

ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ НА МОРФОЛОГИЮ ПОРОШКОВОГО НИКЕЛИДА ТИТАНА

М.А. КОНОВАЛОВА^{1,2}, О. Ю. ВАУЛИНА¹, О.С. СКАЧКОВА²

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет

²Областное государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
"Томский экономико-промышленный колледж"

E-mail: maria-kolesova1@mail.ru

Никелид титана TiNi представляет собой сплав никеля и титана (55% никеля, 45% титана), обладает ценными механическими и физико-химическими свойствами, используются в качестве функциональных и конструкционных материалов [1, 2]. Известно, что механическая активация приводит к увеличению запаса свободной энергии, что влияет на ускорение реакций между частицами и повышение свойств порошка. В работе исследован порошок TiNi до и после механической активации в течении 10, 30, 60 и 300 секунд.

Механическая активация порошков проводили в планетарной шаровой мельнице центробежного типа АГО-2. РЭМ-изображения получили с помощью растрового электронного микроскопа «VEGA 3 TESCAN». Описание частиц порошка никелида титана основано на ГОСТ 25849-83 [3], в котором описаны типовые формы частиц. РЭМ-изображения порока никелида титана представлены на рисунке 1.

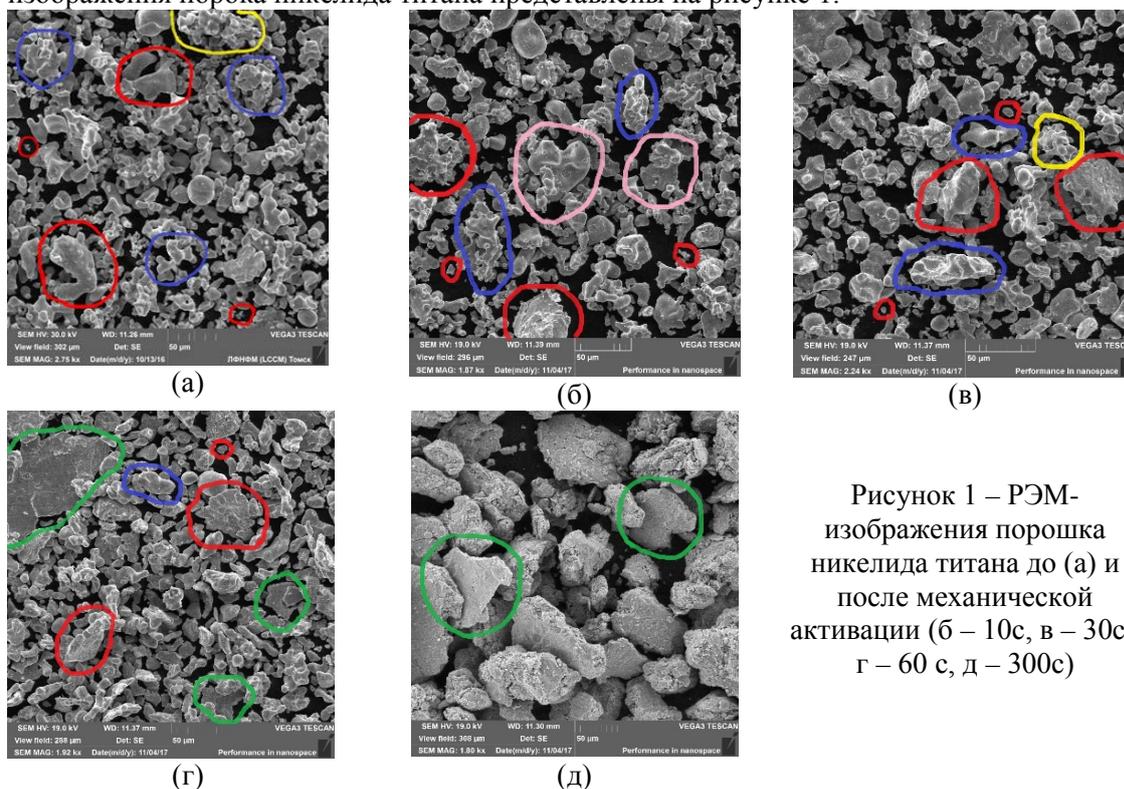


Рисунок 1 – РЭМ-изображения порошка никелида титана до (а) и после механической активации (б – 10с, в – 30с., г – 60 с, д – 300с)

Исходный порошок TiNi неоднороден по размеру и по форме частиц, рисунок 1 а. Встречаются крупные и мелкие частицы (красный контур). Встречаются частицы дендритной формы (синий контур), а также губчатые частицы (желтый контур). Порошок после механоактивации в течении 10 и 30 с, рисунок 1 б-в, схож с исходным. Однако после 10 с активации появляются порошинки с открытыми порами (розовый контур), а при активации порошка в течении 30 с - частицы губчатой формы (жёлтый контур).

После механической активации в течении 60 с наряду с описанными выше частицами появились крупные частицы-агломераты, имеющие угловатую структуру (зелёный контур), рисунок 1 г. После механоактивации порошка в течении 300 с уже все

исходные частицы объединились в крупные агломераты, рисунок 1 д, имеющие резкие угловатые формы.

Насыпную плотность порошка измеряли по методике в соответствии с ГОСТ 19440-94. Результаты измерения насыпной плотности и размер частиц порошка никелида титана до и после механической активации представлены в таблице 1. При небольшом времени активации (до 30 с) дисперсность порошка увеличивается за счет разрушения исходных частицы. Соответственно, насыпная плотность также увеличивается. Более длительная обработка порошка, приводит к уменьшению насыпной плотности. Это связано с тем, что мелкие частицы имеют избыточную поверхностную энергию, которая является движущей силой непроизвольной агрегации частиц.

Таблица 1 – Влияние механической активации на насыпную плотность и размер частиц порошка NiTi

Время механоактивации τ , с	Насыпная плотность ρ , г/см ³	Средний размер частиц, мкм
0	2.07±0.01	17±2
10	2.22±0.02	13±3
30	2.56±0.02	10±3
60	2.46±0.01	22±1
300	2.37±0.01	33±1

Исходная структура порошкового никелида титана состоит из TiNi (B2) и NiTi₂ (кубическая сингония), Ni₃Ti (гексагональная сингония), рисунок 2 а. В процессе механической активации пики рентнограммы испытывают уширение вследствие накопления дефектов внутри порошинок, при этом размеры ОКР (область когерентного рассеивания), рисунок 2 б в процессе механической активации уменьшаются.

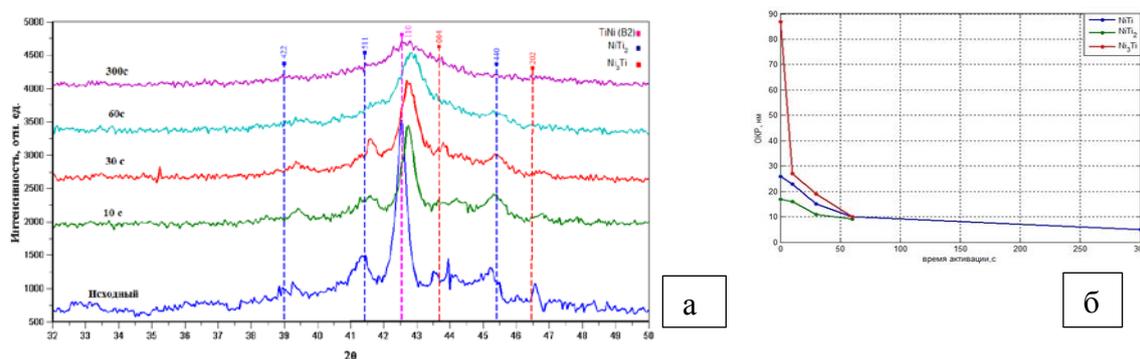


Рисунок 2 - Фрагменты рентнограмм до и после механоактивации порошка TiNi (а); зависимость ОКР от времени механической активации (б)

С увеличением времени механической активации формируется состояние с очень малым размером кристаллитов исходя из значений ОКР, что может соответствовать рентгеноаморфному состоянию. Размер ОКР значительно меньше, чем средний размер порошка, т.е. частицы TiNi состоят из нескольких кристаллитов. С увеличением времени активации кристаллическая фаза уменьшается, а рентгеноаморфная – увеличивается.

Исходя из сказанного, можно сделать выводы, что лучшими физическими свойствами обладает порошок после механической активации в течение 30 минут.

Список литературы

1. Otsuka K., Wayman C.M. Shape Memory Materials. – Cambridge: Cambridge University Press, 2008. – 284 p
2. Абдульменова Е.В. и др. Влияние фазовых превращений в TiNi на насыщение водородом // Современные технологии и материалы новых поколений: сб. трудов Межд. конференции с элем.научной школы - Томск: Изд-во ТПУ, 2017. - С. 142-143.
3. ГОСТ 25849-83 (СТ СЭВ 3623-82) «Порошки металлические. Метод определения формы частиц».