

11. Винтизенко Л.Г., Григорьев С.В., Коваль Н.Н. и др. Дуговые разряды низкого давления с полым катодом и их применение в генераторах плазмы и источниках заряженных частиц // Изв. Вузов. Физика. – 2001. Том 44. – №9. – С.28-35.
12. Прибытков Г.А., Гурских А.В., Шулаев В.М., Андреев А.А., Коржова В.В. Исследование покрытий, осажденных при вакуумно-дуговом испарении спеченных порошковых катодов титан-кремний // ФХОМ, 2009, № 6, с.34-40.

## ВЛИЯНИЕ МЕХАНОАКТИВАЦИИ НА ПОРИСТОСТЬ ХРОМОНИКЕЛЕВОЙ СТАЛИ, ПОЛУЧЕННОЙ МЕТОДОМ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

*С.А. СТЕПАНИУК<sup>1</sup>, ЛУНЛУН У<sup>1,2</sup>, Е.А. ДАРЕНСКАЯ<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет

<sup>2</sup>Шеньянский политехнический университет, Китай

E-mail: ssstan17@gmail.com

## INFLUENCE OF MECHANICAL ACTIVATION ON POROUS CHROMIUM- NICKEL STEEL PRODUCED BY POWDER METALLURGY

*S.A. STEPANYUK<sup>1</sup>, LUNLUN U<sup>1,2</sup>, E.A. DARENSKAIA<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>National research Tomsk Polytechnic University

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

E-mail: ssstan17@gmail.com

***Annotation.** In this paper the influence of mechanical activation on porous chromium-nickel steel produced by powder metallurgy. For the experiments, we use the same materials with different mechanical activation time. The effects of mechanical activation time on the porosity of the materials was studied. For images using a microscope LaboMet-I with visualization system.*

**Введение.** Механоактивация представляет собой образование химически активных веществ с помощью механического измельчения в шаровых мельницах. Измельчение в ударном, ударно-истирательном или истирательном режимах приводит к накоплению дефектов внутри структуры материала, которые приводят к увеличению кривизны поверхности, фазовых превращений, а в некоторых случаях, к аморфизации кристаллов [1, 2]. Данный метод является наиболее простым для получения нанокристаллического состояния в твердых телах.

**Материалы и методики.** В качестве материалов исследования использованы два стальных образца, полученных методом порошковой металлургии. Порошковые композиции, использованные для получения стальных образцов, имеют одинаковый химический состав, таблица 1, но разное время механической активации. Порошки подвергались механической активации в планетарной мельнице в течение 1 и 10 минут. Исходя из химического состава, можно обозначить марку образца как 03X17H12B2.

Таблица 1 – Химический состав стали 03X17H12B2, %

Cr	C	Ni	W	Fe
17	0,03	12	2	69,97

Исследуемые образцы имели форму таблеток. В ходе проведения экспериментов поверхности образцов были зашлифованы, полированы и протравлены. Исследования структуры проводились на металлографическом инвертированном микроскопе ЛабОмет-И с системой визуализации.

**Результаты и обсуждения.** На рисунке 1 представлены снимки нетравленной поверхности спеченных образцов 03X17H12B2, полученных из механически активированных в течение 1 и 10 минут порошков. Видно, что увеличение времени механической активации привело к повышению количества пор и их размеров. Об этом увеличении говорят и данные, полученные с помощью программы SIAMS, рисунок 2. Пористость образца, изготовленного из механически активированного в течение 1 минуты порошка, составила 5 %, а образца, изготовленного из механически активированного в течение 10 минут порошка – 15,7 %. Увеличивается не только количество пор, но и их размер. Гистограммы, рисунок 2, после односторонней активации порошков в спеченной стали основной объём пор (90 %) имеет размер от 5 до 13 мкм, а после десятиминутной активации – от 5 до 25 мкм. Так же стоит отметить, что спеченный образец из порошка, механически активированного в течение 1 минуты, имеет большее количество мелких пор.

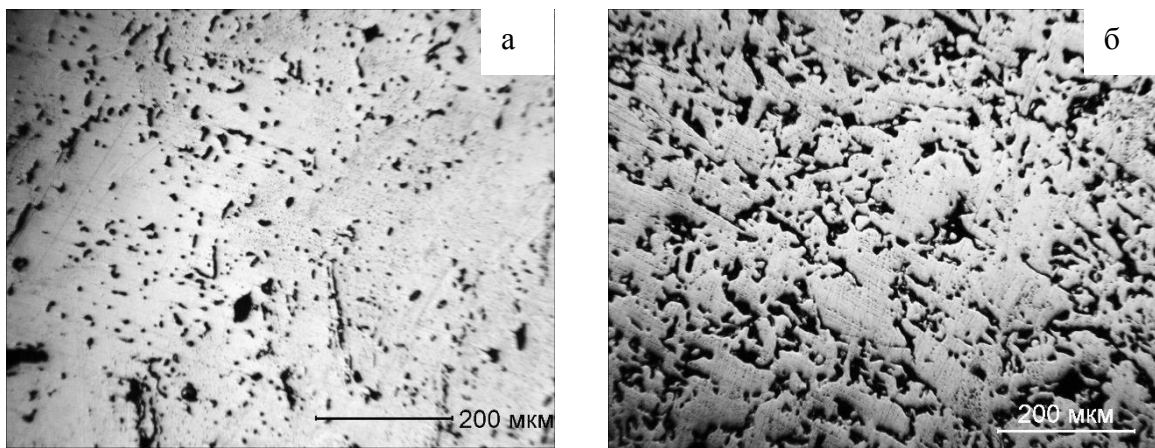


Рисунок 1 – Снимки нетравленной поверхности образцов: а) 1 мин активации, б) 10 мин

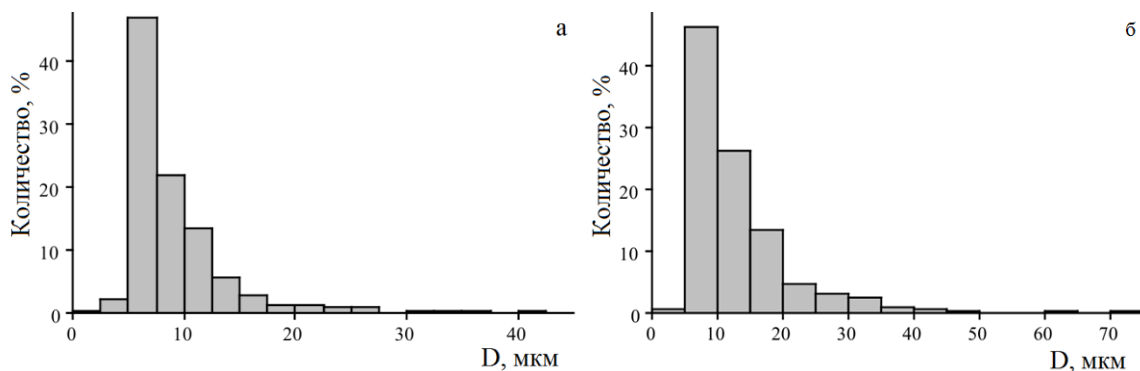


Рисунок 2 – Распределение пор на поверхности образцов: а) 1 минута активации, б) 10 минут активации

**Выводы.** Длительность механической активации оказывает влияние на пористость спеченной стали, а также форму и размер пор. Увеличение времени механического воздействия в планетарной мельнице на порошковые композиции с 1 минуты до 10 минут приводит к росту пористости спечённых сталей в пять раз и росту размера пор примерно в 2 раза.

#### **Список литературы**

1. Малкин А.И., Киселев М.Р., Ключев В.А. и др. Влияние механоактивации на теплоемкость порошкообразного вольфрама // Письма в ЖТФ. – 2012. – Т. 38. – № 11. – С. 26-30.
2. Полубояров В. А. Лапин А.Е., Коротаева З.А. и др. Влияние механической активации металлических порошков на их реакционную способность и свойства плазменных покрытий // Химия в интересах устойчивого развития. – 2002. – № 10. – С. 219-225.

### **ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА И СТРУКТУРУ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА Д16**

*А.А ДРОНОВ, О.Ю. ВАУЛИНА*

Томский политехнический университет

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

### **EFFECT OF HEAT TREATMENT ON THE PROPERTIES AND STRUCTURE OF ALUMINUM ALLOY D16**

*A.A DRONOV, O.Y. VAULINA*

Tomsk Polytechnic University

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

**Введение.** В настоящее время, промышленные производства нуждаются в качественных цветных сплавах, соответствующие параметрам ГОСТ. Исследование металла на его соответствие перед дальнейшей обработкой является важным аспектом. Работа выполнялась в рамках предприятия ООО «Технотрон». На завод поступил материал, из которого необходимо было изготовить деталь – обечайку. Цель работы: определить марку материала, провести необходимую обработку для получения требуемых свойств для детали.

**Методики исследования.** Поверхность образцом готовили стандартными методами – шлифовка, полировка, травление ( $\text{HNO}_3$  + вода, соотношение 1 к 4). Металлографические исследование проводили на металлографическом микроскопе «ЛабОМет-И». Химический состав сплава определяли двумя методами - микрорентгеноспектральный анализ на растровом электронном микроскопе VEGA Tescan и с помощью экспресс-анализатора металла Niton XL3t GOLDD. Измерение микротвердости проводили по ГОСТ 9450-76 с использованием микротвердомера ПМТ-3 (нагрузка - 100 г). Твердость по Бринеллю - использовался пресс, диаметр шарика 5 мм, испытательная нагрузка 2452 Н (250 кгс) и коэффициент  $K = 10$ .

**Результаты и обсуждение.** На предприятие поступил материал, предположительно, алюминиевый сплав, из которого требовалось изготовить деталь «обечайку». Для начала необходимо было определить марку материала. Для определе-