

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕРОДА И МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ СМЕСИ ПОРОШКОВ Fe И Ti НА МИКРОСТРУКТУРУ И КОМПАКТНОСТЬ СПЕЧЕННОГО МАТЕРИАЛА

МАНЬ ДИЭР¹ Ю.В.МЯЧИН²

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: dier1@tpu.ru

Железо-титановый сплав наиболее распространен в сталелитейной промышленности. Он используется для раскисления и легирования сталей. Благодаря тем свойствам, которыми сплав обладает, продукция становится очень устойчивой к коррозии, поэтому нередко железо-титановый сплав применяется для производства нержавеющей стали [1], подшипников скольжения.

Объектом исследования является железо-титановый сплав с содержанием 5 % Ti. Цель исследования – изучение свойства спеченных образцов с различными режимами механической активации и разным содержанием углерода исходной порошковой смеси.

Готовили смеси двух составов – Fe95 %Ti5 % и Fe94 %Ti5 %C1 % по массе. Подготовленные порошковые смеси заданного состава подвергались механической активации в планетарной мельнице. Для каждой смеси проводили активацию с пятью режимами, меняя время продолжительности процесса – 1 мин, 2 мин, 5 мин, 10 мин, 20 мин. Прессование образцов проводил методом холодного одностороннего прессования при давлении 400МПа. Спекание образцов проводили в вакуумной печи сопротивления при температуре 1400 °С [2]. Металлографические исследования проводили на лабораторном микроскопе «Лабомет-И».

На рисунках 1 и 2 представлены фотографии полированной поверхностей спеченных образцов с различным временем механической активации (0% содержания углерода – C0 и 1 % содержания углерода – C1). Видно, что с увеличением времени активации пористость спеченных образцов увеличивается. Количество пор у образцов с углеродом заметно выше, чем у образцов без углерода, их форма неправильная, а диаметры сильно различаются. По фотографиям было рассчитано распределение пор по площади. Для образцов, представленных на рисунках 1 и 2 значения, составили соответственно: 30 мкм², 55 мкм², 50 мкм², 150 мкм².

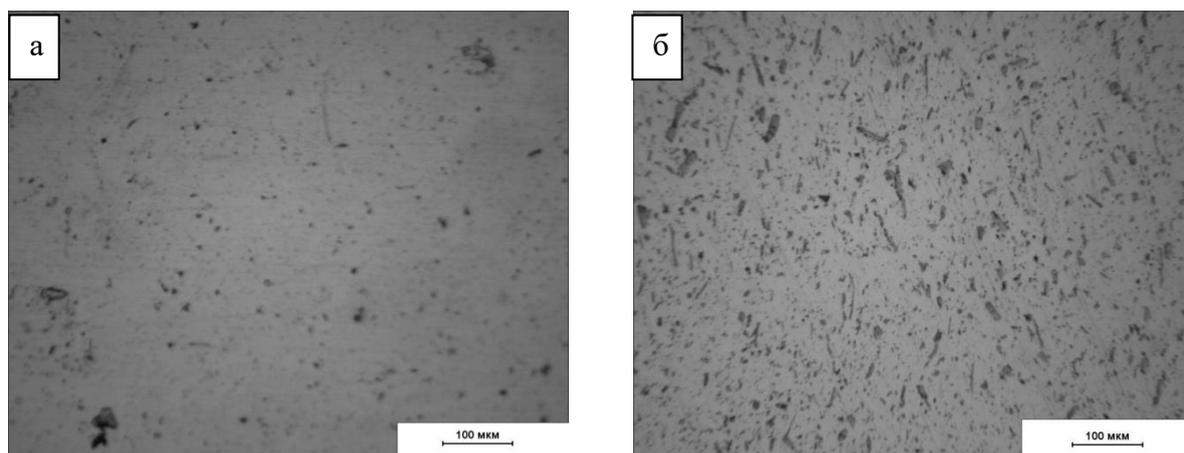


Рисунок 1 – Образцы с разным содержанием углерода, сравнение изображений после активации в течение 1 минута: а - C0, б - C1

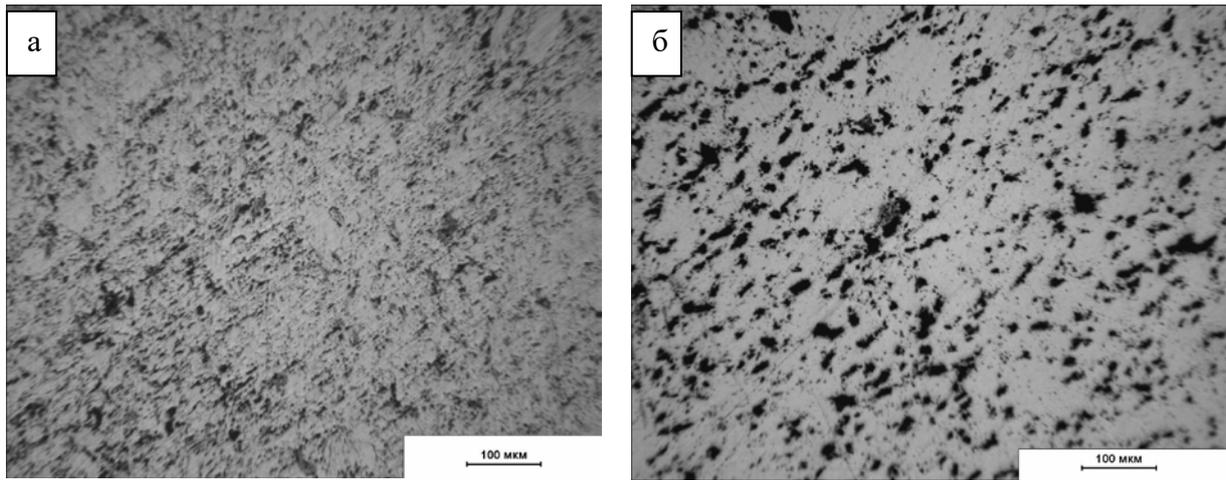


Рисунок 2 – Образцы с разным содержанием углерода, сравнение изображений после активации в течение 10 минут: а - C0, б - C1

Косвенными измерениями были рассчитаны плотности спеченных образцов. Результаты измерений представлены на рисунке 3. Видно, что максимальная плотность наблюдается у образцов без углерода. С увеличением времени механической активации плотность спеченных образцов обоих составов уменьшается.

Увеличение пористости и снижение плотности спеченных образцов связано с тем, что при механической активации исходных порошковых смесей происходит укрупнение частиц смеси за счет слипания пластичных порошинок. Более крупные частицы имеют меньшую поверхность и, соответственно, меньше точек контакта и больше незаполненных пустот. Для полноценного спекания такой смеси требуется больше энергетические и временные затраты.

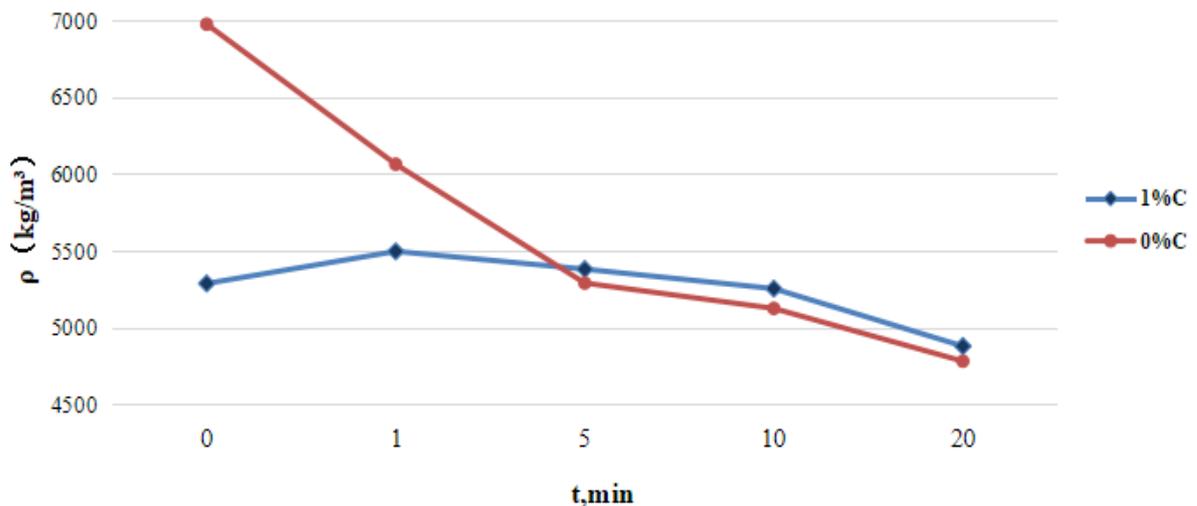


Рисунок 3 – Зависимости плотности спеченных образцов от времени механической активации

На рисунке 4 представлены графики зависимости микротвердости спеченных образцов от времени механической активации исходных порошковых смесей. Можно заметить, что микротвердость образцов с углеродом выше, чем у образцов без углерода. Разница составляет более чем в два раза. Рентгенографический анализ образцов не проводили, но можно

предположить, что увеличение микротвердости образцов с углеродом связано с образованием при спекании твердых фаз – карбидов железа и карбидов титана, а также возможно образование твердого раствора углерода в железе.

С увеличением времени активации видно, что микротвердость у образцов обоих составов снижается. Здесь наиболее вероятно влияние пористости.

Заслуживает внимание рост микротвердости у образцов при механической активации в течении одной минуты по сравнению с образцами из смеси без активации. Рост на данном участке проявляется как на образцах без углерода, так и на образцах с углеродом.

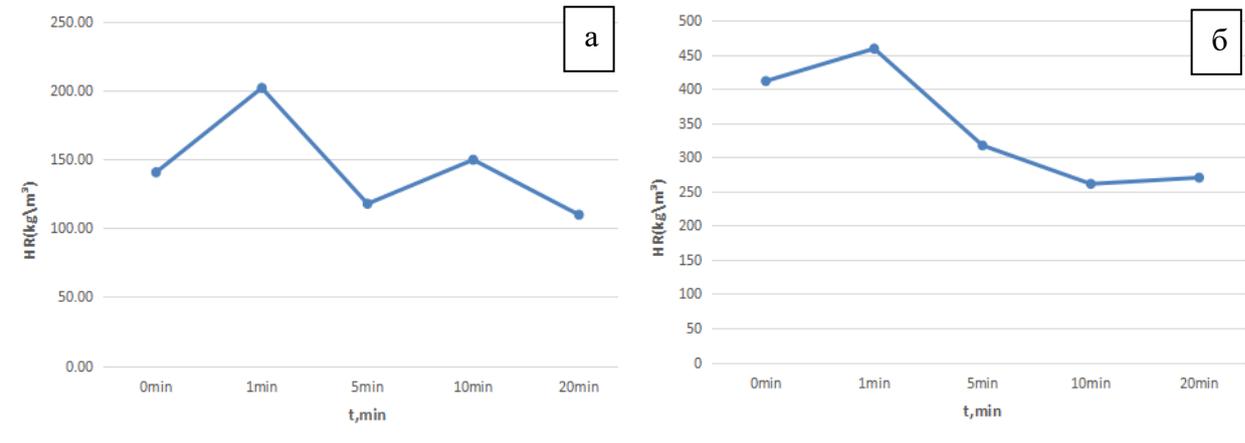


Рисунок 4 - Зависимость между средним значением микротвердости и временем активации: а - C0, б - C1

По приведенным результатам исследований можно сказать, что добавление углерода в состав порошковой смеси приводит к более высокой пористости спеченных образцов по сравнению с образцами без углерода. Однако добавка углерода позволяет получать материал с более высокой микротвердостью и, возможно, другими механическими характеристиками. Предположительно обнаружена активация процесса спекания образцов, исходная смесь которых была механически активирована в течение одной минуты. Такие образцы имеют более высокую микротвердость и меньшую открытую пористость по сравнению с образцами без активации исходной порошковой смеси.

Список литературы

1. Материаловедение и технологии материалов: учеб. для студентов вузов / Гервасьев М.А. Омск: Изд-во ВПО ФГАОУ, 2015. – 19 с.
2. Ермаков С.С. Порошковая металлургия: Учеб. пособие. – Л: изд. ЛПИ, 1986. – 88 с.
3. Vaulina O.Y., Darenskaia E.A., Myachin Y.V., et al. Influence of mechanical activation of steel powder on its properties[C]//IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 2017, 175(1): 012038.