

## **ВЛИЯНИЕ МЕХАНОАКТИВАЦИИ НА СТРУКТУРУ ХРОМОНИКЕЛЕВОЙ СТАЛИ, ПОЛУЧЕННОЙ МЕТОДОМ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ**

*А.А. СОСНОВСКАЯ<sup>1</sup>, МИНЬ ЛИ<sup>1,2</sup>, Е.А. ДАРЕНСКАЯ<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Томский политехнический университет

<sup>2</sup>Шэньянский политехнический университет

E-mail: [ivanovaea@tpu.ru](mailto:ivanovaea@tpu.ru)

## **INFLUENCE OF THE MECHANICAL ACTIVATION ON THE STRUCTURE OF CHROME-NICKEL STEEL PRODUCED BY POWDER METALLURGY**

*A.A. SOSNOVSKAYA<sup>1</sup>, MINH LI<sup>1,2</sup>, E.A. DARENSKAIA<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Tomsk Polytechnic University

<sup>2</sup>Shenyang Ligong University, China

E-mail: [ivanovaea@tpu.ru](mailto:ivanovaea@tpu.ru)

*This article presents research results of the chromium-nickel steel which was obtained by powder metallurgy. Powdered compositions were mechanical activated during 1 and 10 minutes. The aim of this investigation is analysis of the influence of mechanical activation on the structure and phase composition. Here it is shown that the sintered chromium-nickel steel has the austenitic-ferritic structure. Longer period mechanical action allows for a more homogeneous structure.*

Порошковая металлургия, наряду с другими наукоемкими и энеросберегающими отраслями промышленности, является одним из основных направлений развития современного, высокоэффективного производства технологически развитых стран мирового сообщества. На основе принципов технологии порошковой металлургии разрабатываются новые технологии, позволяющие исключать или уменьшать недостатки классической порошковой металлургии. Примером такой современной технологии может служить получение изделий методом инжекционного формования порошковых металлов. Изготовление металлических изделий из порошков, позволяет получать детали сложной формы без последующих обработок и потери дорогостоящих материалов. Разработка новых составов порошковых композиций является важной задачей, решение которой позволит получить изделия с требуемыми свойствами.

В литературе встречается немного информации о влиянии механической активации металлических порошков на процессы прессования, спекания и структуру изделий, полученных методом порошковой металлургии [1, 2]. В связи с этим целью данной работы является рассмотрение влияния механоактивации порошковой композиции 03X17N12B на структуру и фазовый состав спеченных изделий.

Порошковая композиция 03X17N12B получена смешиванием отдельных порошков: карбонильное железо, хром, никель, вольфрам. Смешивание проводили в течение 24 часов на установке «Смеситель С 2.0». После смешивания порошковую композицию разделили на две части, одну из которых подвергли механической активации в планетарной мельнице в течение 1 минуты, а другую – в течение 10 минут. Формование образцов производили на гидравлическом прессе методом холодного одностороннего прессования. Процесс спекания в течение 3 часов проводили в электрической вакуумной печи при температуре 1380°C. Металлографический анализ проводили на микроскопе ЛабоМет-1, дифрактограммы снимали с помощью дифрактометра ДРОН-4М.

Рентгеноструктурный анализ показал, что в структуре обеих спеченных сталей присутствуют две фазы: аустенит и феррит. Микроструктуры исследуемых образцов представлены на рисунке 1. На изображениях структур образца 03X17H12B, полученного из порошка после односторонней механической активации, можно выделить две области, отличающиеся по цвету, рисунок 1,а. При рассмотрении этих областей при большем увеличении выявили, что светлые области, рисунок 1,б имеют структуру, типичную для аустенита (зёрна с двойниками); а тёмные области, рисунок 1,в, имеют другой вид – зёрна округлой формы, характерные для феррита, по границам которых выделились карбиды. Структура спеченной стали 03X17H12B из порошка, активированного в течение 10 минут, имеет совершенно другой вид. Светлые аустенитные области, испещрённые карбидами.

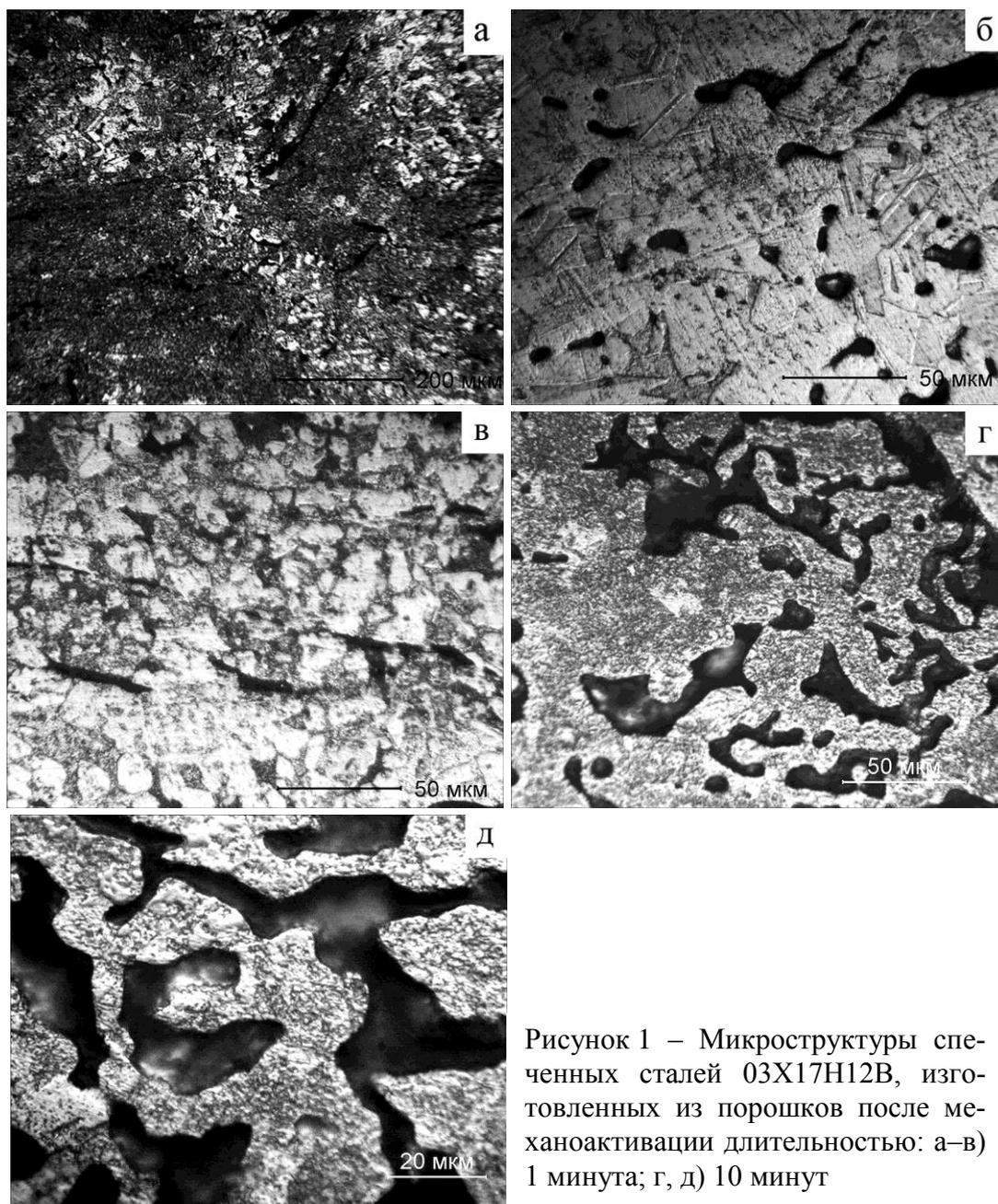


Рисунок 1 – Микроструктуры спеченных сталей 03X17H12B, изготовленных из порошков после механоактивации длительностью: а–в) 1 минута; г, д) 10 минут

Длительность механической активации не оказала сильного влияния на параметр решётки аустенита: у спеченной стали из порошка, активированного в течение 1 минуты – 0,3598 нм, и в течение 10 минут – 0,3593 нм.

Изменение фазового состава спеченной стали при увеличении времени механической активации порошковой композиции связано с процессами, протекающими при во время активации. После 1 минуты механического воздействия порошки деформировались и образовали конгломераты, возможно из частиц никеля и железа, рисунок 2, б. При спекании из этих конгломератов образовались аустенитные области структуры, а вокруг них из смеси порошков, обедненной никелем, образовался феррит, рисунок 1, а. После 10 минут механической активации конгломераты значительно увеличились в размерах и практически не осталось отдельных исходных частиц порошка, рисунок 2, в. Вероятно, образовавшиеся конгломераты имеют относительно одинаковый химический состав, что позволило получить после спекания однородную структуру, рисунок 1, г, д.

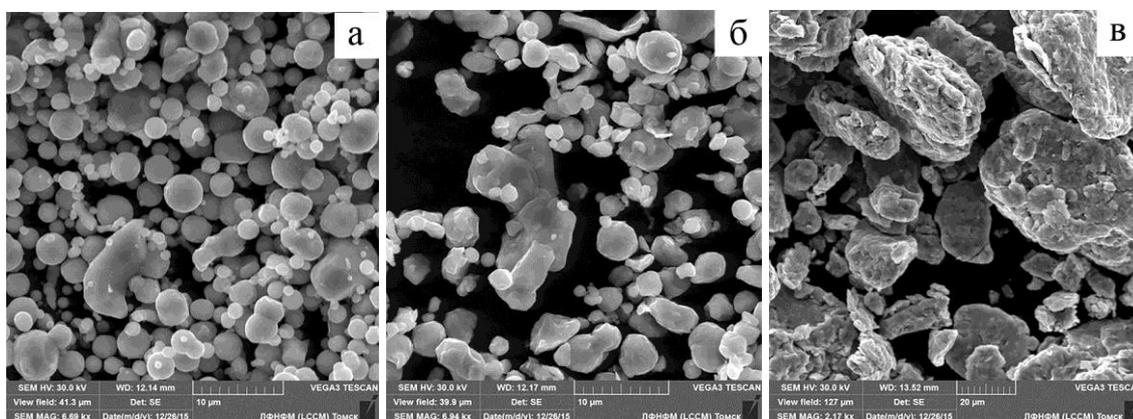


Рисунок 2 – Фотографии порошковой композиции 03X17N12V после механической активации в планетарной мельнице: а) время активации 1 мин; б) 10 мин

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы. Механическая активация порошковых композиций на основе железа 03X17N12V влияет на структуру спеченного изделия. Спеканием механически активированных в течение 1 и 10 минут порошковых смесей 03X17N12V можно получить аустенитно-ферритную структуру. Более длительное механическое воздействие позволяет достичь более однородную структуру. Однако необходимо оценить, как изменяется пористость спеченных сталей в зависимости от времени активации.

### Список литературы

1. Дорогина Г.А. Структура и физико-механические свойства спеченных материалов системы Fe-Si, полученных из механически активированных на воздухе порошков / Э.С. Горкунов, Ю.В. Субачев, С.М. Задворкин, И.А. Кузнецов, Е.А. Туева, А.В. Долматов // Физика и химия обработки материалов. – 2011. – № 5. – С. 56-61.
2. Korchagin M.A. Microstructure and Properties of Pure and Composite Metal Powders after Mechanical Activation in Planetary Ball Mill / I.A. Ditenberg, K.I. Denisov, AN. Tyumentsev // International Conference on Physical Mesomechanics of Multilevel Systems 2014. AIP Conf. Proc. – 2014. – 1623. P. 291-294.