

УДК 669.295

**Ультразвуковое исследование микроструктуры изделий из титана VT6,
полученных методом электронного лучевого сплавления**

Я.А. Борисов

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Г.В. Гаранин
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: yab19@tpu.ru

**Ultrasonic study of the microstructure of VT6 titanium
products obtained by electron beam fusion**

I.A. Borisov

Scientific Supervisor: Ass. Prof., Ph.D., G.V. Garanin
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: yab19@tpu.ru

Abstract. Additive manufacturing, also known as 3D printing, has emerged as a promising method for producing complex and customized titanium products. However, ensuring the quality and integrity of these products is crucial for their successful application in various industries. In this study, ultrasonic examination was conducted on VT6 titanium products produced using the electron beam fusion additive manufacturing method. The research aimed to determination of the dependence determination of the dependence of the grain size on the attenuation values and the speed of propagation of the ultrasonic wave. The results showed that along the growth axis of the sample there is a dependence of the attenuation on the level from which the sample was cut, which corresponds to the theory that the closer to the base of the sample, the smaller the grain size, the greater the attenuation.

Key words: ultrasonic non-destructive testing, titanium, grain size, additive technologies.

Введение

На сегодняшний день метод неразрушающего контроля ультразвуком востребован во многих отраслях промышленности – машиностроение, авиастроение, ЖД промышленность и др. Связано это с тем, что зачастую на предприятиях при проведении контроля изделий используют несколько методов.

Ультразвук используется при обнаружении дефектов в основном из-за высокой чувствительности метода как к присутствию дефекта, так и к его форме. Связано это с явлением импеданса – волна разделяется на отраженную и прошедшую при контакте с границей двух разных сред. Однако ультразвук практически не используется при исследовании микроструктуры материалов из-за высокой длины волны современных пьезопреобразователей, что не позволяет ультразвуку различать микроскопическую морфологию изделий. Гипотеза заключается в том, что, измерив затухание и скорость в изделии можно рассчитать средний размер зерен некоторого сплава вдоль направления распространения волны.

В работе представлены результаты измерения скорости продольной волны и затухания ультразвука в образцах титана VT6 (Ti-6Al-4V) полученных методом аддитивного производства электронно-лучевое сплавление. Образцы вырезаны из цельного образца вдоль выращивания самого образца, чтобы исследовать влияние различных размеров зерен в образцах [1].

Экспериментальная часть

Образцы титана VT6 получены методом электронного лучевого сплавления. Из полученного изделия были вырезаны электроэрозией 10 кубиков образцов вдоль направления выращивания как показано на рисунке 1.

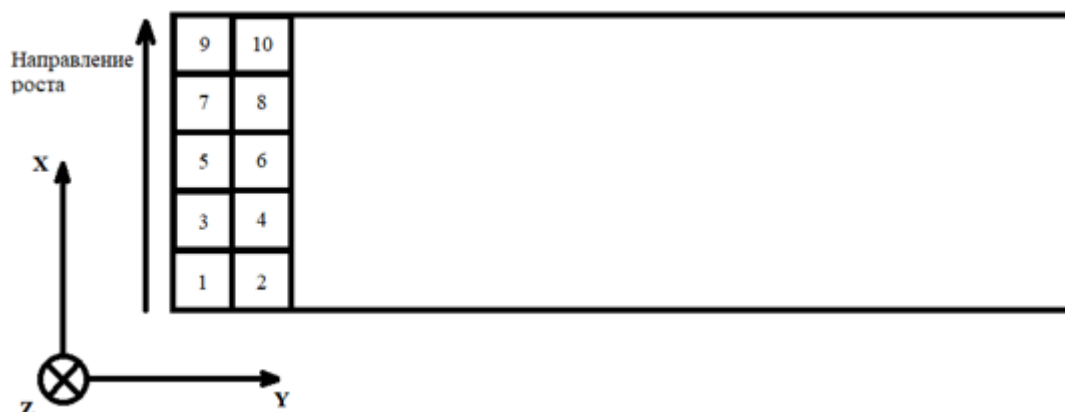


Рис. 1. Направление печати и схема нарезки образцов из продукта аддитивного производства

Образцы были отшлифованы и отполированы шлифовальной бумагой вплоть до 14–20 мкм. Эксперимент проводился в иммерсионной среде (вода), что позволяло контролировать весь образец, получая массив данных по всей его площади. Ультразвук возбуждался пьезопреобразователем с частотой 10 МГц. Контроль проводился в эхо-импульсном режиме. Полученные результаты были обработаны в ПО MATLAB. Диаграммы результатов были построены в среде OriginPro. Схема эксперимента и вид А-скана представлен на рисунке 2.

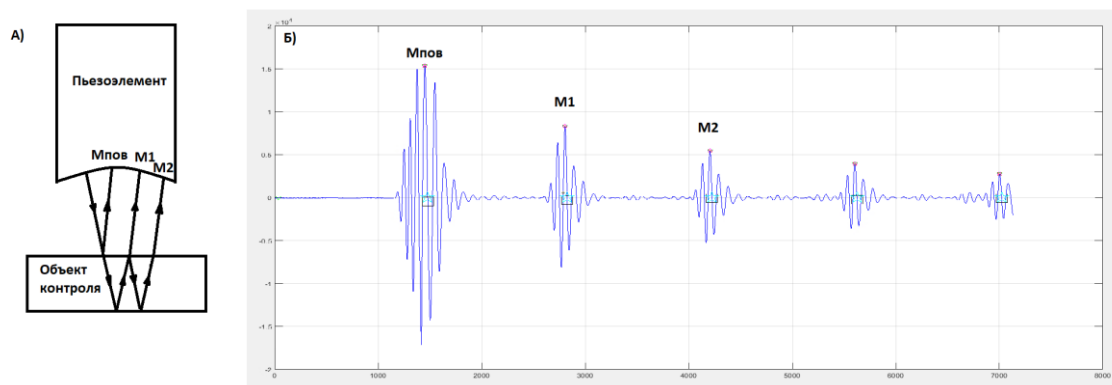


Рис. 2. Схема организации ультразвукового исследования: А) Процесс сканирования и приема сигналов, Б) временная развертка сигнала (А-скан)

Результаты

Интерес представляют результаты измерения затухания четного ряда образцов вдоль оси выращивания. Средние значения затухания тем выше, чем ближе они расположены к основанию выращиваемого изделия, что соответствует теории о том, что увеличение числа зерен увеличивает затухание ультразвука в образце. Однако специфика измерения затухания дает достаточно большую погрешность, поэтому более предметно на эту тему можно будет говорить в следующих работах после проведения металлографии.

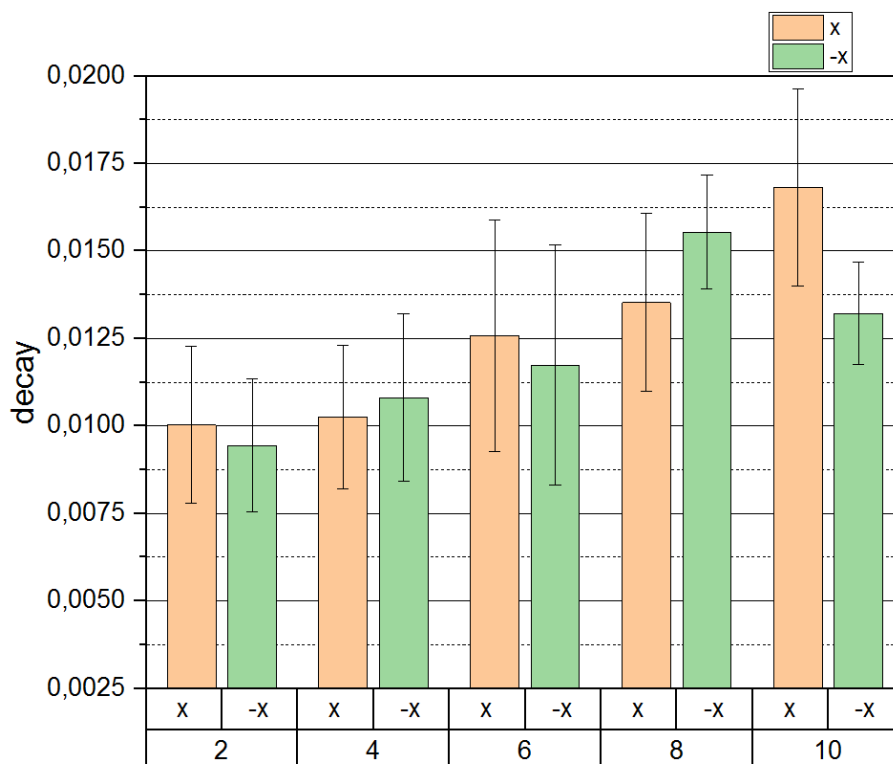


Рис. 3. Диаграмма значений коэффициентов затухания вдоль оси X для четного ряда

Заключение

В результате проведенных исследований была подтверждена зависимость значения размера зерен от затухания. Результаты говорят о том, что при увеличении числа зерен увеличивается и затухание. Более предметно говорить об этом мешает отсутствие металлографических исследований. В будущем планируется провести металлографию образцов и сравнить полученные результаты измерения ультразвуком и оптическим методом.

Список литературы

1. Antonysamy A.A., Meyer J., Prangnell P.B. Effect of build geometry on the β -grain structure and texture in additive manufacture of Ti6Al4V by selective electron beam melting // Materials characterization. – 2013. – V. 84. – P. 153–168.