

2. Корнев А.Е., Буканов А.М., Шевердяев О.Н. Технология эластомерных материалов: Учебник для вузов. – М.: НППА «Истек», 2009. – 504 с.
3. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. – М.: Научный мир, 2007. – 576 с.
4. Осошник И.А., Шутилин Ю.Ф., Карманов О.В. Производство резиновых технических изделий: Учебное пособие. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2007. – 972 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ПОРОШКОВОЙ КОМПОЗИЦИИ ИНВАРНОГО ТИПА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СПЕЧЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

ХАНЬ ЛЯН^{1,2}, Е.В. АБДУЛЬМЕНОВА¹, М.А. КОНОВАЛОВА¹, О.Ю. ВАУЛИНА¹

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет

²Шэньянский политехнический университет

E-mail: 676610469@qq.com

Изделия, изготавливаемые технологией порошковой металлургии, рассматриваются в настоящее время в качестве перспективных конструкционных материалов в области материаловедения. Инвар обладает уникальным свойством – низким коэффициентом термического расширения (КТР) в интервале температур от -100 до $+100$ °С. Однако механические свойства литого инвара достаточно низкие. Повысить свойства порошкового инвара можно путем упрочнения исходных частиц (например, механической активацией) или путем введения в порошковую смесь упрочняющих частиц [1-2].

В работе исследовали порошковый инвар - сплав, состоящий из никеля (Ni, 36 %) и железа (Fe, 64%). Порошковая смесь предварительно была подвергнута механической активацией в течение 1 и 5 минут в планетарной мельнице.

Все порошки (и без механической активации, и с механической активацией) неоднородны по размеру и по форме частиц. Встречаются как крупные, так и мелкие частицы. Порошок после механической активации меняет свою морфологию, рисунок 1. Большинство порошинок без механоактивации, рисунок 1 а, имеют сферическую форму, размер порошинок колеблется от 1 до 10 мкм. После механической активации в течение 1 минуты, рисунок 1б, также наблюдаются частицы округлой формы, однако встречаются и большие частицы, а также конгломераты, состоящие из нескольких порошинок и имеющих размер до 70 мкм. После механоактивации в течение 5 минут, рисунок 1в, большое количество частиц имеют неправильную вытянутую форму. Также наблюдаются большие плоские, сплюснутые частицы, а также крупные конгломераты размером до 90 мкм.

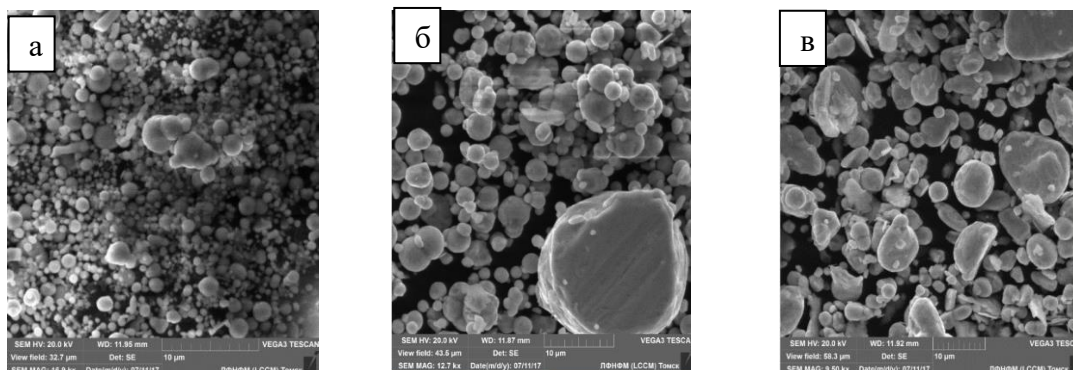


Рисунок 1 – Электронно-растровая микроскопия порошков инвара: а - порошок инвара без механической активации; б - порошок инвара после механической активации в течение 1 минуты; в - порошок инвара после механической активации в течение 5 минут

На рисунке 2а представлены фрагменты рентгенограмм порошка инвара до и после механической активации. Видно, что после механической активации фазовый состав не изменился. Исходный порошок состоит из Fe и Ni. Fe имеет ОЦК структуру с параметром кристаллической решётки ($2,8605 \cdot 10^{-10}$ м), что соответствует параметру ОЦК структуры Fe равным ($2,86 \cdot 10^{-10}$ м). Ni имеет ГЦК структуру с параметром кристаллической решётки ($3,5164 \cdot 10^{-10}$ м), что соответствует параметру ГЦК структуры Ni равным ($3,514 \cdot 10^{-10}$ м).

При увеличении времени механической активации параметры решёток Fe и Ni увеличиваются до ($2,8638 \cdot 10^{-10}$ м) и ($3,5198 \cdot 10^{-10}$ м), соответственно. По-видимому, увеличение параметров кристаллической структуры может быть связано с накоплением дефектов, которые зарождаются в процессе механической активации.

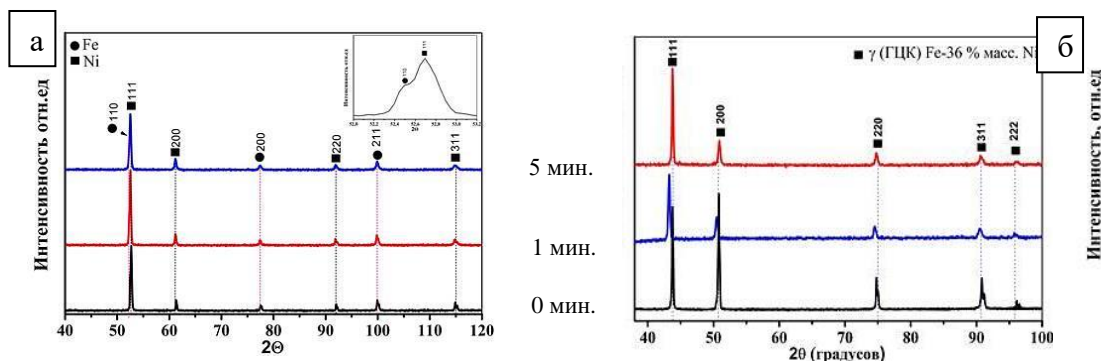


Рисунок 2 – Фрагменты рентгенограмм порошка (а) и спеченных образцов (б) состава Fe–36 % масс. Ni до и после механоактивации в течение 1 и 5 минут.: Рисунок в правом верхнем углу – увеличенный первый пик

Металлографический анализ спеченных образцов показал, что структуры всех исследуемых образцов имеют феррито-аустенитную структуру, рисунок 3. Это подтверждается рентгеноструктурным анализом, рисунок 2б. Из рисунка 3 видно, что структуры спеченных образцов отличаются размерами и формой зерен. В зернах аустенита наблюдаются двойники.

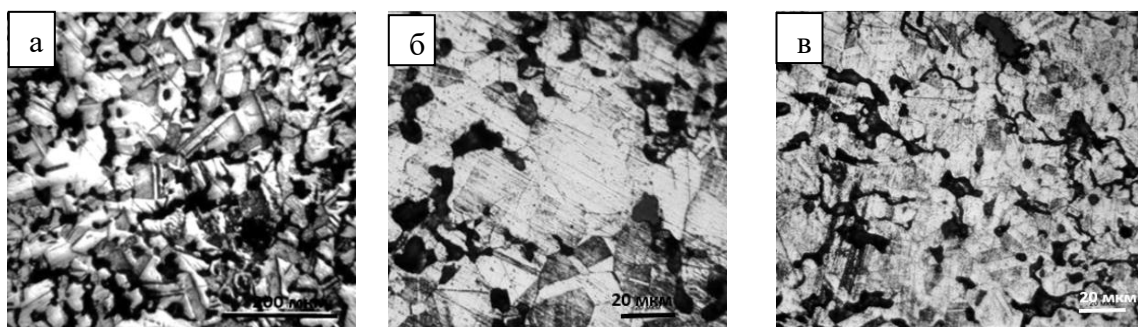


Рисунок 3 – Структура поверхности травленных спеченных образцов, а - без механической активации, б - при 1 минут, в - при 5 минут

Для определения механических свойств была измерена микротвердость. Микротвердость образцов после предварительной механоактивации в течение 1 (600 ± 29 МПа) и 5 минут (572 ± 34 МПа) снизилась примерно в 1,5 раз (на 30%) в сравнении с образцами из исходных порошков (876 ± 47 МПа).

В заключении можно сказать, что предварительная механическая активация исходных порошков не приводит к увеличению твердости спечённых образцов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-48-700039 р_а.

Список литературы

1. Hidalgo J., Jiménez-Morales A., Barriere T. et al. Mechanical and functional properties of Invar alloy for μ -MIM // Powder Metallurgy. – 2014. – № 2. – P. 127-136.
2. Оглезнева С. А., Саенков К. Л., Гревнов Л. М. Исследование физико-механических свойств и температур фазовых превращений порошковых Fe–Ni-сплавов // Вестник ПНИПУ. – 2017. – № 3. – С. 34 – 48.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ 10Г2ФБЮ

Н.А. ХИСАМЕТДИНОВ¹, Ю.И. ПОЧИВАЛОВ², А.С. СМИРНОВА²

¹ Томский политехнический университет

² Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

E-mail: chicharito_96@mail.ru

Одним из главных недостатков существующих технологий обработки металла давлением (ОМД) является большие энергозатраты. Возникают они из-за промежуточных отжигов и высокого сопротивления металла деформированию. Для уменьшения затрат на энергию, увеличения показателей эффективности процессов производства и повышения качества продукции металлургической отрасли применяется технология электропластической деформации [1].

В настоящей работе исследовали влияние электропластической деформации при прокатке на структуру и механические свойства низколегированной стали 10Г2ФБЮ. Сталь класса прочности К60 типа 10Г2ФБЮ используется для строительства труб большого диаметра в газонефтепроводах [2].

Образцы для исследования получали прокаткой в валках с кольцевыми проточками по режиму – с 10 мм до 3 мм в плоских валках, с 3 мм до 1,6 мм в валках с проточками, с 1,6 мм до 1 мм в плоских валках.

Поверхность образцов стали 10Г2ФБЮ исследовали на оптическом микроскопе ЛабoМет-И, рисунок 1.

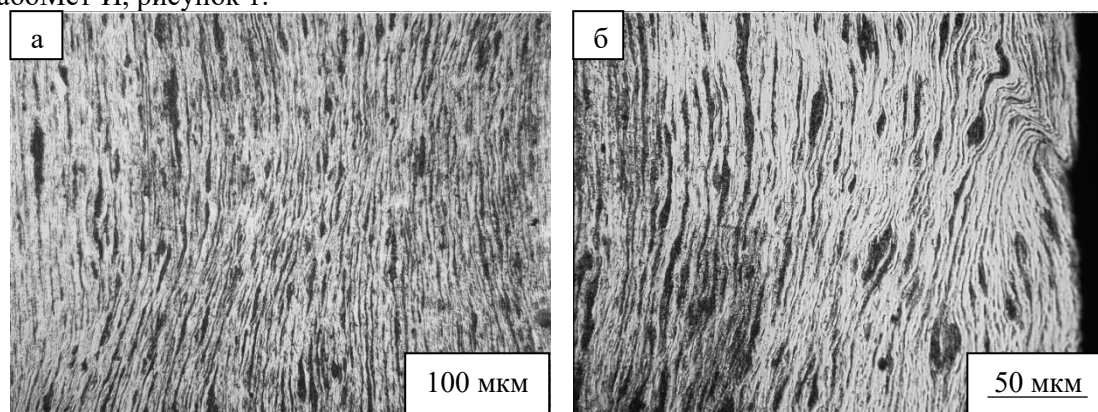


Рисунок 1 – Структура стали 10Г2ФБЮ после прокатки:
а) при увеличении в 200 раз; б) при увеличении в 500 раз

Фрактографические исследования разрушенных образцов были проведены методом растровой электронной микроскопии на Tesla BS-300, рисунок 2.

На панораме образца стали 10Г2ФБЮ после прокатки, рисунок 2а, наблюдается слоистый характер разрушения с квази-вязким типом рельефа, что подтверждает снижение пластичности, относительно исходного материала. При испытаниях на растяжение