

УДК 621

**МОРФОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТИ ПЕНОПОЛИСТЕРОЛА
ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

Анисович А.Г.¹, Маркевич М.И.¹, Журавлева В.И.², Чапланов А.М.¹, Щербакова Е.Н.³

¹⁾ ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси»

²⁾ Военная академия Республики Беларусь

³⁾ Белорусский национальный технический университет

***Аннотация.** Приведены результаты изменения морфологии поверхности экструдированного пенополистирола «Батэплекс 35-Г4» до и после воздействия излучения лазера на алюмоиттриевом гранате с длиной волны 1064 нм, генерирующего в двухимпульсном режиме. Определены критические дозы воздействия излучения, приводящие к абляции материала.*

Общей тенденцией развития современного производства является использование новых современных технологий обработки материалов. Ведущее направление в этой области принадлежит лазерному воздействию. Процесс взаимодействия характеризуется рядом особенностей: лазерное воздействие является бесконтактным, можно удалять малые количества материала, зона влияния сосредоточена в микронном слое, поэтому характеристики материала остаются практически неизменными [1-3].

Лазерные технологии быстро развиваются и являются более гибкими. Такие лазерные технологии обработки материалов, как маркировка, резка, сверление основаны на процессе лазерной абляции. Вопросам взаимодействия лазерного излучения с твердыми телами посвящено большое количество работ (см. обзоры [1-3]), имеются данные по изменению морфологии поверхности и фазового состава, однако в этом неравновесном процессе взаимодействия есть неизученные режимы.

Цель работы – установить влияние лазерного воздействия на морфологию экструдированного пенополистирола «Батэплекс 35-Г4».

Результаты исследований. Для обработки материала использован лазер с модуляцией добротности LS-2134D на алюмоиттриевом гранате с длиной волны 1064нм, генерирующий в двухимпульсном режиме (импульсы разделены временным интервалом 3 мкс, длительность импульсов 10 нс).

Образованная в результате испарения вещества под действием первого импульса горячая абляционная плазма создает в приповерхностном слое область с повышенной температурой и пониженной областью давления воздуха, что приводит к более полному использованию энергии второго импульса для лазерной абляции. Материал облучали лазерным излучением в интервале энергий от 15 до 90 Дж при временах экспозиции от 20 секунд до 2,0 мин. Для снижения плотности мощности использовалась расфокусировка лазерного луча. Предельная отстройка от фокуса давала пятно диаметром 10 мм.

Исследования состава образцов проводились с помощью системы энергодисперсионного (EDS) микроанализа, установленной на сканирующем электронном микроскопе SEM 515. Этот комплекс, в состав которого входят Si(Li) детектор со сверхультратонким окном, охлаждаемый жидким азотом, компьютер и пакет программного обеспечения Genesis SEM Quant ZAF software. Измерения проводились при различных значениях ускоряющего напряжения: от минимального порога чувствительности системы микроанализа (6,4 кВ) до максимального значения ускоряющего напряжения, равного 30 кВ [4].

Исследования структуры образцов проводились на металлографическом комплексе, на базе оптического микроскопа Микро-200, при увеличениях 100...2000 крат. Использовалось освещение по методу темного поля, позволяющее визуализировать неплоскостные участки образца [5]. Процесс абляции материала зависит от характеристик лазера (частота

излучения, интенсивность, скважность, длительность импульса, размер пятна) и вещества. В процессе абляции можно выделить: поглощение излучения и нагрев вещества до температуры испарения; образование плазмы и взаимодействие лазерного излучения с плазмой; быстропротекающие физико-химические превращения; разлет плазмы.

В процессе разрушения пенополистерола давление паров вызывает образование потока, который направлен к выходу от углубления. Этот поток выносит часть материала со стенок углубления, в результате чего удаленная масса оказывается больше. В начале воздействия идет испарение, после чего образуется плазма, поглощающая падающее излучение. Она разогревается сильнее и воздействует на мишень, как новый источник тепла, но уже не точечной формы. Совместное воздействие лазерного излучения и плазмы приводит к существенному изменению поверхностных свойств пенополистерола с учетом химических реакций в зоне воздействия.

На рисунке 1 представлена морфология исходного материала. Из рисунка видно, что имеется ячеистая структура, размер ячейки изменяется от 100 до 300 мкм. На рисунке 2а, 2б приведена микроструктура в сечении отверстия и по краям.

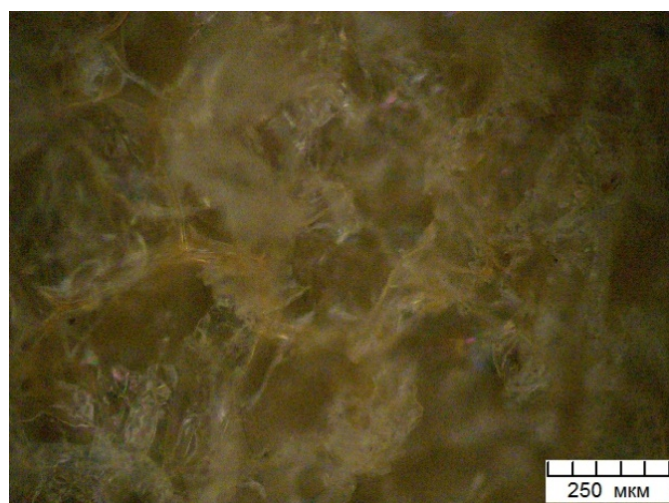


Рисунок 1 – Морфология поверхности исходного материала; оптический микроскоп

Из рисунка 2а следует, что диаметр сквозного отверстия составляет примерно 1600 мкм. Отверстие имеет овальную форму. В зоне воздействия происходит изменение структуры (см. рис. 1 и рис. 2), размер ячейки увеличивается, что очевидно приводит к уменьшению числа ребер жесткости на единицу объема материала и соответственно к уменьшению его прочностных характеристик.

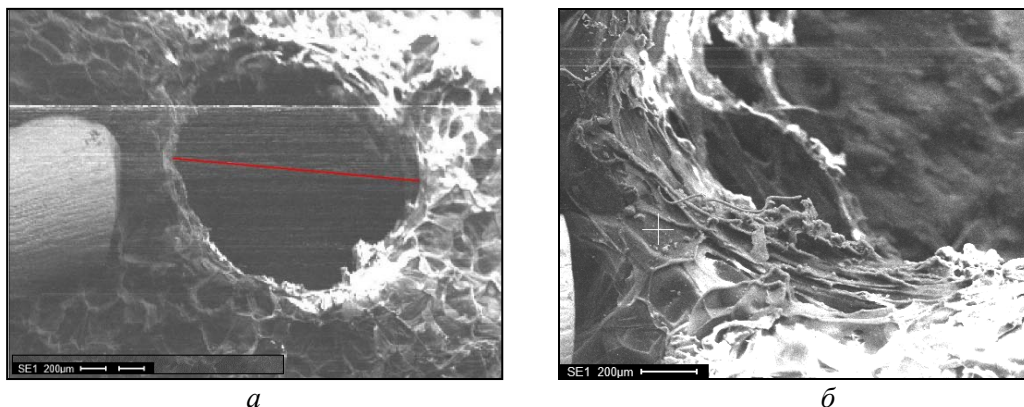


Рисунок 2 – Морфология поверхности, плотность мощности лазерного воздействия $1,2 \cdot 10^7$ Вт/см²

На рисунке 3 приведены структуры оплавленной зоны. Хорошо различимы отдельные волокна, а также обугленная зона оплавления. Из рисунка 3 следует, что в результате процесса абляции при разрушении материала (сквозное отверстие) края отверстия оплавлены и вынос материала происходит неравномерно.

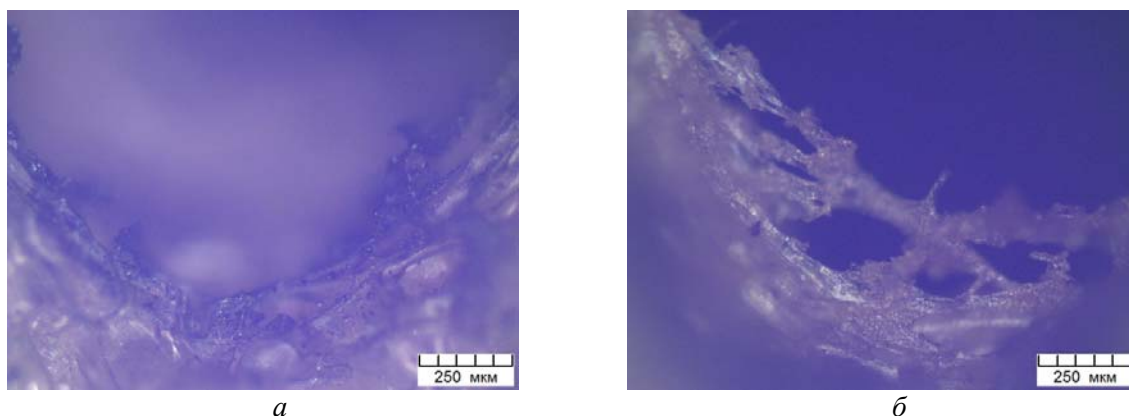


Рисунок 3 – Морфология структуры материала после лазерного воздействия

Выводы. Исследовано изменение морфологии поверхности материала от плотности мощности лазерного воздействия и времени экспозиции. Определены пороги разрушения пенополистерола.

Список использованных источников

1. Ахманов С.А., Емельянов В.И., Коротеев Н.И., Семиногов В.Н. Воздействие мощного лазерного излучения на поверхность полупроводников и металлов: нелинейно-оптические эффекты и нелинейно-оптическая диагностика // Успехи физических наук. – 1985. – Т.147. – Вып. 4. – С. 675-745.
2. Маркевич М.И., Чапланов А.М. Структурные превращения в тонких металлических пленках при импульсном лазерном воздействии // Известия Национальной академии наук Беларуси. – 2016. – №1. – С. 28-34.
3. Лазерные технологии обработки материалов: современные проблемы фундаментальных исследований и прикладных разработок // под ред. В.Я. Панченко. – М.: Физматлит. – 2009. – 664 с.
4. Goodhew P.J. Electron Microscopy and Analysis / P.J. Goodhew, J. Humphreys, R. Beanland – New York: Taylor & Francis, 2001. – 251 p.
5. Анисович А.Г., Румянцева И.Н. Практика металлографического исследования материалов. – Мн.: Беларуская навука, 2013. – 221 с.

УДК 678.027:678.073:666.481

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ, РАЗРАБОТАННЫЕ НА БАЗЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЕНОМЕНА НАНОСОСТОЯНИЯ

Береснева А.В.¹, Антонов А.С.¹, Вишневикий К.В.²

¹ Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

² Белорусский государственный технологический университет

e-mail: antonov.science@gmail.com

Abstract: *In this research, the technological methods for creation of dispersed particles with increased activity in interfacial processes that determine the structure of nanocomposite materials are proposed. The effects of increasing resistance to the thermo-oxidizing media impact in composites based on thermoplastic matrices containing nanoscale modifiers are established. The compositions of nanocomposite materials based on thermoplastic blends for heavy friction units have been developed.*