

# ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ

**В. Е. Козлов, Д. И. Трусов**

*Учреждение образования «Белорусский национальный  
технический университет», г. Минск*

Научный руководитель П. В. Веремей

Для покорения новых рынков предприятиям необходимо снижать себестоимость продукции и повышать ее качество. Повышение качества изделий машиностроения напрямую зависит от заготовительного производства.

На данный момент в промышленности основным методом получения металлических сплавов и изделий из них является сплавление в печах и последующее литье. Так получают множество сплавов в черной и цветной металлургии.

Другой метод производства металлических материалов – метод спекания порошков, пользуется все большим спросом на рынках стран СНГ, Европы, Азии и Северной Америки. Он обладает рядом преимуществ по сравнению с литьем: возможность получения композиций из металлов, и неметаллов, из металлов несмешивающихся из-за большой разности температур плавления. Также при спекании порошков можно добиться большей экономии дорогостоящих материалов за счет использования методов быстрого прототипирования [1]–[3], например, селективного лазерного спекания порошков (англ. термин – Selective Laser Sintering (SLS)) или объемной лазерной наплавки (англ. термин – Direct Metal Deposition (DMD)).

SLS-технология, обладая преимуществами порошковой металлургии, имеет структуру спеченного материала сходную с литыми изделиями; сам процесс происходит быстрее, чем при обычном спекании порошков, изделия могут иметь более сложную конфигурацию, чем в порошковой металлургии или при литье.

Схема оборудования для SLS-процесса изображена на рис. 1.

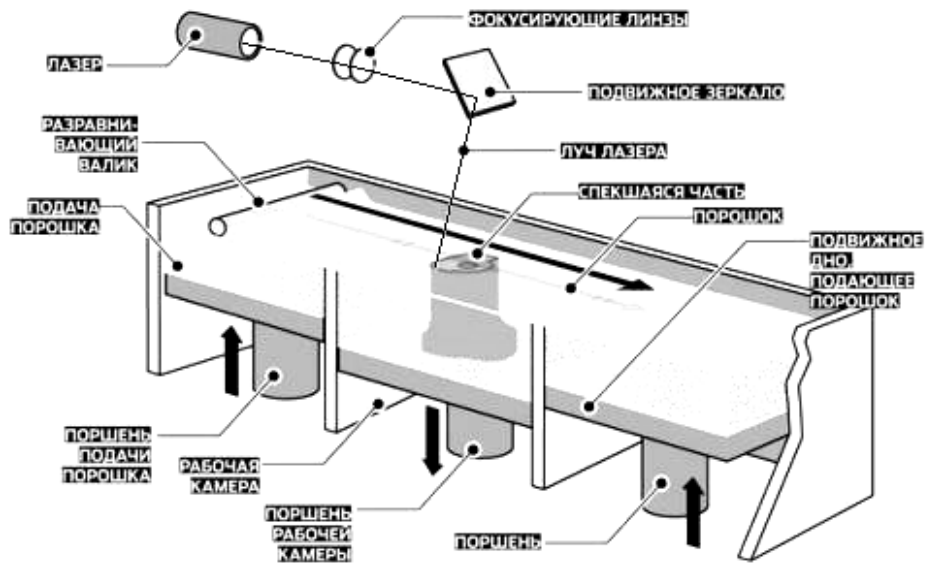


Рис. 1. Схема установки для лазерного спекания порошков с порошковой камерой

Порошок подается из порошковой камеры разравнивающим валиком. Лазер фокусируется в линзах, затем отражается в подвижном зеркале и луч падает на рабочую камеру. Подвижное зеркало, двигаясь согласно программе оператора, направляет лазерный луч и описывает нужное сечение фигуры. После прохождения всего сечения лазером поршень рабочей камеры опускается, а поршень камеры подачи порошка поднимается, и разравнивающий валик совершает обратный ход. Затем включается лазер и процедура повторяется. Недостатками такого метода можно считать сравнительную сложность конструкции; низкий коэффициент использования материала (порошка); необходимость герметизации установки и работы в атмосфере инертных газов, так как кислород окисляет ряд порошков, влага способствует комкованию порошка, азот и углекислый газ под воздействием лазера могут насытить собой поверхность, что повлияет на свойства изделия; сложность управления, учитывающего не только движение лазера, но и работу поршней, движение валика.

Часть недостатков устраняет установка с подачей порошка непосредственно в лазерный луч (DMD-процесс). Сама конструкция становится проще, нет необходимости в дополнительных герметичных камерах, потери порошка составляют меньше одного процента, но в таких установках нельзя получить детали сложных конфигураций без дополнительных опор или вспомогательных образований.

Мощности лазера в 1 кВт достаточно, чтобы расплавить любой тугоплавкий материал. Стоимость 1 см<sup>3</sup> детали (без учета материала порошка) составляет 0,8–4 дол. США. Прочность сцепления порошков обусловлена образованием металлических связей. Комбинация слоев порошков с различными свойствами позволяет получить многослойные материалы со свойствами нескольких материалов. Недостаток данной технологии – дороговизна получения крупных деталей. В дальнейшем этот недостаток будет устраняться путем введения энергоэффективных установок и удешевления порошковых материалов. Еще один недостаток связан с необходимостью применения мелкодисперсных порошков (40–120 мкм). Более крупные порошки, особенно тугоплавких металлов, требуют больших

мощностей лазера, а это в свою очередь значительно увеличивает стоимость установки и затраты на энергоресурсы.

В данный момент технологии SLS и DMD еще малоупотребимы на рынке, однако их использование будет активно расширяться, в первую очередь в отраслях промышленности, в которых необходимы новые материалы с требуемых комплексом физико-механических свойств: аэрокосмическая промышленность, медицина. При современной скорости исследований в этих областях в скором будущем методы быстрого прототипирования вытеснят технологии обычного спекания в порошковой металлургии и станут основными методами получения единичных заготовок в машиностроении.

#### Л и т е р а т у р а

1. Быстрое прототипирование. Обзор технологий. – 4 апр. 2013. – Режим доступа: [http://www.vzrt.ru/rp\\_tec.php](http://www.vzrt.ru/rp_tec.php).
2. Аддитивные технологии в опытном литейном производстве. Технологии литья металлов и пластмасс с использованием синтез-моделей и синтез-форм. – 4 апр. 2013. – Режим доступа: [http://ksystec.ru/download/additiv\\_tech.pdf](http://ksystec.ru/download/additiv_tech.pdf).
3. Технология приборостроения : учеб. пособие / В. А. Валетов [и др.]. – СПб. : СПбГУ ИТМО, 2008. – 336 с.