

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,

которые в дальнейшем можно будет использовать для определения напряжений по твердости.

В исследованиях конечно-элементное моделирование напряженно-деформированного состояния образцов производилось в программном комплексе Лира 9.4, интерфейс которого представлен в виде единой интуитивной графической среды пользователя с перспективным комплексом, учитывающим физическую нелинейность металла методом Ньютона–Рафоса.

Расчетная схема образца представляла собой пластину, жестко закрепленную с одного конца, к другому концу пластины было приложено растягивающее усилие и обеспечено свободное его перемещение в направлении действия нагрузки.

Растягивающее усилие до разрушения составило 140 и 129 кН соответственно для образцов из стали марок 09Г2С и СтЗсп.

Целью расчетов являлось определение нормальных напряжений в тех поперечных сечениях образца, где производилось измерение твердости.

Так как распределение напряжений и твердости симметрично относительно продольных и поперечных осей образца, то для повышения достоверности сравнения результатов при дальнейшей обработке рекомен-

дуется использовать данные расчетов и измерения твердости, полученные для всех четвертей рабочей части образцов.

Для выявления связи между твердостью и напряжениями необходимо провести статистическую обработку полученных данных с доверительной вероятностью не менее 0,95 и получить уравнения регрессии для исследуемой марки стали. Исследования показали, что при использовании линейной корреляции наблюдается достаточно высокая сходимость результатов анализа с коэффициентом корреляции от 0,89 до 0,96.

Таким образом, разработана методика измерения твердости металла в элементах металлических конструкций и определены возможные варианты практического использования корреляции между твердостью и напряженно-деформированным состоянием для оценки величины и характера распределения напряжений вблизи конструктивных концентраторов, дефектов и повреждений, анализа степени их опасности и прогнозирования остаточного ресурса конструкций.

© 2012 г. В.Е. Реморов, А.В. Федорович,
И.Н. Федорович
Поступила 2 марта 2012 г.

УДК 669.02:621.82

А.Г. Никитин, К.А. Чайников, В.Е. Реморов, Э.Я. Живаго

Сибирский государственный индустриальный университет

РАСЧЕТ ЖЕСТКОСТИ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ЦИЛИНДРА С ОГРАНИЧЕННОЙ ОСЕВОЙ ДЕФОРМАЦИЕЙ

Одной из важнейших характеристик любой конструкции является ее жесткость, т.е. способность сопротивляться возникновению деформации под действием внешних нагрузок. Следовательно, чем больше жесткость, тем меньше деформация при действии одинаковых нагрузок. Для машиностроительных конструкций жесткость должна быть такой, чтобы деформации, возникающие под действием внешних сил, не нарушали работоспособность этих конструкций.

Недостаточная жесткость подшипников скольжения, широко используемых в металлургическом оборудовании, может вызвать значительные упругие деформации, что приводит к нарушению нормальной работы машины, так как расстраивается взаимодействие различных ее элементов, а положение вала становится неопределимым в пространстве. Подшипники скольжения с мягкими вкладышами, кроме того, с одной стороны, подвержены быстрому износу, что снижает срок их службы. С другой стороны, если подшипники скольжения обладают повышенной жесткостью,

т.е. вкладыши изготовлены из твердых материалов, то это приводит к их разрушению при действии ударных нагрузок. Таким образом, подшипник скольжения должен быть жестким, но без разрушения воспринимать ударные нагрузки. Это достигается введением упругих элементов между корпусом и антифрикционной втулкой.

В качестве упругого элемента может быть использован пневматический элемент, выполненный в виде цилиндра с ограниченной осевой деформацией, изготовленный из эластичного материала, например, резины, с возможностью подачи внутрь него газа, снабженный системой регулирования величины избыточного давления в полости цилиндра. Рассмотрим в качестве примера подшипниковый узел (рис. 1), в котором вал 4 находится в антифрикционной втулке 3, закрепленной в корпусе подшипника 2, установленным, в свою очередь, в станине 1. Упругий пневматический цилиндр 5 располагается между станиной и корпусом подшипника, при этом ось цилиндра расположена перпендикулярно оси