

определенными по нетравленным изображениям образцов (3 % и 5,27 %, рисунок 2). Вероятно, в объёме образцов имеются крупные поры.

Значения микротвердости образцов отличаются (1355,7 и 1248,4 МПа у образца 1 и образца 2 соответственно). Это различие связано с измерением микротвердости, очевидно, при измерении образца 2 укол попадал чаще на места с подповерхностными порами, что дало большие по размеру отпечатки индентора. Если сравнивать с твердостью литой стали 40Х (2212,8 МПа [2]), то спечённая сталь 40Х имеет твердость в 1,6 раза ниже. Это также объясняется неизбежным наличием пор в структуре спеченных образцов порошковой стали.

Вероятно, для достижения большей плотности и высокой микротвердости порошковой стали 40Х нужно увеличить температуру и/или время спекания.

Результаты исследования будут полезны при разработке технологии инъекционного формования.

Список литературы

1. Андриевский Р. А. Введение в порошковую металлургию. – Фрунзе: Илим, 1988. – 174 с.
2. ГОСТ 4543-71. Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УПРОЧНЯЮЩИХ ЧАСТИЦ КАРБИДА ТИТАНА, ВВЕДЕННЫХ В ПОРОШКОВУЮ КОМПОЗИЦИЮ Fe-Ni НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СПЕЧЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Е.В. ДЕГТЯРЕВА, М.М. МАСАЛИТИНА, Е.В. АБДУЛЬМЕНОВА, О.Ю. ВАУЛИНА
Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет
E-mail: 676610469@qq.com

Инвар – это материал, обладающий уникально низким температурным коэффициентом расширения, но он имеет низкие прочностные и механические свойства. Эти недостатки ограничивают область применения сплава и снижают его эффективность. Повышение механических характеристик сплава без изменения низкого ТКР позволяет использовать его в высоконагруженных конструкциях. Повысить механические свойства можно несколькими способами, один из которых это добавление упрочняющих частиц в материал. Целью работы было исследовать влияние введенных в железоникелевый порошок частиц карбида титана на свойства и структуру спеченных образцов [1-2].

Объектами исследования работы стали четыре партии образцов изготовленные методом порошковой металлургии из порошков никеля и железа 36 % и 64 % соответственно с добавлением частиц карбида концентрацией (1 – 10) %. Формовали образцы методом холодного одноосного прессования при давлении 255 МПа. Спекание образцов проходило при температуре 1300 °С в течение двух часов с предварительной изотермической выдержкой два часа при температуре 600 °С. Охлаждение образцов проходило вместе с печью. Металлографический анализ проводили на лабораторном микроскопе «ЛабoМет-И». Микротвердость образцов измеряли на микротвердомере ПМТ-3.

На рисунке 1 представлены РЭМ-изображения порошковой смеси инвара и карбида титана. Видно частицы инвара имеют сферическую форму с размером частиц около 4 мкм и долей сферичности 80 %. Порошок карбида напротив имеет неправильную угловатую форму с размером 12 мкм, доля сферичности всего 5 %.

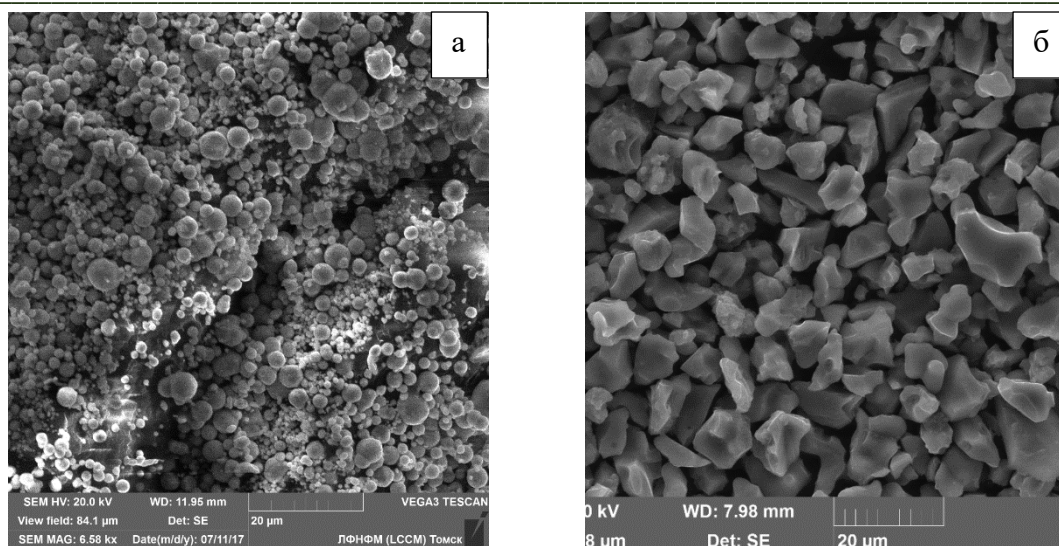


Рисунок 1 – РЭМ-изображение порошковой смеси инвара (а) и порошка карбида титана (б)

Наличие выступов и неровностей на поверхности частиц карбида затрудняет их перемещение относительно друг друга и приводит к снижению насыпной плотности. Чем больше карбида титана добавляем к порошку инвара, тем меньше насыпная плотность: насыпная плотность исходного порошка инвара ($2,89 \pm 0,06$) г/см³, с добавлением 1 % TiC – ($2,53 \pm 0,05$) г/см³, с добавлением 5 % TiC – ($1,88 \pm 0,07$) г/см³, с добавлением 10 % TiC – ($1,52 \pm 0,07$) г/см³. Знание насыпной плотности порошка необходимо для расчета размеров прессуемой детали. Чем меньше насыпная плотность, тем более затруднено формование заготовок и больше их усадка при спекании, это и показала усадка образцов после спекания, при увеличении количества карбида до 10%, усадка увеличивается в 2 раза (с 17 ± 1 %) для исходного инвара до 34 ± 4 %).

На рисунке 2а представлено металлографическое изображение спекенного образца. Качественно для всех образцов структура одинаковая. Наблюдаются аустенитные неравноосные зерна неправильной формы с неровными краями с большим количеством двойников. При добавлении карбида титана структура остается аустенитной, но сильно уменьшается размер зерна.

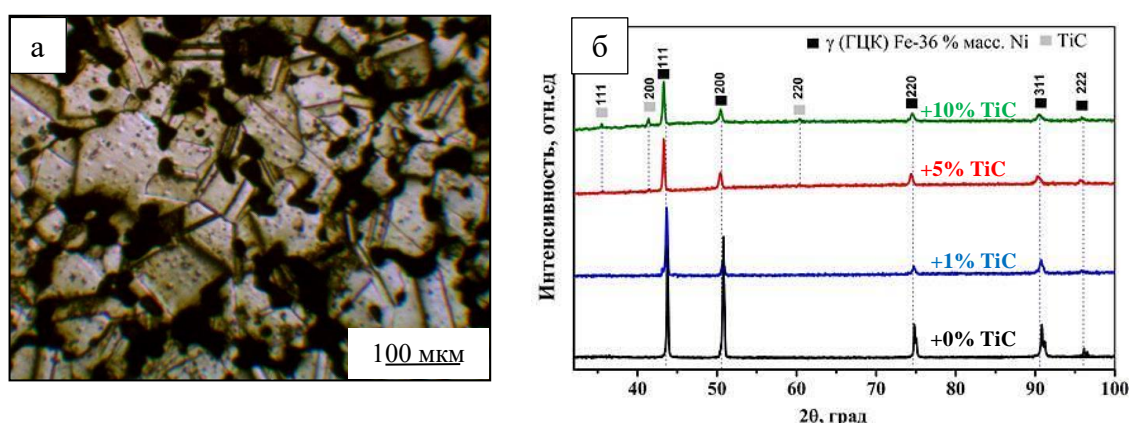


Рисунок 2 – а) Микроструктура спекенных образцов; б) совмещённая рентгенограмма образцов для четырех образцов

На рисунке 2б представлена совмещённая рентгенограмма образцов для четырех образцов. Видим, что основные пики γ -фазы у всех образцов совпадают. Значительных

расширений не наблюдаются. Так же видно, что пики карбида титана проявляются только для образцов с содержанием 5 и 10 %.

Несмотря на пористость, твёрдость образцов при добавлении карбида титана значительно возрастает, при чём, чем больше содержание карбида в образце, тем больше его твёрдость. Твёрдость инвара после введения 10% карбида увеличилась почти в 3 раза. Сравнивая с твёрдостью порошкового инвара, упрочненного другим способом, можем видеть, что наш способ является более эффективным.

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

Список литературы

1. Фадин В.В., Колубаев А.В. и др. Композиты на основе карбида титана, полученного методом технологического горения / Перспективные материалы, 2011, №11, С. 91-96
2. Григорьев М.В., Молчунова Л.М. и др. Влияние механической обработки на структуру и свойства порошка нестехиометрического карбида титана / Известия ВУЗ. Физика, 2013, Т.56, № 7/2, С. 206-210
3. Чукин М.В., Голубчик Э.М., Гун Г.С. Исследование физико-механических свойств и структуры высокопрочных многофункциональных сплавов инварного класса нового поколения // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. – 2014. – N 1. – С. 43–47.

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ФОРМОВАНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА Порошковой стали 04X14H

ДАЙ ШУАЙ¹, КЭ ДУН²

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет

²Шэньянский политехнический университет

E-mail: shuay1@tpu.ru

В настоящее время большое внимание уделяется развитию высоких технологий для мало- и безотходных производств изделий. В первую очередь к ним относятся технологии, берущие начало от порошковой металлургии, например, аддитивные технологии. При производстве деталей методами порошковой металлургии большое влияние на качество изделий оказывает способ формования: одноосное прессование, прессование с пластификатором и т.п. В связи с этим изучение структуры и свойств порошковых сталей, полученных разными способами формования, является интересным и имеет практическую значимость, т.к. результаты могут быть использованы для разработки технологии получения компактных изделий [1, 2].

В связи с этим, целью данной работы является исследование влияния способа формования на структуру и свойства порошковой стали 04X14H.

Для этого были исследованы пять образцов порошковой стали 04X14H, полученных разными способами формования (без связующего, с воском и с «полипропилен - воск») и дальнейшим спеканием при температуре 1380°C в течение 6 часа.

Исследования показали, что добавление пластификатора влияет на плотности спеченного образца. С увеличением доли полипропилена в связующем фидстока, плотность и усадка спеченных образцов становятся меньше.