

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Введение.** Аддитивные технологии (Additive Manufacturing, AM-технологии) — обобщенное название технологий, предполагающих изготовление моделей по данным цифровой модели или CAD-модели методом послойного добавления материала [1]. Целью работы являлось изучение областей применения данных технологий в различных отраслях промышленности.

**Основная часть.** Аддитивные технологии зачастую относят к нанотехнологическим. С технико-экономической позиции основные побудительные мотивы развития нанотехнологий состоят в том, что с их помощью можно радикально изменять свойства традиционных материалов, не меняя их химического состава, создавать принципиально новые классы материалов, использовать квантовые эффекты, уменьшать размеры изделий вплоть до атомарных или придавать совершенно новые функции (одноэлектроника, спинтроника), эффективно использовать синтетические или существующие в природе наноструктуры [2].

Аддитивные технологии предполагают изготовление (построение) физического объекта (детали) методом послойного нанесения материала, в отличие от традиционных методов формирования детали, за счёт удаления (subtraction — вычитания) материала из массива заготовки.

Суть Additive Manufacturing может быть проиллюстрирована простым примером: CAD-модель → AM-машина → деталь (рисунок 1).

Аддитивные технологии охватывают всё новые сферы деятельности человека. Дизайнеры, архитекторы, машиностроители, кондитеры, археологи, астрономы и представители многих других профессий используют 3D-принтеры для реализации совершенно неожиданных идей и проектов. Активно создаются роботизированные комплексы для «печати» быстродействующими бетонными смесями. Андрей Руденко из Миннесоты создал экструзионный 3D-принтер для строительства зданий (рисунок 2).

Китайская компания «Shanghai Decoration Design Engineering» реализует проект по созданию принтеров по постройке зданий с использованием промышленных отходов в качестве строительного материала. Первые десять домов построены в течение одних суток (рисунок 3).

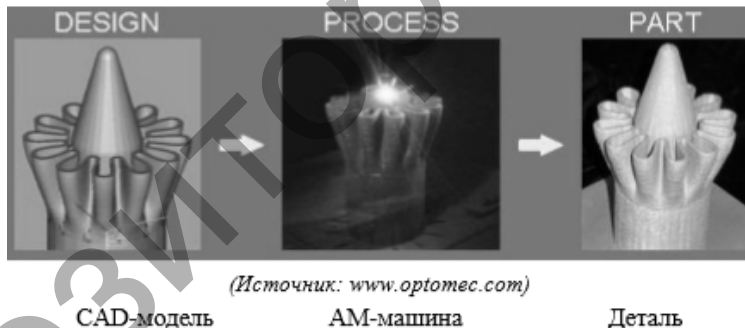


Рисунок 1 — Технологии Additive Manufacturing (LENS Optomec) [1]



Рисунок 2 — Напечатанный замок [1]



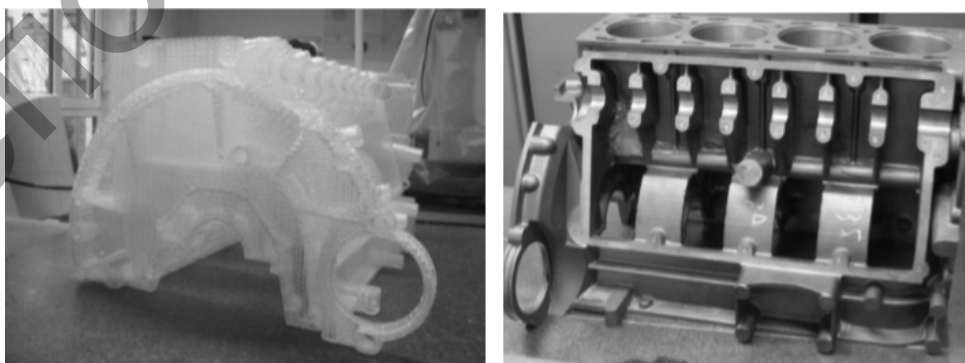
Рисунок 3 — Дома, собранные из напечатанных блоков [1]

Аддитивные технологии являются технологиями послойного покрытия, обеспечивающими практически безотходное энергоэффективное производство изделий из металлических, полимерных и композитных материалов.

С момента появления в середине 80-х годов XX века стереолитографии и технологии послойного наплавления техника аддитивного производства непрерывно совершенствовалась. По данным Wohlers Associates, современный мировой уровень рынок аддитивных технологий с 2010 по 2015 год увеличивался ежегодно на 25—30%, превысив в 2015 году 3 млрд дол. США (40% — оборудование, 60% — создание сервисных услуг) [3].

При разработке и создании новой промышленной продукции особое значение имеет скорость прохождения этапов НИОКР. В частности, это касается изготовления литейных деталей, которые часто являются самой трудоёмкой и дорогостоящей частью проекта [1].

Применение методов получения литейных синтез-форм и синтез-моделей за счёт технологий послойного покрытия позволило радикально сократить время создания новой продукции. Например, для изготовления первого опытного образца автомобильного блока цилиндров традиционным методом требуется не менее шести месяцев, при этом основные временные затраты приходятся на создание модельной оснастки для литья «в землю». Использование для этой цели технологии Quik-Cast (выращивание литейной модели из фотополимеров на SLA-машине с последующим литьём по выжигаемой модели (рисунок 4) сокращает срок получения первой отливки до двух недель [1; 4]. Эта же деталь может быть получена по вполне пригодной для данных целей технологии — литьём в «выращенные» песчаные формы (рисунок 5) на машинах типа ExOne [1; 4].



а)

б)

а — Quik-Cast-модель; б — чугунная отливка

Рисунок 4 — Блок цилиндров



Рисунок 5 — Блок цилиндров (фрагменты песчаной формы)

**Заключение.** AM-технологии с полным основанием можно отнести к технологиям XXI века. Они охватывают различные сферы деятельности человека. 3D-принтеры используют для реализации совершенно неожиданных идей и проектов. Кроме очевидных преимуществ, заключающихся в повышении производительности, они также в значительной степени сокращают энергоёмкость выпускаемой продукции и способствуют повышению качества продукции.

#### Список цитируемых источников

1. Зленко, М. А. Аддитивные технологии в машиностроении / М. А. Зленко, М. В. Нагайцев, В. М. Довбыш. — М. : ГНЦ РФ ФГУП : НАМИ, 2015. — 220 с.
2. Головин, Ю. И. Введение в нанотехнику / Ю. И. Головин. — М. : Машиностроение, 2007. — 496 с. : ил.
3. Чижик, С. А. Нанотехнологии аддитивные технологии — перспективы развития технологий «снизу—вверх» / С. А. Чижик // Инженер-механик. — 2016. — № 4 (73). — С. 2—6.
4. Хейфец, М. Л. Формирование свойств материалов при послойном синтезе деталей / М. Л. Хейфец. — Новополюк : ПГУ, 2001. — 156 с.

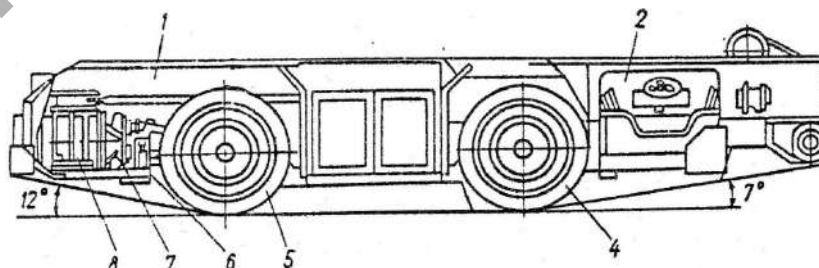
УДК 622.233

**Д. В. Григорчик, В.Ф. Барышников, Ю. С. Наривончик**

*ЗАО «Солигорский институт проблем ресурсосбережения с опытным производством», Солигорск,  
Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи*

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАНСМИССИИ ШАХТНОГО САМОХОДНОГО ВАГОНА

**Введение.** Вагоны самоходные (рисунок 1) изготавливают грузоподъемностью 10...20 т. Они предназначены для транспортирования горной массы в подземных условиях шахт. Элементы трансмиссии подвергаются высоким нагрузкам, так как машины эксплуатируются при экстремальных условиях. Большинство вагонов самоходных обладают ступенчатым переключением передач, чем обусловлено возникновение ударных динамических нагрузок в трансмиссиях [1]. При трогании с места, при торможении и переключении передач возникают рывки, которые являются причиной преждевременных отказов из-за разрушения зубчатых передач.



1 — борт; 2 — кабина; 3 — планетарный редуктор; 4, 5 — передний и задние мосты;  
6 — стояночный тормоз; 7 — редуктор; 8 — электродвигатель

Рисунок 1 — Шахтный самоходный вагон 5BC-15M