



ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ 3D-ПЕЧАТИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛАСТМАСС НА ПОДЪЕМЕ

Д. С. Трубашевский, независимый эксперт

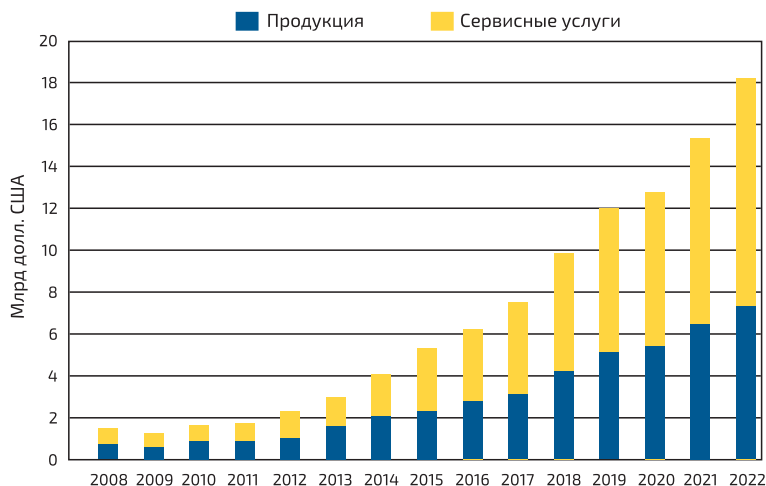
Аддитивные технологии (АТ) из года в год все увереннее входят в нашу жизнь. Их критикам сегодня живется несладко, так как во многих аспектах технологии 3D-печати уже доказали свою конкурентоспособность в сравнении с традиционными методами производства. При этом львиная доля рынка АТ сегодня по праву принадлежит полимерам. И это не случайно, ведь они, по сути, являются первопроходцами еще с 1980–1990-х гг. на зарождавшейся в то время арене технологий быстрого прототипирования.

О РЫНКЕ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

РИС. 1. ▼

Мировой рынок аддитивного производства в 2008–2022 гг. (источник: Wohlers Associates)

Стремительное развитие продуктов и услуг рынка аддитивного производства (АП) за последние 15 лет воодушевляет (рис. 1). Например, согласно отчету Wohlers Associates, его рост только за 2022 г. составил 18,3 %.



В свою очередь, в отчете IDTechEx «Polymer Additive Manufacturing 2023–2033: Technology and Market Outlook» прогнозируется, что объем рынка полимерных материалов для 3D-печати с 2023 по 2033 г. возрастет приблизительно с 4 до 21 млрд долл. США и что за эти годы должен радикально измениться приоритет формы используемых полимеров. Если сегодня по убыванию спроса это выглядит так: «нить – смола – порошок», то через 10 лет нас может ожидать следующий порядок: «порошок – смола – нить».

О ТЕХНОЛОГИИ SLS

АП из полимеров было ключевым запросом во время пандемии COVID-19 в 2020 г. Тогда весь мир узнал из СМИ о том, что можно оперативно запустить серийную 3D-печать средств индивидуальной защиты в любом регионе мира. Немалый вклад в это внесло и сообщество «аддитивщиков»-альтруистов. Но даже сегодня, с угасанием основного



Рис. 2. Напечатанные на лазерном 3D-принтере обтекатель электромотоцикла Energica Eva из армированного полиамида Windform XT 2.0 (а) и функциональный прототип автомобильного впускного коллектора (б) (источник: CRP Technology)

акцента АП на проблемы здравоохранения, роль 3D-печати трудно переоценить. Примером служит опыт известной итальянской компании CRP Technology S.r.l., снабжающей заказчиков напечатанной продукцией различного назначения – от мотоциклетного транспорта (рис. 2–3) до ракетостроения. Их основное ноу-хау состоит в уникальных порошковых термопластах под собственной маркой Windform, идеально подходящих для технологий 3D-печати изделий методами селективного лазерного спекания (точнее – сплавления) SLS (Selective Laser Sintering) и высокоскоростного спекания HSS (High Speed Sintering) с помощью ИК-излучения. Только представьте себе, что напечатанные этим материалом жидкостные шланги нещадно эксплуатировались в 24-часовых гонках в Ле-Мане при температуре до 120 °С! Детали же в коробке передач, также напечатанные, но из углепластика, «носились» со скоростями до 340 км/ч, а перегородка масляного поддона двигателя показала даже лучшие характеристики, чем алюминиевая!

Так в чем же заключаются преимущества технологии SLS, которая, по мнению аналитиков из IDTechEx, определит будущее развития АП в ближайшие 10 лет? Как известно, процесс печати по данной АТ заключается в послойном спекании (в случае термопластов – сплавлении) частиц порошкообразного материала до образования физического объекта по заданной CAD-модели под воздействием луча одного или нескольких лазеров (рис. 3). Процесс начинается с разогревания материала до температуры, близкой к температуре плавления термопласта, что обеспечивает более быструю работу 3D-принтера. Затем в камеру построения подается порошок и разравнивается валиком на заданную толщину минимального слоя материала. Лазерный луч спекает слои порошка в необходимых участках, совпадающих с сечением 3D-модели. Затем

камера построения опускается на уровень ниже, подается следующий слой порошка, и процедура повторяется вплоть до получения готового изделия.

К основным достоинствам SLS в сравнении с другими АТ, в частности с методом 3D-печати нитью FDM/FFF (Fused Deposition Modeling/ Fused Filament Fabrication), относят [2]:

- отсутствие поддерживающих структур, что позволяет воспроизводить сложнейшую геометрию готовых моделей, которой невозможно добиться, используя традиционные методы трехмерной печати;
- более точную печать мелких конструктивных элементов;
- умеренную анизотропию свойств и опрятный внешний вид деталей;
- пакование деталей (автоматическое упаковывание всех деталей проекта в камеру построения для максимального использования порошка и минимизации расходов).

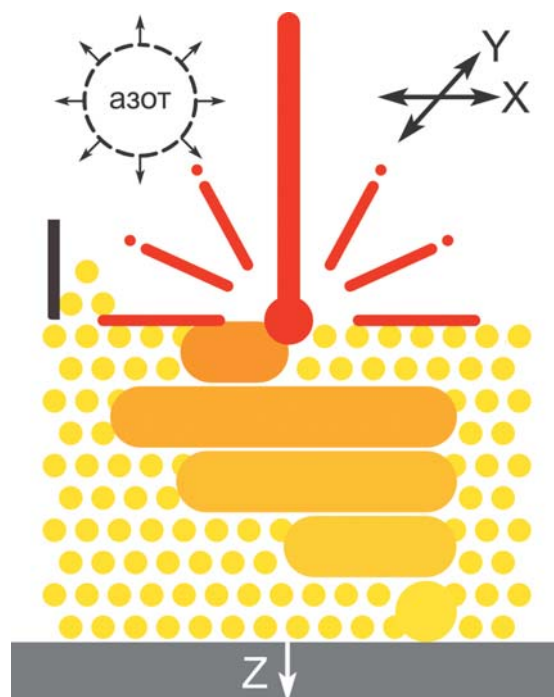


Рис. 3. Схема процесса 3D-печати по технологии SLS [1]



РИС. 4. ▲
 Модельный ряд
 SLS-оборудования
 «ОНСИИТ» (слева
 направо): SM200,
 SM300 и SM400
 (источник рис. 4–6:
 «ОНСИИТ»)

Вместе с тем при использовании данного метода 3D-печати необходимо учитывать следующие его характерные особенности:

- более узкий ассортимент материалов;
- необходимость остывания бункера с деталями для их выемки;
- необходимость очистки деталей от остатков порошка;
- сложность доработки поверхностей;
- необходимость просеивания и регенерации порошка после каждой печати.

Следует заметить, что наименьшая себестоимость производства продукции наблюдается при наибольшем количестве печатаемых деталей за один запуск.

О ТЕХНОЛОГИИ SLS В РОССИИ

Возникает вопрос о состоянии дел в России с отечественными полимерными АТ в условиях ужесточающегося санкционного дав-

ления со стороны коллективного Запада. Ответить на него поможет пример компании «ОНСИИТ» из Зеленограда – успешного производителя 3D-принтеров по технологиям PBF/SLS и LB-PBF/SLM – высокоточной лазерной печати порошковых термопластов и металлов соответственно. Могут ли лазерные принтеры компании трудиться над задачами не только известных порошковых материалов, но и промышленных фотополимеров – покажет время, но для этого, кажется, нет никаких сколь-либо значимых ограничений. Другой вопрос – есть ли у отечественного рынка потребность в новых технологиях, материалах и отечественных принтерах, альтернативных запрещенному к поставке оборудованию от лидеров зарубежного рынка? Да, без сомнений! Но сможет ли отечественное оборудование повторить успешные практические примеры, например, как у вышеупомянутой компании CRP Technology, с доступными в России материалами? Безусловно! Откуда же берется такая уверенность? Давайте разбираться.

«ОНСИИТ» занимается производством SLS- и SLM-принтеров, предназначенных соответственно для порошковой лазерной 3D-печати полимера и металлами, с 2019 г., но сотрудники имели богатый опыт в проектировании и производстве LB-PBF-3D-принтеров еще до основания своей компании. Это обстоятельство во многом объясняет тот факт, что всего за несколько лет стартап развился в одного из ведущих российских производителей соответствующего оборудования. В настоящее время компанией выпускаются три типоразмера SLS-оборудования – SM200, SM300 и SM400, которые отличаются по мощности лазера, размерам поля построения

РИС. 5. ▶
 3D-принтер SM300
 с выкатным
 контейнером
 построения





Рис. 6. Примеры изделий, напечатанных на принтерах «ОНСИИТ» из ПА типа PA11 black, PA11 white, и PA12 white/natural

и скорости печати и в совокупности охватывают решения задач исследовательских работ и серийного промышленного производства (см. таблицу и рис. 4).

Следует добавить, что принтер SM300 представляет собой модульную систему, включающую основную станцию печати, станцию очистки и дополнительный выкатной модуль построения, который позволяет повысить производительность печати в два раза (рис. 5).

Специалисты компании уже отработали популярные зарубежные порошковые материалы: PA6, PA11/12, TPU, PS, PP, PEKK, PEEK (рис. 6). Активно тестируются российские PA 11/12 и PS с предоставлением производителю рекомендаций по улучшению их свойств.

В заключение следует подчеркнуть, что «ОНСИИТ» – не единственный, конечно, в России производитель 3D-принтеров, но единственный в отношении промышленных SLS-принтеров. Что касается зарубежных аналогов, то санкции и волатильный рубль сделали их значительно дороже, а поставка и обслуживание принтеров европейского и американского производства – невозможными. В ближайших планах компании, по словам ее технического директора *Артёма Лобача*, – расширение услуг и создание собственного технологического центра, который будет служить для апробации оборудования и печати деталей на заказ. ■

Технические характеристики SLS-принтеров моделей SM200, SM300 и SM400 (источник: «ОНСИИТ»)

Характеристика	SM200	SM300	SM400
Пространство построения: X×Y×Z, мм	200×200×200	300×300×400	400×400×500
Высота слоя, мкм	80–120	60–120	60–300
Тип лазера	CO2 (30 Вт)	CO2 (60 Вт)	CO2 (100 Вт)
Скорость сканирования, м/с	До 5	До 5	До 16
Производительность	20 мм/ч	25 мм/ч	4 л/ч
Габаритные размеры X×Y×Z, мм	914×564×835	1300×880×1790	2200×1200×2130
Вес, кгс	160	450	1500
Электропитание	220 В / 50 Гц	3/Н/РЕ АС 380 В	3/Н/РЕ АС 380 В
Максимальная потребляемая мощность, кВт	3	7	10
Исполнение	Настольное	Напольное	Напольное

ЛИТЕРАТУРА

1. Трубашевский Д. С. Additive Minded Talks-2023: инновации в ответ на санкции // Полимерные материалы. – 2023. – № 3. – С. 20–26.
2. Трубашевский Д. С. Аддитивные зарисовки. – Воронеж: «Умное Производство», 2021. – 206 с.

Laser Technology of 3D Printing of Plastic Products on the Rise

D. S. Trubashevsky

Additive technologies (AT) are becoming more and more confident in our lives from year to year. Their critics are having a hard time today, since in many aspects 3D printing technologies have already proved their competitiveness in comparison with traditional production methods. At the same time, the lion's share of the AT market today rightfully belongs to polymers. The prospects of 3D laser printing of plastic products on the Russian market are discussed.