

## Разработка экспериментальной установки для изготовления деталей из металлических порошков

© А.А. Быков, А.Я. Ставертий, Д.С. Колчанов

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

*Применение аддитивных технологий, в частности селективного лазерного плавления, очень перспективно для развития промышленности и медицины. Благодаря уникальным возможностям по выращиванию изделий сложной геометрии по компьютерной модели в сжатые сроки, данная технология представляет собой интерес во всем мире. Представлен разработанный экспериментальный стенд для реализации процесса селективного лазерного плавления. Приведены практические результаты по послойному выращиванию различных структур и изделий из металлического порошка.*

**Ключевые слова:** аддитивные технологии, селективное лазерное плавление, послойное выращивание, металлический порошок.

В современном машиностроении востребованы детали со сложной геометрией, например сопла, элементы турбин и двигателей внутреннего сгорания, литейные формы со сложной, в том числе и внутренней, геометрией, протезы и искусственные суставы. Процессы изготовления таких деталей традиционными методами достаточно трудоемки и требуют, кроме высокой точности производственного оборудования, больших временных затрат [1].

Селективное лазерное плавление (СЛП, англ. *Selective laser melting*) — технология послойного выращивания изделий из металлических порошков на принципах, заложенных Карлом Декардом в 1980-х годах, получила широкое развитие. С тех пор, осознав возможности этой технологии, разработкой и производством промышленных машин занимается ряд крупных зарубежных компаний [2].

Использование метода выборочного плавления порошков лазерным излучением предположительно сократит время создания деталей при единичном и мелкосерийном производстве, уменьшит количество производственных отходов. Для данного процесса доступен широкий диапазон материалов. При этом возможно снижение себестоимости деталей за счет уменьшения технологических этапов обработки.

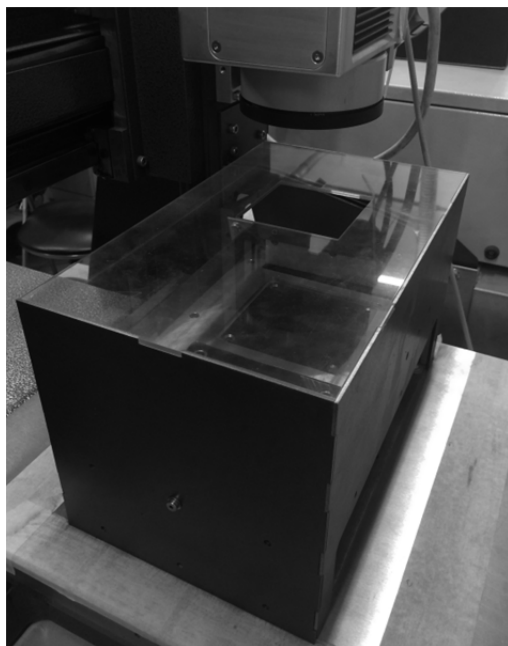
В настоящий момент в России СЛП-установки не производятся. Высокая стоимость самих установок и материалов для выращивания, невозможность работы с порошками других производителей осложняет внедрение технологии в отечественную промышленность. Создаваемое экспериментальное оборудование не доводилось до стадии промышленных образцов. Однако интерес к технологии СЛП в Рос-

сии за последние 5 лет заметно возрос, о чем свидетельствует увеличение числа публикаций по данной тематике.

Целью данной работы является создание экспериментальной установки и подбор режимов обработки для послойного выращивания изделий из металлических порошков.

В различных компаниях при создании технологических установок для СЛП металлических изделий выбирали разные пути поиска конструктивных решений, оптимизации и модернизации с учетом возможностей быстро развивающихся лазерных технологий [3]. При детальном изучении конструкций существующих комплексов выделяются кинематические схемы, узлы и вспомогательное оборудование, характерные для большинства комплексов.

При разработке экспериментального стенда учитывался опыт ведущих производителей СЛП-установок. Был разработан и собран экспериментальный лазерный стенд для изготовления деталей из металлических порошков (рис. 1). Рабочий объем стенда ограничен размерами  $100 \times 100 \times 25$  мм<sup>3</sup>, достаточными для проведения экспериментов по синтезу элементарных объемов на начальном этапе, а также выращивания небольших рабочих деталей.

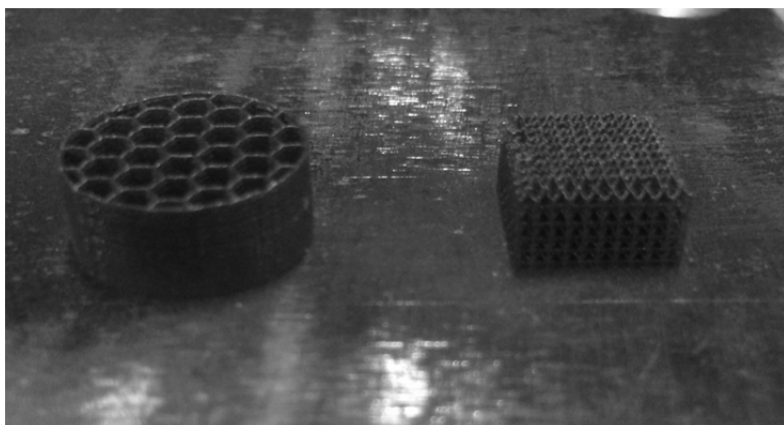


**Рис. 1.** Экспериментальный стенд

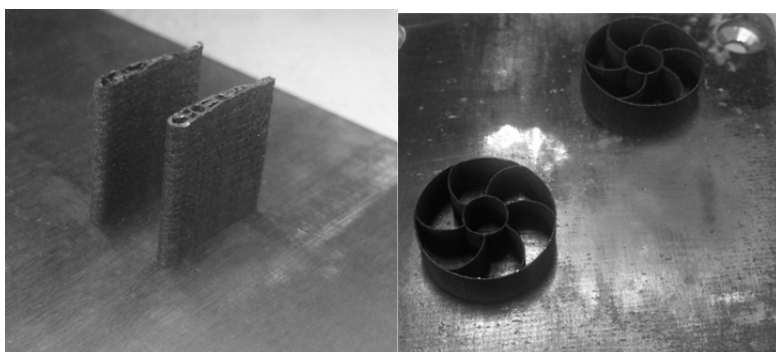
Исходя из описанных требований, был сконструирован узел, включающий два бункера с подложкой, перемещаемой в вертикальном направлении: первый бункер для подачи порошка, второй — для

выращивания изделия. В конструкцию включен неподвижный бункер для сбора излишков порошка. Для переноса порошкового материала из бункера-питателя и его разравнивания в рабочей зоне использован нож, закрепленный винтами на специальной консоли линейной системы перемещения. Предусмотрена возможность установки различных по материалу ножей в зависимости от свойств порошка и геометрических характеристик выращиваемого изделия. Установлен волоконный одномодовый лазер мощностью 100 Вт. Лазерный луч перемещается посредством сканатора. В рабочий объем возможна локальная подача защитного газа.

Проведена серия экспериментов по подбору режимов для сплавления металлических порошков, а также по выращиванию тонкостенных и сетчатых периодических структур, крыльчаток и лопаток турбин (рис. 2).



*a*



*б*

*в*

**Рис. 2.** Образцы выращенных изделий:  
*a* — периодические тонкостенные сетчатые структуры; *б* —  
крыльчатки; *в* — лопатки турбин

Исследования проводились с использованием порошка низколегированной стали типа 316L с размером зерен 20...40 мкм. Данная сталь устойчива к коррозии, высоким температурам и агрессивным средам. Аналог стали 316L в России — 08X17H13M2.

Таким образом, в ходе проведенной работы была спроектирована экспериментальная установка для создания деталей из металлических порошков. Установлено, что с помощью непрерывного одномодового лазерного излучения можно выполнять сплавление металлических порошков, причем даже для получения тонкостенных изделий. Созданы предпосылки для разработки промышленного образца установки для выращивания изделий из металла.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. *Технологические процессы лазерной обработки*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008.
- [2] Lou A. *Selective Laser Sintering, Birth of an Industry*. University of Texas at Austin. Retrieved 2 January 2014.
- [3] Шишковский И.В. *Лазерный синтез функциональных мезоструктур и объемных изделий*. Москва, Физматлит, 2009, 424 с.

Статья поступила в редакцию 12.10.2015

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Быков А.А., Ставертий А.Я., Колчанов Д.С. Разработка экспериментальной установки для изготовления деталей из металлических порошков. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2015, вып. 11.

URL: <http://engjournal.ru/catalog/msm/pmcm/1445.html>

*Статья подготовлена по материалам доклада, представленного на Восьмой всероссийской конференции молодых ученых и специалистов «Будущее машиностроения России», Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, 23–26 сентября 2015 г.*

**Быков Алексей Александрович** — студент 6-го курса МГТУ им. Н.Э. Баумана.  
e-mail: alex1by@yahoo.com

**Ставертий Антон Яковлевич** — аспирант МГТУ им. Н.Э. Баумана.  
e-mail: mt12.anton@gmail.com

**Колчанов Дмитрий Сергеевич** — аспирант МГТУ им. Н.Э. Баумана.  
e-mail: kolchanovdmitry@gmail.com

## Development of an experimental setup for manufacturing of parts from metal powders

© A.A. Bykov, A.Ya. Stavertiy, D.S. Kolchanov

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, 105005, Russia

*The use of additive technologies, such as selective laser sintering, is very perspective for the development of industry and medicine. With unique opportunities for growing products of the complex geometry by the computer model in a short time, this technology is of interest worldwide. The article presents a developed experimental stand for the implementation of the process of selective laser sintering. It gives practical results for layer-by-layer growing of various structures and products from metal powder.*

**Keywords:** additive technologies, selective laser sintering, layer-by-layer growing, metal powder.

### REFERENCES

- [1] Grigoriyants A.G., Shiganov I.N., Misyurov A.I. *Tekhnologicheskiye protsessy lazernoy obrabotki* [The technological processes of laser treatment]. Moscow, BMSTU Publ., 2008.
- [2] Lou A. *Selective Laser Sintering, Birth of an Industry*. University of Texas at Austin. Retrieved 2 January 2014.
- [3] Shishkovsky I.V. *Lazernyy sintez funktsional'nykh mezostruktur i ob'yemnykh izdeliy* [Laser synthesis of functional mesostructures and volumetric products]. Moscow, Fizmatlit, 2009, 424 p.

**Bykov A.A.**, a 6-year student of Bauman Moscow State Technical University.  
e-mail: alex1by@yahoo.com

**Stavertiy A.Ya.**, postgraduate student of Bauman Moscow State Technical University.  
e-mail: mt12.anton@gmail.com

**Kolchanov D.S.**, postgraduate student of Bauman Moscow State Technical University.  
e-mail: kolchanovdmitry@gmail.com