFE MASTER / 3D LIFE THERMO имеют: активную термическую камеру с нагревом до 150/300 °С, рабочий стол с температурой нагрева до 150/250 °С, экструдер с нагревом до 450/550 °С. Этих характеристик достаточно для достижения точки температуры стеклования (Tg) таких материалов как, например, ПEEK (полиэфирэфиркетон) 143 °С или PEI (ULTEM) 186 °С и получения прочных, термически и химически стойких функциональных изделий [1, 2].

Специалистами Объединенного института машиностроения НАН Республики Беларусь разработана и применяется технология *гиперзвуковой металлизации (ГМ)*. Выпускается оборудование и разработаны технологические процессы нанесения износостойких, антифрикционных покрытий на детали машин и элементы конструкций (см. рис. 2). Главной отличительной особенностью ГМ является наличие малогабаритной высокоэффективной камеры сгорания воздушно-пропановой смеси, сверхзвуковая струя которой имеет на выходе скорость 1500 м/с при температуре 1850 °С. Это позволяет частицам расплавленного металла разогнаться в потоке до 500 м/с и формировать покрытие, имеющее плотность и прочность сцепления в 2–3 раза выше, чем при традиционной электродуговой металлизации [3].

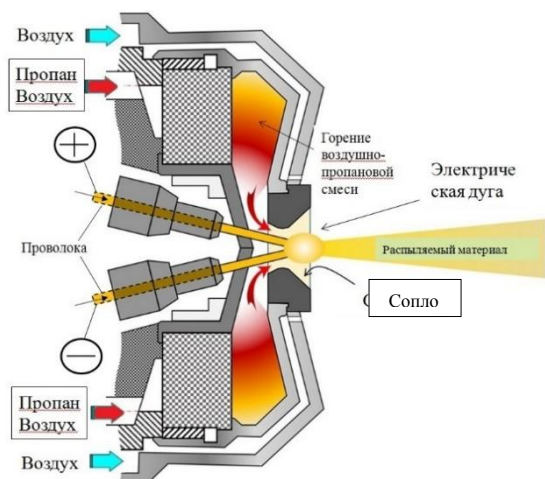


Рис. 2. Технология гиперзвуковой металлизации ОИМ НАН РБ

Преимуществами этой технологии являются высокая скорость нанесения покрытия, минимальная пористость покрытий при прочности сцепления более 60 МПа, высокая производительность и низкая себестоимость.

Для НИОКР были выбраны *пластины пневмоперепутывателя* синтетических нитей, которые необходимо изготовить на замену импортным из Европы для профильного промышленного предприятия. Виды оригинального изделия и его отечественного прототипа, изготовленного аддитивным способом с применением высокотемпературного полимера, представлены на рис. 3, 4а.

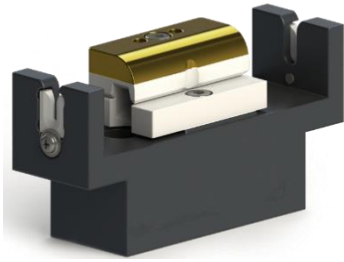


Рис. 3. Пневмоперепутыватель синтетической нити оригинальный (слева) отечественный прототип (справа)

В профильной лаборатории ОИМ НАН РБ изделия – пластины из РЕЕК были покрыты карбидом вольфрама и нитридом титана с целью повышения износостойкости изделия. Опытные изделия, выращенные из РЕЕК, и они же после покрытия карбидом вольфрама и нитридом титана с применением технологии гиперзвуковой металлизации представлены на рис. 4.



а



б



с

Рис. 4. Образцы пластин пневмоперепутывателей: а) РЕЕК (полиэфирэфиркетон); б) РЕЕК / карбид вольфрама; с) РЕЕК / нитрид титана

В результате были получены образцы функциональных изделий, которые можно отнести к изделиям, созданным по комбинированной (гибридной) технологии, а именно, с применением аддитивной FDM-печати и гиперзвуковой металлизации. Новые изделия обладают улучшенной износостойкостью и применимы для использования в составе оборудования основного производства промышленных предприятий, выпускающих химические волокна.

Применённая гибридная технология также может быть использована:

- для защиты полимерных корпусов радиоэлектронной аппаратуры ЛА и БАС от воздействия мощных низкочастотных электромагнитных импульсов и пылевых потоков [3];
- изготовления сверхлегких деталей узлов сухого трения в авиакосмической отрасли и в ткацкой промышленности;
- снижения вибрации и повышения акустической комфортности в кабине экипажа или пассажирском салоне авиационного судна [3].

Библиография

1. Бойцов Е.П., Благинин С.И., Синьков А.В. Влияние термокамеры на 3D печать высокотемпературными тугоплавкими филаментами // Материалы XVII Международной научно-практической конференции «Новые полимерные композиционные материалы. Микитаевские чтения». Нальчик, 2021. С. 27.
2. Boytsov E., Blagin S., Sinkov A. Why we need a heated chamber for 3D printing with ‘High Performance’ polymers? // Materials Research Proceedings «Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment». 2022. P. 237–246.
3. Белоцерковский М.А., Сосновский А.В., Кот П.И. Формирование металлических покрытий на полимерных подложках методом гиперзвуковой металлизации. Теоретическое обоснование и экспериментальные исследования // Упрочняющие технологии и покрытия. 2022. Т. 18, № 2 (206). С. 69–77.