

УДК 621

СИСТЕМА ФИЛЬТРАЦИИ ВОЗДУХА ДЛЯ 3D-ПРИНТЕРОВ
Чикичев А.Д.Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Описано пагубное влияние трехмерной печати на организм человека. Предложены предполагаемые пути решения проблемы. Приведена конструкция фильтрующего устройства.

Ключевые слова: трехмерная печать, ABS-пластик, PLA-пластик, выброс вредных веществ, ультрадисперсные частицы.

AIR FILTRATION SYSTEM FOR 3D PRINTERS
Chikichev A.Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

Abstract. The detrimental effect of three-dimensional printing on the human body was described. Suggested ways of solving the problem are proposed. The construction of the air filtration system was described.

Key words: 3D-printing, ABS-plastic, PLA-plastic, emission of harmful substances, ultrafine particles.

Адрес для переписки: Чикичев А.Д., пр. Рокоссовского, 41, 95, Минск 220094, Республика Беларусь
e-mail: alexandr.chikichev@yandex.ru

Трехосевые принтеры все больше набирают популярность в качестве компактных инструментов быстрого прототипирования для различных нужд производства. В особенности это касается сегмента недорогих 3D-принтеров, использующих аддитивную производственную технологию, также известной, как технология термопластичного полимерного наслаивания.

Большинство домашних 3D-принтеров в настоящее время используют акрилонитрил бутадиен стирол (АБС (ABS) пластик) или полилактид (ПЛА (PLA) пластик) в качестве филамента для 3D-печати. PLA-пластик биоразлагаем, поскольку произведен на основе кукурузы, печать им производится при температуре примерно равной 180 °С сопла и комнатной температуре печатного стола соответственно. ABS более термостоек нежели предыдущий полимер – 220 °С сопла и примерно 80 °С стола.

При обычной комнатной температуре пластики не являются опасными, но исследования, проводимые в США, Канаде, Германии и многих других странах показывают, что трехмерная печать может быть опасна за счет выделения вредных веществ при нагреве филамента, и угрозу несут не только микрочастицы, выделяемые при нагреве различных пластиков, но еще летучие органические соединения, так называемые ЛОС, и мельчайшие частицы нанометровых размеров (ультрадисперсные частицы) [1].

В ходе исследований было выяснено, что в процессе 3D-печати при температуре в промежутке от 170 °С до 240 °С выделяются как газы, так и мелкодисперсные частицы. Первичные газовые продукты термического разложения ABS-пластика при очень высоких температурах включают в себя ряд таких веществ, как монооксид углерода и гидрид цианида, а также ряд других летучих соединений.

Эффективность существующих недорогих приборов быстрого прототипирования, основанных на умеренном или же высокотемпературном плавлении и экструзии в настоящий момент не вызывает каких-либо сомнений, однако мы не имеем никакого представления о действии мелкодисперсных выделений из этих 3D-принтеров. Ситуацию ухудшает и тот факт, что недорогие 3D-принтеры выпускаются без какой-либо вентиляции или же фильтрующего устройства. В связи со всем вышеизложенным, можно сделать вывод о чрезвычайно пагубном влиянии мелкодисперсной пыли, выделяемой при термопластичном экструдировании пластиков.

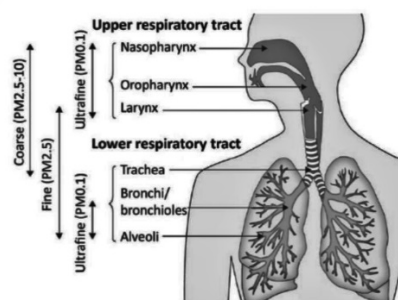


Рисунок 1 – Компонентное распределение частиц в организме [1]

На рис. 1 показаны основные органы, на которых могут оседать мелкодисперсные частицы разных диаметров (PM 5, 2,5 и 0,1): крупные частицы с диаметром 2,5–10 мкм осаждаются преимущественно в верхних дыхательных путях и крупных проводящих дыхательных путях. Мелкие частицы с диаметром 0,1–2,5 мкм осаждаются по всему дыхательному тракту, особенно в мелких дыхательных путях и альвеолах. Ультрадисперсные фракции PM0.1 могут осаждаться в альвеолярной области [1].

Для того чтобы минимизировать, а в лучшем случае исключить вредные выбросы веществ со стороны 3D-принтера, применим технологию фильтрации воздуха средствами HEPA фильтров.

Для того, чтобы проводить очистку воздуха во время работы, будем использовать самый эффективный из доступных HEPA фильтров – класс H12. Его эффективности (99,5 %) и способности фильтровать частицы размером более 0,4 мкм, вполне достаточно для фильтрации 80 процентов частиц, образующихся при работе принтера.

Для того, чтобы удерживать наибольшее количество частиц в объеме принтера спроектируем короб, покрывающий весь принтер целиком. Конструкция в сборе представлена на рис. 2.

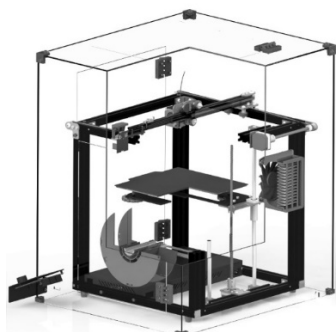


Рисунок 2 – Конструкция кожуха 3D-принтера с системой фильтрации воздуха

В качестве нагнетающего воздух устройства будем использовать два вентилятора, диаметром

120 миллиметров каждый. В технических характеристиках вентиляторов указано, что каждый из них обладает производительностью в 25 литров в секунду, что при внутреннем объеме кожуха принтера в 175 литров, позволит пропустить через фильтр весь объем воздуха примерно за 3 секунды.

Данный метод – самая простая и дешевая мера защиты от вредных выбросов 3D-принтера, которая должна быть предусмотрена изготовителем в каждом выпускаемом принтере.

Так же, могут быть использованы и другие методы фильтрации воздуха, например: ионнообменный, плазмохимический или плазмокаталитический. Однако технологии этих методов тяжело применимы для категории принтеров базового уровня из-за их сложности, габаритов, либо высокой стоимости.

В заключение, можно сделать вывод о необходимости более детального изучения данной темы, обязательном использовании различных систем местной и общеобменной вентиляции в помещениях 3D-печати, использовании фильтрующих систем, а также о необходимости создания стандартов безопасности в сфере аддитивных технологий.

Литература

1. Aika Davis. VOC Emissions from FDM Desktop 3D Printers / Aika Davis // Underwriters Laboratories Inc. – Atlanta, GA: Safety Science of 3D Printing Summit. – 2017.
2. Guarnieri, M. Outdoor air pollution and asthma / M. Guarnieri, J. R. Balmes // The Lancet. – 2014. – Vol. 383 (9928). – P. 1581–1592.

УДК 539.216;539.22

ТЕКСТУРА БЫСТРОЗАТВЕРДЕВШИХ ФОЛЬГ ОЛОВА, ИНДИЯ, ВИСМУТА И ИХ СПЛАВОВ Шепелевич В.Г.¹, Гольцев М.В.², Гусакова О.В.³, Гусакова С.В.¹

¹Белорусский государственный университет

²Белорусский государственный медицинский университет

³Международный государственный экологический институт имени А.Д.Сахарова БГУ,
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Представлены результаты исследования состава и ориентации зерен в фольге олова, индия, висмута и их сплавов. Установлено формирование текстуры при высокоскоростном затвердевании, предложен механизм преимущественного роста зерен в фольге в зависимости от типа кристаллической решетки и сил связей в ней.

Ключевые слова: Высокоскоростное затвердевание, олово, индий, висмут, сплавы, текстура.

TEXTURE OF RAPIDLY HARDENED TIN, INDIUM, BISMUTH FOILS AND THEIR ALLOYS Shepelevich V.¹, Goltsev M.², Gusakova O.³, Husakova S.¹

¹Belarusian State University

²Belarusian State Medical University

³International Sakharov Environmental Institute BSU,
Minsk, Republic of Belarus

Abstract. The results of studying the composition and orientation of grains in the foil of tin, indium, bismuth and their alloys are presented. The formation of texture during high-speed solidification has been established, and a mechanism for preferential grain growth in foil has been proposed depending on the type of crystal lattice and bond strengths in it.

Key words: high speed solidification, tin, indium, bismuth, alloys, texture.

Адрес для переписки: Гусакова С.В., пр. Независимости, 4, Минск 220030, Республика Беларусь
e-mail: husakova@bsu.by