

УДК 62-1/9

МАТЕРИАЛЫ ГИБРИДНЫХ ПРОИЗВОДСТВ НА ОСНОВЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

И. В. СЕВАСТЬЯНОВ, С. В. МЕДВЕДЕВ, Э. А. АШИХМИН

Научный руководитель С. И. АНЦИФЕРОВ, канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова
Белгород, Россия

Для обеспечения выпуска широкого ассортимента продукции в промышленности наблюдается тенденция создания и внедрения гибридных производств, основанных на сочетании субтрактивных и аддитивных технологий [1]. Особенно перспективными стали гибридные машины, сочетающие аддитивные и субтрактивные технологии в одном производственном оборудовании, которые предлагают решения для изготовления и ремонта изделий. При этом применение гибридных производств позволяет достичь сокращения отходов, времени изготовления и достичь гибкости производства.

Выбор материала при гибридном производстве существенно влияет на качество и эффективность изготовления изделия (рис. 1). Для каждого изделия выполняется технико-экономический анализ целесообразности применения для конкретных задач.



Рис. 1. Материалы, применяемые в гибридных производствах на основе аддитивных технологий

Как правило, из жидких материалов изготавливают преимущественно изделия декоративного характера. Основным компонентом являются фотополимерные смолы. Нанесение материала осуществляется путем послойного отверждения материала под воздействием светового излучения [2]. После отверждения материал

приобретает твердую форму. К особенностям жидкого материала относятся высокая детализация, сложность постобработки и хрупкость.

По сравнению с жидкими материалами, сыпучие материалы имеют куда большую прочность, что позволяет использовать их не только в декоративных целях. Принято брать за основу кварцевые и циркониевые пески, которые используются для создания литейных форм. Состав металлопорошков включает в себя алюминий (Al), медь (Cu), титан (Ti), серебро (Ag) и другие, которые нашли применение в изделиях с незначительными нагрузками.

Материал равномерно распределяется по рабочей поверхности, а лазер или другое связующее средство фиксирует нужный слой. Процесс повторяется до создания готовой модели.

Нитевидные, прутковые, листовые, пленочные материалы хорошо подходят для использования в агрессивных средах. За счет использования алюминиевых, медных, никелевых, кобальто-хромовых и титановых сплавов повышается износостойкость, термостойкость, прочность, твердость, пластичность и коррозионная стойкость изделий [3]. Такие химико-механические свойства позволяют применять изготовленные изделия и компоненты во всех сферах жизнедеятельности человека. Листовые, пленочные материалы обладают большей площадью печати, что позволяет создавать крупные изделия.

Для крупных и простых объектов лучше подходят листовые материалы, а для сложных и детализированных моделей – нитевидные и прутковые.

Гибридные аддитивные технологии открывают новые возможности в производстве и ремонте, но их применение должно быть технически и экономически обосновано. Оптимальный выбор материала и метода изготовления зависит от требований к прочности, точности, скорости изготовления и условиям эксплуатации [4]. Для ответственных узлов необходимы дополнительные испытания, а для временных решений и нестандартных деталей аддитивные технологии становятся эффективной альтернативой традиционным методам.

Работа выполнена в рамках государственного задания FZWN-2024-0006 по теме «Разработка научных подходов и методов создания многономенклатурных гибридных производств на основе аддитивных технологий с использованием цифровых двойников».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Зленко, М. А.** Аддитивные технологии в машиностроении: учеб. пособие / М. А. Зленко, А. А. Попович, И. Н. Мутылина. – СПб. : Политехн. ун-т, 2013. – 222 с.
2. **Смирнов, В. В.** Перспективы развития аддитивного производства в российской промышленности / В. В. Смирнов, В. В. Барзали, П. В. Ладнов // Опыт ФГБОУ УГАТУ. Новости материаловедения. Наука и техника. – 2015. – № 2 (14). – С. 23–27.
3. **Аббасов, А. Э.** Перспективы развития аддитивных технологий / А. Э. Аббасов // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. – 2015. – № 5-1. – С. 21–26.
4. **Смирнов, В. В.** Внедрение аддитивных технологий изготовления деталей в серийное производство / В. В. Смирнов, Е. Ф. Шайхутдинова // Вестник Казанского государственного технического университета им. А. Н. Туполева. – 2013. – № 2-2. – С. 90–94.