

Цифровая обработка сигналов PDV при низкоскоростном нагружении

А.Д. Юрина^{1,2,*}, С.В. Уваров², А.Н. Балахнин², О.Б. Наймарк²

¹ Пермский государственный национальный исследовательский университет

² Институт механики сплошных сред Уральского отделения РАН

* E-mail: sandrayur@icloud.com

DOI:10.31868/RFL.2024.194-195

Изучение свойств материалов в условиях ударных нагрузок имеет решающее значение для понимания и улучшения эксплуатационных характеристик и надежности материалов в различных инженерных приложениях. Данное исследование посвящено изучению свойств материалов из силицированного графита и титанового сплава ВТ-6 при воздействии низкоскоростных ударов. Используя цифровую обработку сигналов фотонной доплеровской велосиметрии (PDV) [1], исследование направлено на то, чтобы зафиксировать и проанализировать динамическую реакцию этих материалов на такие воздействия [2].

Экспериментальная установка (рисунок 1) представляет собой баллистическую конструкцию со сферическим снарядом. Эта установка обеспечивает контролируемое приложение нагрузок и облегчает детальное изучение реакции материала при средней интенсивности нагрузки. Метод PDV, усовершенствованный методами вейвлет-преобразования, позволяет восстанавливать профили скорости по записанным сигналам. Такое детальное определение скорости имеет решающее значение для проверки моделей разрушения материалов, обладающих как пластичными (как в случае титановых сплавов), так и хрупкими (как в случае керамики) свойствами.

Выбранный диапазон скоростей удара предоставляет уникальную возможность изучить релаксационные свойства и переход от повреждения к разрушению в этих материалах. Кроме того, в исследовании сравниваются различные методы вейвлет-преобразования (рисунок 2) для оптимизации анализа сигналов PDV и повышения точности восстановленных профилей скорости.

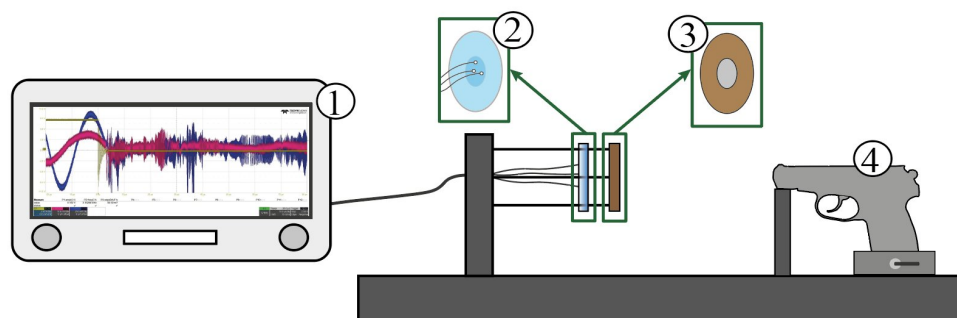


Рис. 1. Вид экспериментальной установки

Экспериментальная установка содержит в себе 1 – осциллограф, 2 – коллиматоры, 3 – образец, 4 – газобаллонный пистолет. В качестве газобаллонного пистолета использовался пистолет Макарова. Калибр пули 4.5 и скорость ее полета составляет 110 м/с. Помимо этого, в методе PDV используется оптическое волокно, циркулятор, а также фотодетектор.

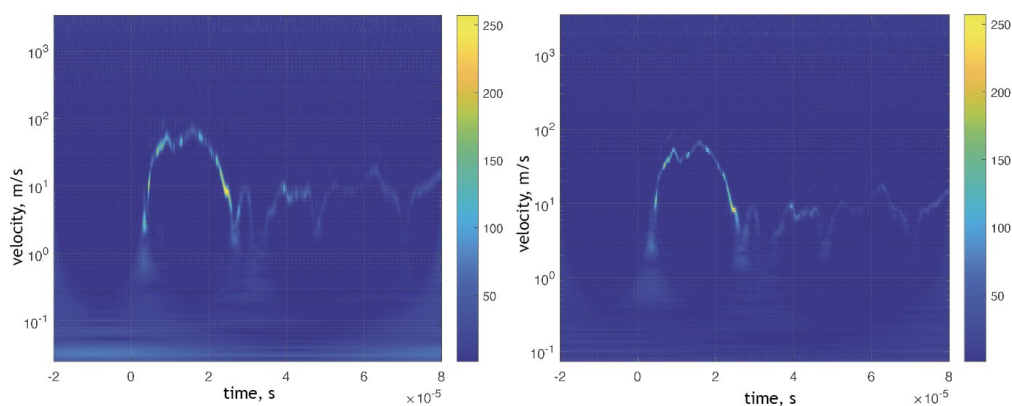


Рис. 2. Сравнение результатов цифровой обработки сигнала с помощью функции Морле и ударной функции соответственно

На рисунке 2 показано, что обработка с помощью ударной функции имеет меньшую зашумленность. Это связано с тем, что данная функция имеет быстро меняющуюся частоту так же, как сигнал PDV.

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект 21-79-30041), <https://rscf.ru/en/project/21-79-30041/>.

Литература

- [1] Dolan D. H. Extreme measurements with photonic Doppler velocimetry (PDV), *Review of Scientific Instruments* **91** (2020)
- [2] Etemadi E., Zamani J., Jafarzadeh M. Physical constitutive equations for plastic deformation of FCC metals subjected to high strain rate loading, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L: Journal of Materials: Design and Applications* **232**, 106-120 (2018)