

Т.А. Литвинова, С.Н. Егоров

Волгодонский институт Южно-российского государственного технического университета (г. Волгодонск)

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ МИГРАЦИИ МЕЖЧАСТИЧНОЙ ПОВЕРХНОСТИ СРАЩИВАНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОРОШКОВОЙ СТАЛИ

Исследование природы сегрегаций обусловлено их существенным влиянием на развитие межчастичного сращивания. Именно степень завершенности этого процесса, протекающего при формировании порошкового материала в условиях кратковременного деформационного воздействия на уплотняемый материал, определяет уровень структурно-чувствительных свойств. Характер формируемой в зоне сращивания структуры зависит от соотношения движущей силы миграции межчастичной поверхности сращивания (МЧПС) и силы сегрегационного торможения, определяющего возможность отрыва МЧПС от сегрегационной атмосферы. Поэтому целью настоящей работы является определение значений этих сил, имеющее важное значение для анализа условий обеспечения качественного межчастичного сращивания.

В качестве исходных материалов использовали порошки железа марки ПЖР 3.200.28 ГОСТ 9849 – 86 и графита карандашного марки ГК-1 ГОСТ 4404 – 78. Состав порошка железа марки ПЖР 3.200.28 следующий:

Элемент	C	Si	Mn	S	P	O
M, % (не более)	0,05	0,08	0,20	0,02	0,02	0,50

Примечание. M – массовая доля элемента.

Зольность порошка графита марки ГК-1 составляет 1,0 %, содержание влаги – 0,5 %, выход летучих веществ – 0,5 %, остаток на сите № 0063 – 0,5 %.

Для определения порядка значений сил сегрегационного торможения воспользуемся ранее предложенной методикой расчета¹.

В случае отрыва МЧПС от сегрегационной атмосферы, при условии, что работа, совершаемая против силы $F_{с.т}$ сегрегационного торможения, должна диссипироваться за счет диффузии сегрегированных атомов, происходящей при миграции МЧПС, расчет параметра $F_{с.т}$ проводим по следующему выражению:

$$F_{с.т} = \sum_{i=1}^n C_{прив.i} x_{с.ди} K_{эл} kT \ln \left(\frac{C_{макс.i}}{C_{м.i}} \right),$$

¹ Dorofeev V.Y., Egorov S.N. The Impure Retardation of Interparticle Joining Surface Migration. Science of Sintering. 2005. V. 37. № 3. P. 225 – 230.

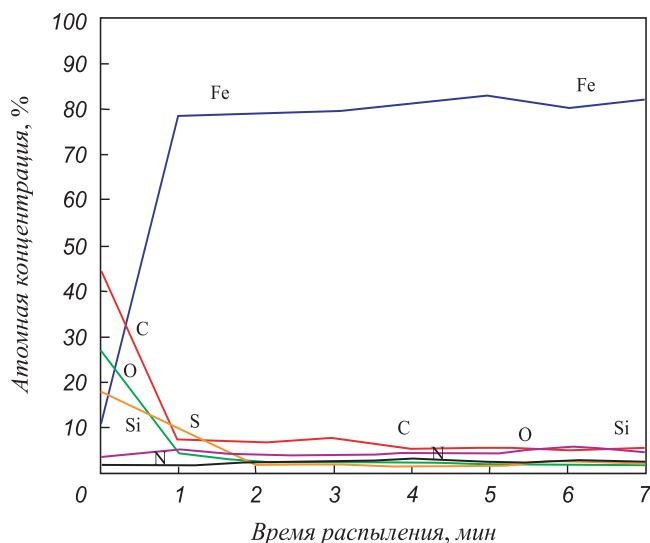
где $C_{макс.i}$, $C_{прив.i}$ и $C_{м.i}$ – максимальная, приведенная и внутризеренная концентрации i -го компонента; $x_{с.ди}$ – ширина сегрегационной зоны; $K_{эл}$ – число атомов, проходящихся на одну элементарную кристаллическую ячейку; k – постоянная Больцмана; T – абсолютная температура; a – параметр кристаллической решетки.

В основу расчета величины $F_{с.т}$ положены экспериментальные данные Оже-электронной спектроскопии (ОЭС) свободных поверхностей порошка, представленные на рисунке.

В результате проведенных расчетов были определены значения силы сегрегационного торможения для различных температур, сопровождающих процесс формирования порошкового материала, которые представлены ниже:

Температура, °C	600	700	800	900	1000
$F_{с.т}$, мДж/м ²	0,45	0,49	0,53	0,58	0,63

Из результатов видно, что с ростом температуры деформационного воздействия тормозящий эффект от сегрегации возрастает. Это обстоятельство может быть объяснено увеличением несоответствия исходной и



Распределение углерода (—), кислорода (—), азота (—), серы (—) и кремния (—) на свободной поверхности порошковой стали

равновесной сегрегаций, которые с повышением температуры уменьшаются.

В условиях горячей пластической деформации природой движущей силы миграции является избыточная объемная энергия, накопленная в процессе пластической деформации. Удельная энергия ϵ дислокации зависит от модуля сдвига G и вектора b Бюргера.

Тогда движущая сила $F_{дв}$ миграции определится по формуле

$$F_{дв} = k_d \epsilon \rho = k_d G b^2 \rho,$$

где $k_d = 0,7 \div 1$ – коэффициент, учитывающий характер распределения дислокаций; ρ – плотность дислокаций в деформированной области материала.

На основании ранее проведенных исследований тонкой структуры порошкового материала установлено, что плотность дислокаций при уплотнении материала до остаточной пористости приблизительно 3 % составляет $10^7 - 10^{10} \text{ см}^{-2}$. Тогда интервал изменения величины движущей силы колеблется в пределах $10^2 - 10^5 \text{ Дж/м}^2$.

В результате проведенных исследований установлено, что при формировании порошкового материала, сопровождающегося уменьшением параметра $F_{с.т.}$, наблюдается значительное превосходство значений $F_{дв}$ над значениями силы торможения, что облегчает отрыв мигрирующей межчастичной поверхности сращивания от сегрегированных атомов элементов.

© 2012 г. Т.А. Литвинова, С.Н. Егоров
Поступила 15 июля 2010 г.

УДК 621.778.5:677.721

В.А. Харитонов, Т.А. Лантева

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ШИРИНЫ МЕЖПРОВОЛОЧНОГО КОНТАКТА ПРИ МАЛОМ ОБЖАТИИ ПРЯДЕЙ

Между проволоками при обжатию прядей формируются контактные поверхности шириной f' (рис. 1). Известные методики^{1, 2} определения ширины f контактной поверхности не учитывают влияния площади $S_{смещ}$ смещенного металла на увеличение ширины площадки контакта, а также смещения контактной полосы по контуру проволоки, что вносит погрешности в оценку развитости контактной поверхности. В настоящей работе принимается, что ширина площадки контакта пропорциональна прилагаемой к ней силе, площадь сечения проволок не меняется (см. сноску 1).

Определяемое смещением металла из прилегающих областей увеличение q половины ширины контактной поверхности ($f'/2 = f/2 + q$) находим по формуле

$$q = t + \sqrt{1 - 2S_{смещ}/(ab)},$$

где $t = \sqrt{a^2 + b^2}$; $a = (r_i - x_i) \cos(\lambda/2) - r_i$; $b = r_i(\lambda - 2 \times \arcsin(f/2r_i))/2$; x_i – расстояние между контактной поверхностью и вершиной дуги окружности кон-

тактирующей проволоки радиусом r_i ; λ – центральный угол окружности проволоки, образованный двумя радиусами, проведенными к центрам контактов с другими проволоками.

Обжатие пряди сравниваем с осадкой ее проволок другими проволоками как наклонными бойками. Неравномерность течения металла и разную скорость роста половины площадок контакта определяем по изменению угла λ по следующей формуле:

$$\Delta(\lambda/2) = \frac{90 f' \cos^2 \beta}{\pi r (1 + \sin^2 \beta)},$$

где β – центральный угол окружности проволоки, образованный радиусами, проведенными по направлению к

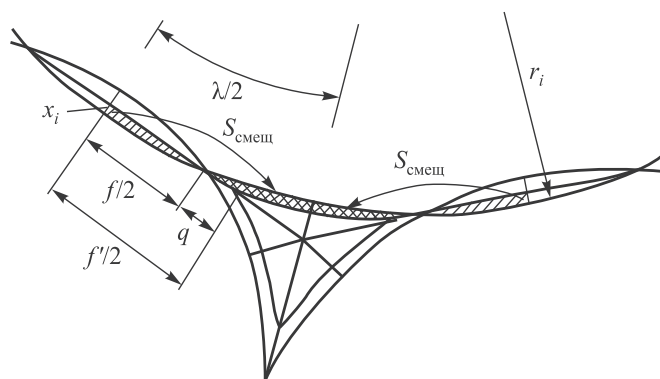


Рис. 1. Схема для определения величины площадки контакта

¹ Глушко М.Ф., Скалацкий В.К., Малиновский В.А. – В кн.: Стальные канаты: сб. науч. тр. Вып. 9. – Киев: Техника, 1972. С. 120 – 130.

² Ставничук П.А. Разработка энергосберегающей технологии производства пластически деформированных арматурных канатов прокаткой: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Магнитогорск, 2003. 20 с.