

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 Бюргерса.

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

$$F_{\text{дв}} = k_{\text{д}} \varepsilon \rho = k_{\text{д}} G b^2 \rho,$$

где $k_{\text{д}} = 0,7 \div 1$ – 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 $F_{\text{с.т.}}$, наблюдается значительное превосходство значений $F_{\text{дв}}$ 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. Лаптева

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 $S_{\text{смещ}}$ 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 прилежащих областей увеличение q половины ширины контактной поверхности ($f'/2 = f/2 + q$) находим по формуле

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

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

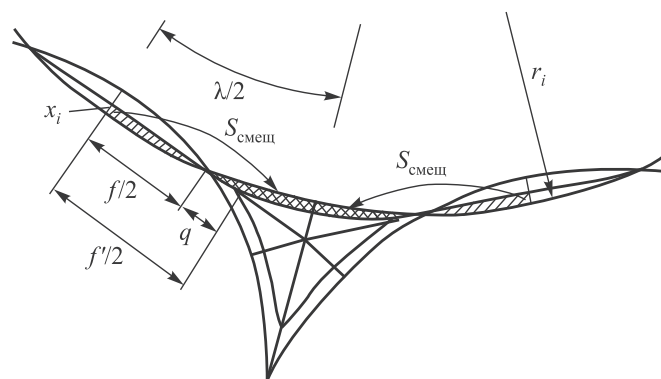
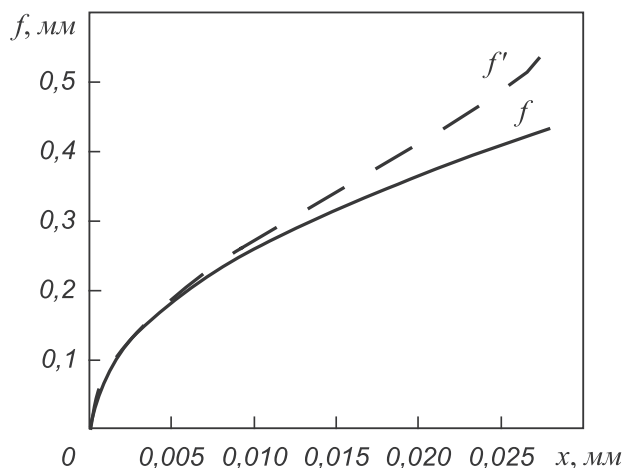


Рис. 1. Схема для определения величины площадки контакта

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.

Рис. 2. График отклонения f от f'

центру пряди и к центру окружности контактирующей проволоки.

Результаты расчетов по предлагаемой методике показывают, что ширина f' контактной поверхности для проволоки диам. 1,7 мм при $x = 0,026$ мм оказывается больше f на 23 % (рис. 2), изменение половины угла $\lambda/2$ при $\beta = 30^\circ$ составляет 10° .

Выводы. Предложена уточненная методика расчета ширины контактной поверхности проволок при малом пластическом обжатии многослойных прядей. Методика учитывает влияние вытесненного объема металла из межпроволочных зазоров и сдвиги контактных поверхностей.

© 2012 г. В.А. Харитонов, Т.А. Лантеева
Поступила 1 ноября 2011 г.

УДК 669. 018. 25:624. 014. 2

В.Е. Реморов, А.В. Федорович, И.Н. Федорович

Сибирский государственный индустриальный университет

СВЯЗЬ ТВЕРДОСТИ С НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННЫМ СОСТОЯНИЕМ МЕТАЛЛА

Современные методы расчетов часто не обеспечивают достаточную надежность результатов оценки величины и характера распределения напряжений вблизи конструктивных концентраторов, дефектов и повреждений, тем самым существенно ограничивают возможность использования полученных результатов для анализа степени их опасности и прогнозирования остаточного ресурса металлических конструкций.

В связи с этим, а также учитывая, что в настоящее время появились широкие возможности измерения твердости металла непосредственно на конструкциях с помощью компактных переносных твердомеров, для определения величины и характера распределения напряжений вблизи концентраторов, дефектов и повреждений более перспективным представляется использовать корреляционную связь твердости с напряженно-деформированным состоянием (НДС) металла.

Для измерения твердости поверхность исследуемых элементов обрабатывается до уровня шероховатости не более $2,5 R_a$. После этого мягким карандашом наносится координатная сетка с ячейкой 5×5 мм.

Твердость измеряется в узлах сетки переносным твердомером механического типа Темп-2 или ультразвуковым типа Узит-3. Для подробного анализа результаты измерения твердости рекомендуется представлять в виде таблиц, полей одинаковой твердости и трехмерных диаграмм.

В связи с тем, что для различных марок и состояний стали зависимость напряжений от деформаций за пределами упругого участка диаграммы растяжения различна, то и связь между твердостью металла и НДС необходимо определять индивидуально для каждой рассматриваемой марки стали.

Для этого должны быть испытаны и исследованы два типа образцов: 1 – гладкие (стандартные) для получения диаграммы растяжения и 2 – с рабочей частью переменного сечения, образованного пологими «выкружками» на боковых поверхностях, необходимых для получения как можно более широкого диапазона упругопластических и пластических деформаций образца вплоть до разрушения. Испытания должны проводиться не менее чем на трех образцах.

Диаграммы растяжения, полученные при испытании образцов типа 1, используются в расчетах при моделировании их НДС с учетом физической нелинейности исследуемого металла. Для образцов типа 2 необходимо произвести моделирование НДС в соответствующих точках измерения твердости как в упругой постановке для тестирования программы, так и с учетом физической нелинейности материала для точек, где возникает упругопластическая и пластическая деформация.

Затем необходимо провести корреляционный анализ связи измеренных значений твердости с расчетными значениями напряжений и найти уравнения регрессии,