

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ МЕХАНОАКТИВАЦИЯ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

¹Шилин А.Д., ²Рубаник О.Е., ³Шилина М.В.

¹ГНУ «Институт технической акустики» НАН Беларуси», г. Витебск, Беларусь

²УО «Витебский государственный технологический университет»,
г. Витебск, Беларусь

³УО «Витебский государственный университет», г. Витебск, Беларусь

В данной работе решалась задача получения и исследования механоактивированных порошковых материалов, установления закономерностей измельчения неорганических веществ, повышения технологических параметров порошковых материалов в процессе механоактивации исходных порошков с использованием ультразвуковых колебаний (УЗК) малой интенсивности [1].

Ультразвуковую обработку порошков осуществляли в жидкой среде, в кавитационном режиме с использованием генератора мощностью 0,4 кВт. Время обработки составляло до 90 минут, амплитуда УЗК – 30 мкм, частота – 18,5 кГц. В качестве среды использовали спирт. Выбор спирта в качестве среды для дробления исходных порошков обусловлен тем, что при высыхании обработанной партии частицы порошка менее склонны к повторному образованию агломератов. Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) была выполнена в режиме отражения. Погрешность определения геометрических размеров методом СЭМ составляет 3 %.

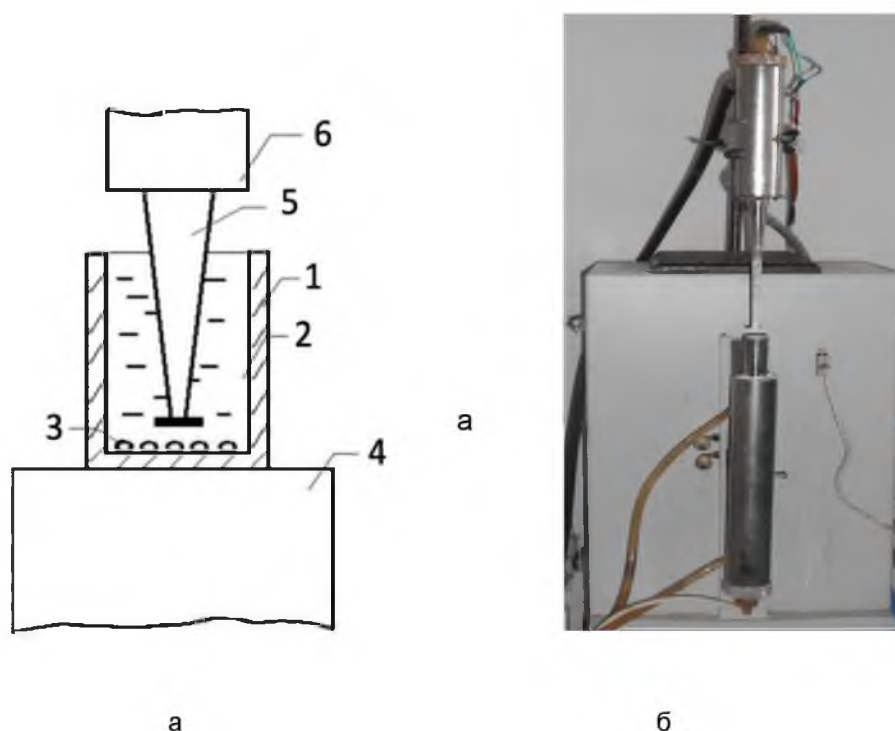


Рисунок 1 – Схема механоактивации порошковых материалов при возбуждении УЗК одновременно посредством кюветы (1) и погружного волновода (5) (а) и вид экспериментальной установки (б): 1 – кювета; 2 – жидкость; 3 – обрабатываемый порошок; 4, 6 – магнитострикционный преобразователь; 5 – концентратор ультразвука

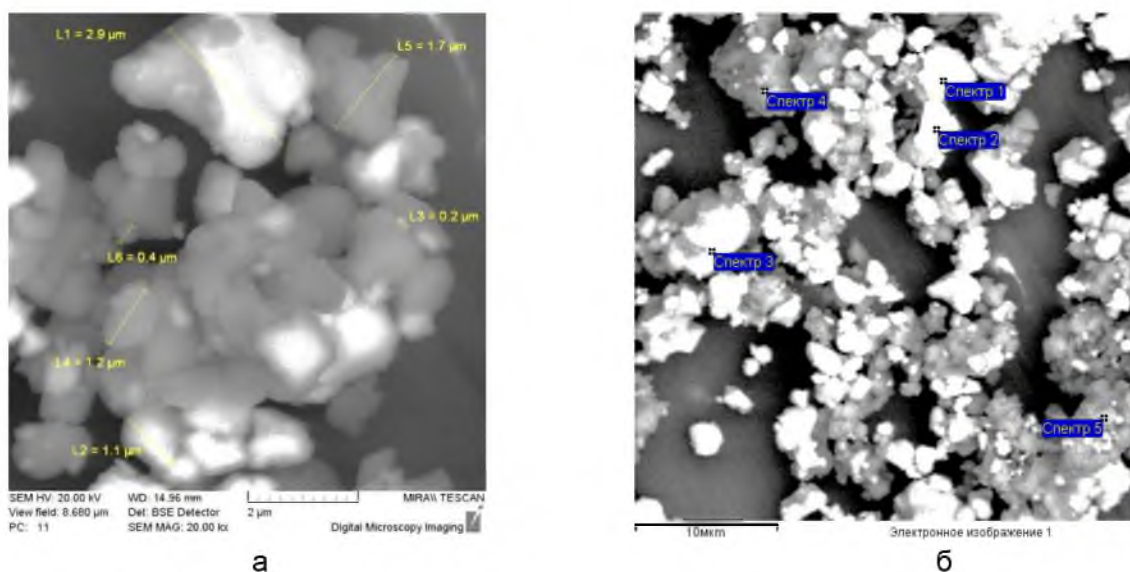


Рисунок 2 – Микроструктура порошка исходного состава пресс-порошка ЦТС-19 после предварительного синтеза и дополнительного помола

Исходный состав имел средний размер зерен 1,2 мкм и большой разброс по размеру зерен (рис. 2 а). Элементарный состав участков зерен (рис. 2 в) приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Элементарный состав по данным электронной микроскопии и рентгенофлуоресцентного анализа пресс-порошка ЦТС-19 после предварительного синтеза и дополнительного помола

Спектр	Ti	Mn	Fe	Ni	Zn	Sr	Zr	Pb
Спектр 1	9.8	0.8	3.0	2.1	0.6	1.1	12.8	52.7
Спектр 2	9.3	0.5	18.0	3.8	0.1	0.0	8.6	44.5
Спектр 3	6.8	1.4	5.6	2.9	0.2	1.3	12.1	53.7
Спектр 4	0.3	0.8	50.9	18.9	5.6	0.2	0.0	2.0
Спектр 5	0.2	0.7	49.3	23.4	2.8	0.0	0.4	1.8

Все результаты в весовых %

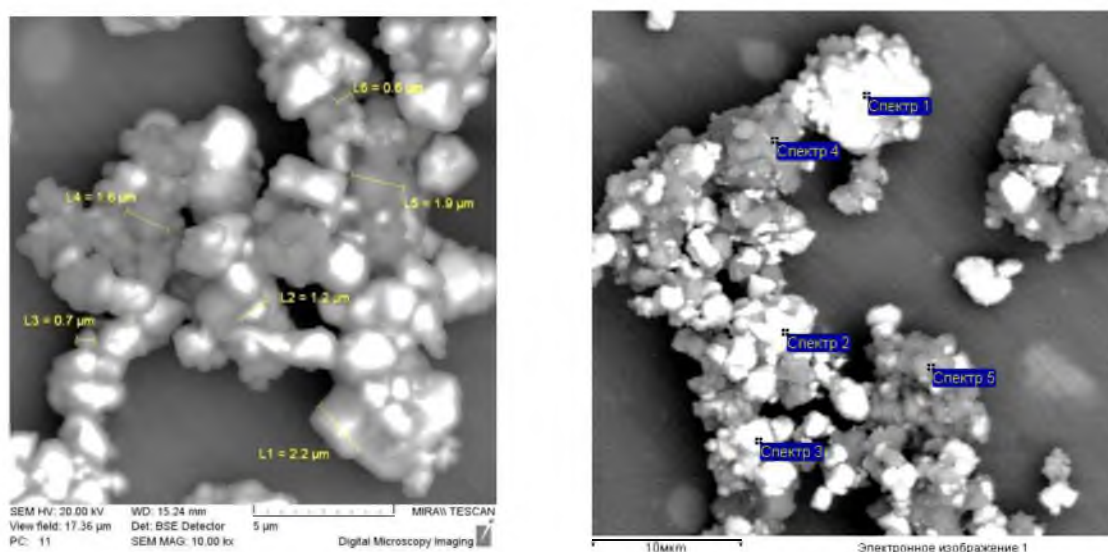


Рисунок 3 – Микроструктура порошка состава ЦТС-19 после обработки на встречных ультразвуковых потоках в течение 30 минут

Обработка исходного состава УЗК в течение 30 минут не изменило средний размер зерен уменьшив разброс по размеру зерен.

Таблица 2 – Элементарный состав по данным электронной микроскопии и рентгенофлуоресцентного анализа состава ЦТС-19 после обработки ультразвуком в течение 30 минут

Спектр	Ti	Mn	Fe	Ni	Zn	Sr	Zr	Pb
Спектр 1	7.8	0.9	2.3	0.9	0.5	1.4	13.5	56.8
Спектр 2	7.3	0.6	3.0	3.1	0.3	1.7	13.6	54.4
Спектр 3	7.2	0.2	3.2	2.6	0.1	1.8	14.3	54.6
Спектр 4	0.3	0.7	50.1	20.5	4.6	0.1	0.2	2.4
Спектр 5	0.8	1.0	43.3	20.9	3.2	0.4	1.1	8.5

Все результаты в весовых %

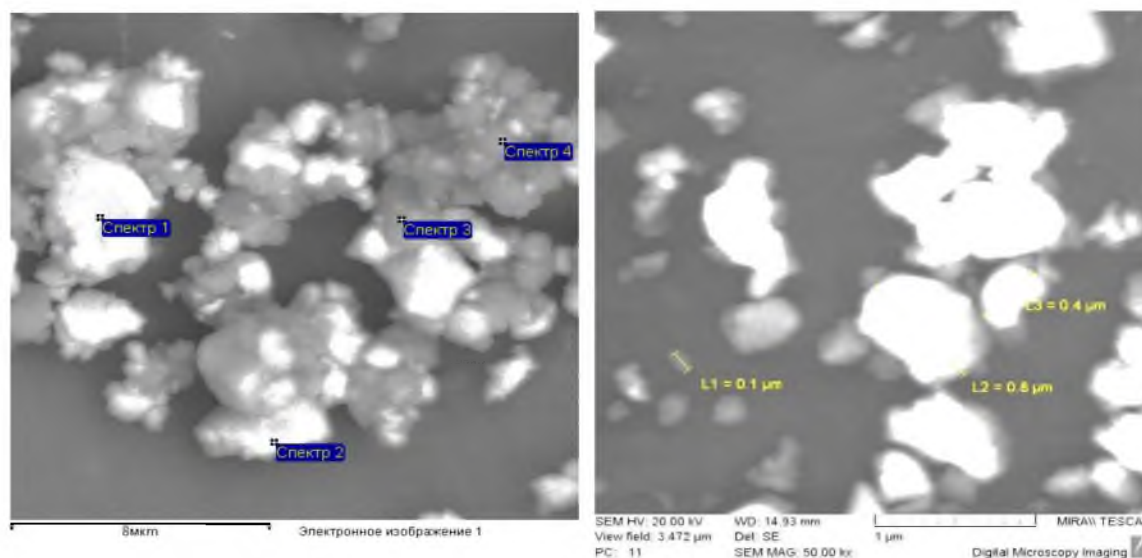


Рисунок 4 – Микроструктура порошка состава ЦТС-19 после обработки на встречных ультразвуковых потоках в течение 90 минут

При воздействии УЗК в течение 90 минут средний размер зерен уменьшился и составил 0,4 мкм.

Таблица 3 – Элементарный состав по данным электронной микроскопии и рентгенофлуоресцентного анализа состава ЦТС-19 после обработки ультразвуком в течение 90 минут

Спектр	Ti	Mn	Fe	Ni	Zn	Sr	Zr	Pb
Спектр 1	7.8	0.7	0.6	0.4	0.1	1.5	15.7	57.2
Спектр 2	9.2	1.1	3.0	2.0	0.0	0.6	13.3	55.1
Спектр 3	1.3	0.7	40.5	18.8	3.2	0.6	2.7	11.7
Спектр 4	0.5	0.8	45.2	20.9	3.0	0.4	0.7	7.5

Все результаты в весовых %

Полученные результаты показывают, что измельчение керамического порошка возможно при малой интенсивности УЗК. Обработка порошка состава ЦТС-19 на встречных ультразвуковых потоках в течение 90 минут в спирте дало уменьшение среднего размера зерен с 1,2 до 0,4 мкм. Данные рентгенофлуоресцентного анализа свидетельствуют о сохранении неравномерности распределения элементного состава (табл. 1–3), что свидетельствует о разрушении зерен по дефектам их структуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ультразвуковая механоактивация порошков (Tran B. T., Doan D. Ph., Nguyen V. L., Rubanik V. V., Shylin A. D. Effect of ultrasonic-assisted compaction on density and hardness of Cu-CNT nanocomposites sintered by capsule-free hot isostatic pressing // Acta Metallurgica Slovaca. – 2017. – Vol. 23, No. 1. – P. 30–36.