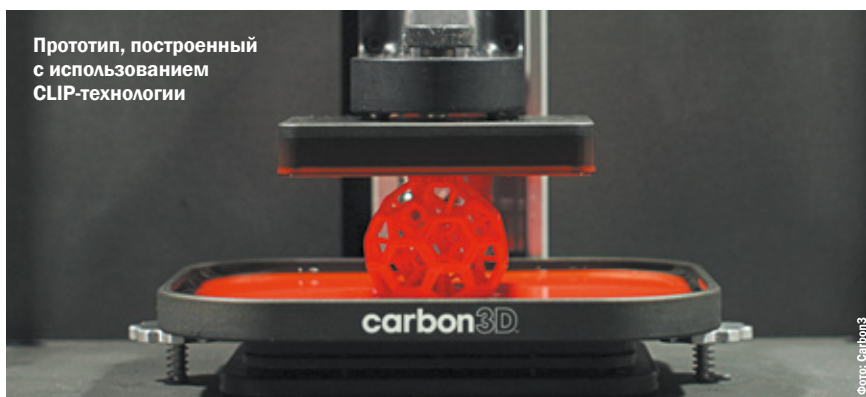


# АДДИТИВНОЕ УСКОРЕНИЕ

Технология CLIP должна существенно увеличить скорость и точность 3D-печати



**Очередной прорыв на рынке аддитивных технологий готовится совершить компания Carbon3D. Новая технология CLIP (Continuous Liquid Interface Production) призвана в десятки раз сократить время создания деталей и серьезно повысить их точность. Если задача будет решена, технологии послойного синтеза станут реальной альтернативой классической механообработке.**

Технология CLIP базируется на отверждении фотополимера через светопрозрачное окно, при этом световой поток распределяется проектором, построенным на DLP-чипе.

Это попытка на новом уровне переосмыслить технологию DLP (Digital Light Processing), более четверти века назад созданную компанией EnvisionTec.

## Скорость вырастет до 100 раз

В большинстве AM-технологий (от Additive Manufacturing – аддитивное производство) существенная часть времени построения детали тратится на нанесение нового слоя после полимеризации предыдущего. Для SLA-технологий, по данным исследований, этот процесс составляет 20–30% времени построения, для SLS – 50–60%, а для DLP – 30–35%.

Компания Carbon3D готова решить эту проблему. Процесс нанесения материала при технологии CLIP не требует специальных операций и происходит за счет свойств материала и особенностей светопрозрачного окна (мембраны). В трехмерных принтерах с использованием фотополимеров происходит управляемая химическая реакция: под воздействием светового излучения жидкая светочувствительная смола твердеет. CLIP-технология более точно управляет этой реакцией: помимо запуска полимеризации излучением появилась возможность останавливать процесс в необходимых зонах.

Отличительная особенность новой технологии в мембране. Она обладает теми же свойствами, что и оптические контактные линзы: способностью пропускать не только свет, но и кислород.

Благодаря насыщению тонкого слоя модельного материала кислородом нейтрали-

зуется способность фотополимера к затвердеванию. Получившаяся «мертвая зона» и дает возможность свободно перемещаться материалу в зону построения без устройств нанесения, получается эффект «втягивания» материала при поднятии платформы.

Управление силой светового потока и концентрацией кислорода позволяет настолько гибко влиять на процесс послойного синтеза, что это дает возможность отказаться от механизмов нанесения материала и увеличить скорость построения в 20–100 раз.

CLIP-технология предъявляет новые требования к модельным материалам. Они должны иметь низкую вязкость и малый коэффициент поверхностного натяжения, а для увеличения скорости построения необходима достаточно быстрая химическая реакция под воздействием УФ-излучения.

Этим требованиям отвечают фотополимеры на основе акрилата. Они достаточно жидкие, чувствительны ко многим видам излучения, и процесс полимеризации происходит быстрее, чем в эпоксидных композициях.

Следует учитывать, что универсальные решения, как правило, имеют ряд ограничений. И акриловые фотополимеры по сравнению с эпоксидными обладают и недостатками. Большой коэффициент усадки материала оборачивается меньшей стабильностью размеров при полимеризации, т. е. увеличиваются риски некачественного построения. А использование управляемой химической реакции с двумя факторами может приводить к недостаточно отвержденному, даже резиноподобному слою на поверхности прототипа.

Конструкция AM-машин, при которой прототип синтезируется, начиная с верхней точки, имеет ряд особенностей. С одной сто-

роны, не требуется большое количество материала для начала построения, и расходуется он достаточно экономно. С другой, – при увеличении массы синтезируемого изделия повышается вероятность отрыва прототипа от платформы во время построения. Это может существенно ограничить использование CLIP-технологии в промышленных AM-машинах.

## Схожие варианты

Близким путем движется американская компания Formlabs. Ее настольный 3D-принтер Form 2 способен создавать изделия с высоким разрешением (шаг построения от 25 мкм), используя классическую технологию и геометрически более стабильные материалы.

Стереолитографический аппарат Form 2 использует в качестве модельных материалов фотополимеры на эпоксидной основе и лазерный источник излучения.



3D-принтер высокого разрешения Formlabs Form 2

## Перспективы

В 2015 году совет директоров Carbon3D возглавил Алан Мулалли, бывший руководитель Ford Motor. Компания первой из автопроизводителей стала использовать в работе функциональные прототипы, созданные с использованием CLIP-технологий.

Нацеленность на решение задач автомобильной промышленности будет способствовать развитию проекта CLIP и созданию материалов для широких областей применения. В успех Carbon3D поверил и один из ведущих игроков на рынке трехмерного моделирования. Американский гигант Autodesk инвестировал в инновационную разработку 10 млн долларов.

**К. Н. Казмирчук,**  
начальник отдела перспективных технологий  
и развития ФГУП «НАМИ»,  
заместитель директора НТК «МашТех», СПбПУ