

Рисунок 2 – Зависимость производительности печи от степени черноты тела

Представленные результаты показывают, что время нагрева проволоки при  $\epsilon=0,7$  составляет 33,7 с., а при  $\epsilon=0,95$  – 26,2 с., т.е. время нагрева сократилось в 1.22 раза. Расчет производительности показывает, что увеличение коэффициента черноты с 0,7 до 0,95 увеличивает производительность на 30%.

УДК 621.745.669.13

### 3D-принтеры в промышленности

Студентка гр. 10401112 Юркевич К.С.  
 Научный руководитель – Вейник В.А.  
 Белорусский национальный технический университет  
 г. Минск

Трехмерные технологии всерьез и надолго вошли в нашу жизнь. Они нашли широкое применение в различных областях промышленности. Особенно это касается мелкосерийного изготовления изделий, для которого технологическая цепочка производства, требующая как времени, так и средств, попросту нерентабельна.

Промышленный 3D-принтер отличается от «офисного собрата» целым рядом улучшенных характеристик. Главные особенности промышленной машины – высочайшее качество, точность до нескольких микрон, большая площадь печати, полный контроль процесса, практически полная автоматизация. Для установки такого агрегата требуется достаточно большое помещение.

В качестве печатных материалов промышленный 3D-принтер может использовать практически любые строительные материалы: пластик, металлы, в том числе титан, гипс, керамические массы, цемент, стеклянный порошок и др. При том работа, направленная на выявление новых веществ, которые можно использовать в качестве строительного материала, ведется постоянно, в результате чего появляются все новые и новые композиты, пригодные для трехмерной печати.

Покупатели промышленных 3D-принтеров – компании, постоянно нуждающиеся в печати больших точных моделей, например, в экспериментальном или постоянно развивающемся производстве. Одна из таких фирм – General Electric, печатающая титановые части сложной конструкции, из которых собирают авиационные двигатели.

Детали.

Трехмерная модель, созданная в CAD-системе, не дает полного представления о том, насколько жестко происходит фиксация деталей в сборочной единице. Прототипы же, являясь аналогом окончательно изготовленных изделий, позволяют проанализировать особенности их конструкции и своевременно выявить возможные недостатки. Благодаря этому, 3D-принтеры используются на всех этапах разработки продукта: начиная с создания концептуальной модели и заканчивая реальным производством, что значительно ускоряет и упрощает процесс разработки для конструкторов. Примеров использования 3D-принтеров в промышленности более чем достаточно (рисунок 1).

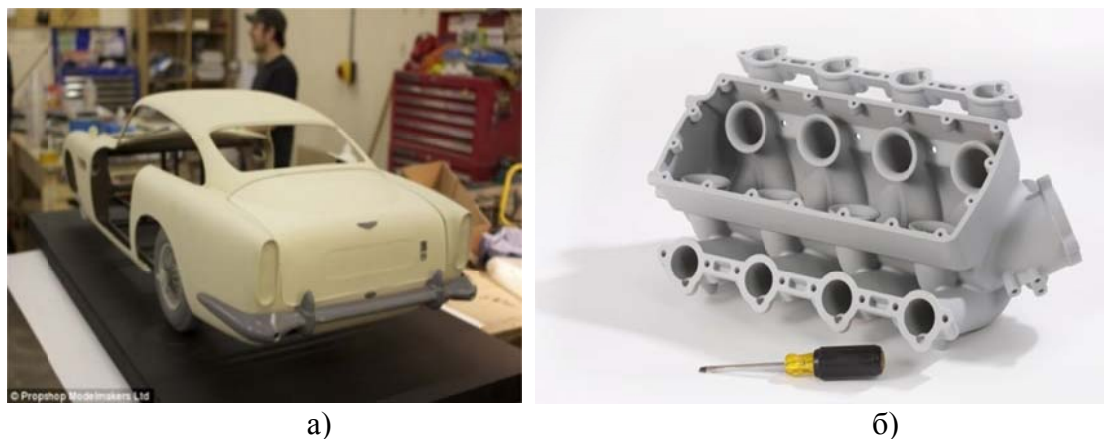


Рисунок 1 – Применение 3D-принтеров в промышленности  
а – кузов автомобиля; б – блок цилиндров

УДК 621.745.669.13

### Контроль толщины $\epsilon$ -фазы карбонитрированного слоя

Студентки гр. 104510 Приходько Н.А., Люцкевич А.И.  
Научный руководитель – Стефанович В.А.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Низкотемпературный процесс насыщения азотом и углеродом конструкционных низколегированных сталей широко используется в промышленности для повышения срока эксплуатации. Карбонитридный слой на данных сталях состоит из карбонитридной  $\epsilon$ -фазы  $Fe_3(C,N)$  и зоны внутреннего азотирования (рисунок 1 а). На низколегированных сталях 40Х, 40ХН, 30 ХГСА твердость  $\epsilon$ -фазы находится в пределах 9000...10500 Мпа, а зоны внутреннего азотирования – 4800...5000 Мпа. Высокая твердость  $\epsilon$ -фазы обеспечивает высокую износостойкость. Обычно при карбонитрации низколегированных конструкционных сталей толщина  $\epsilon$ -фазы составляет 8...18 мкм. Контроль толщины карбонитрированного слоя чаще всего осуществляется металлографическим методом на шлифах, которые изготавливают из образцов-свидетелей. При карбонитрации деталей сложной формы в отверстиях процесс насыщения может осуществляться с невысокой скоростью, и, следовательно, будет формироваться  $\epsilon$ -фаза меньшей толщины.

Контроль толщины  $\epsilon$ -фазы на деталях можно осуществлять с помощью химического метода, что не требует разрушения детали. При использовании водных растворов солей аммония происходит растворение  $\epsilon$ -фазы и раствор не изменяет своего цвета. После растворения  $\epsilon$ -фазы реактив контактирует с зоной внутреннего азотирования и темнеет. На рисунке 1б представлена зависимость толщины  $\epsilon$ -фазы от времени растворения ее в растворе солей