

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН КАРБИДА ВОЛЬФРАМА ИМПУЛЬСНЫМ МЕТОДОМ

Определение скорости ультразвуковых волн (УЗ) с высокой точностью позволяет получать информацию о структурном состоянии и физико-механических свойствах материалов. Точное измерение скорости ультразвука позволяет оценивать свойства материала (например, его упругие модули), производить оценку химического состава, определять наличие внутренних напряжений [1]. В данной статье были проведены измерения с использованием установки, описанной ранее [2].

Целью работы является оценка точностных параметров определения скорости УЗ волн в образцах из карбида вольфрама.

В эксперименте по определению скорости УЗ использованы концевые меры длины (КМД) 1 класса точности стандарта DIN-861, изготовленные из карбида вольфрама. Отобрано 4 образца разной длины из одного набора (70 мм, 80 мм, 90 мм, 100 мм), произведены 5-кратные замеры времени распространения продольных волн на образцах при комнатной температуре, рассчитаны средние значения скорости продольных волн, абсолютная и относительная погрешности с доверительной вероятностью 0,95 (табл. 1).

Анализируя полученные данные, наблюдается различие скоростей в образцах, которые также подтверждаются в следующем эксперименте: произведен нагрев образцов КМД окунанием в горячую воду с одновременной термометрией с использованием цифрового термометра и измерение времени пробега УЗ продольных волн с помощью разработанной установки. Зависимость рассчитанной скорости ультразвука от температуры отобранных образцов представлена рисунке (рис. 1).

Таблица 1

Результаты измерений скорости УЗ волн в образцах КМД

Толщина, мм (±0,2 мкм)	Среднее значение времени распространения, нс	Среднее значение скорости распространения, м/с	Абсолютная погрешность , м/с	Относительн ая погрешность, %
100	14622,1	6839,0	0,3	0,004
90	13168,6	6834,4	0,3	0,004
80	11688,0	6844,6	0,6	0,009
70	10243,8	6833,4	0,5	0,007

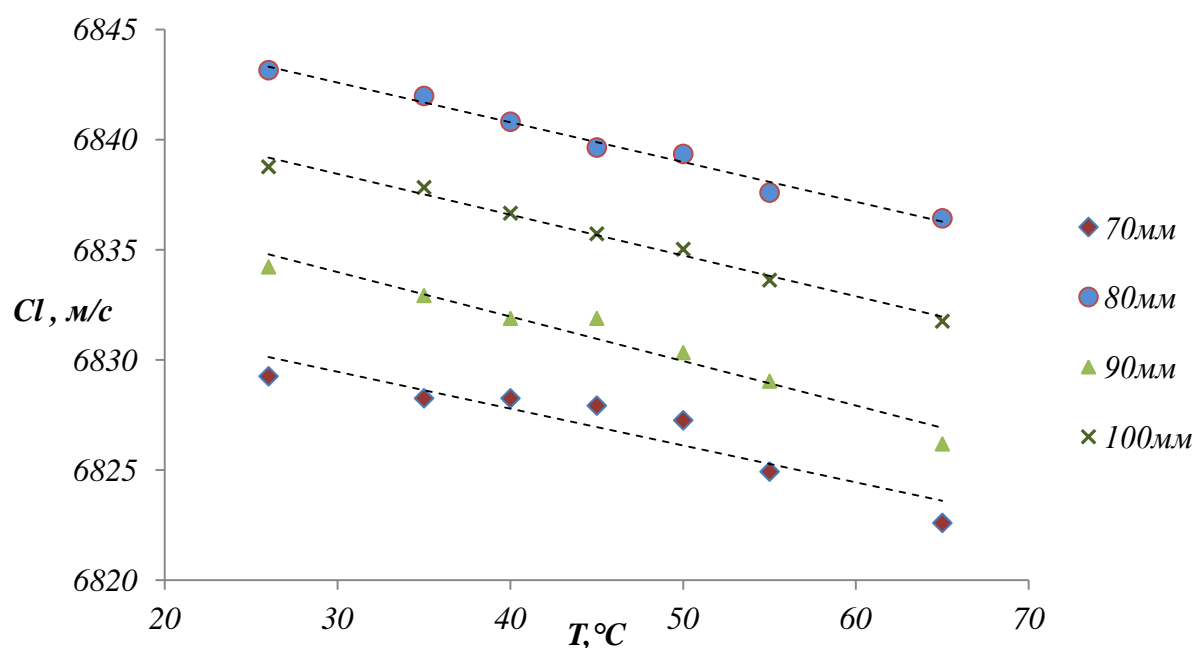


Рисунок 1 Результаты определения скорости продольных волн образцов концевых мер длины карбида вольфрама при различной температуре.

По результатам эксперимента видно, что все образцы имеют идентичную температурную зависимость скорости распространения продольных волн. Анализ химического состава показывает содержание W-92%, Co-8%. Можно предположить, что данные образцы КМД изготовлены из сплава YG8 (аналог BK8).

Определение плотности данных образцов, рассчитанной путем измерения их массы с помощью электронных весов и габаритов с помощью штангенциркуля ШЦ-1-125-0,1 также соответствуют данному сплаву ( $14,8 \text{ г/см}^3$ )

Основной способ производства изделий из твёрдых сплавов - спекание заготовки, сформованной из смеси порошков карбида и цементирующего металла методами обработки давлением. Можно предположить, что заключительная операция спекания (нагрев до  $1350...1550^\circ\text{C}$ ) повлияла на отличие скоростей продольных волн в образцах КМД вследствие структурных изменений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Л. В. Волкова, А. В. Платунов Использование многократного зеркально-теневого метода при ультразвуковом контроле пера подошвы рельса // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. – 2019. – Т. 22. – № 4. – С. 38-45. – DOI 10.22213/2413-1172-2019-4-38-45..
2. В. В. Муравьев, Д. В. Злобин, Т. И. Земсков, Г. В. Безрученков, В. В. Сяктерева Реализация импульсного метода определения скорости ультразвука с высокой точностью // Интеллектуальные системы в производстве. – 2021. – Т. 19. – № 2. – С. 13-19. – DOI 10.22213/2410-9304-2021-2-13-19.