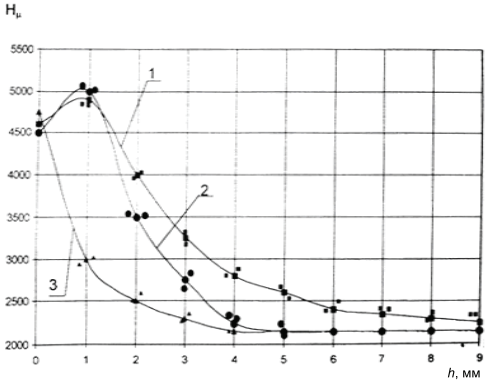
удара приводит к возрастанию количества двойников, что обуславливает увеличение степени упрочнения. В результате металлографических исследований образцов из стали 110Г13Л, упрочненных СИО в производственных условиях, проведен анализ влияния режимов СИО на основные характеристики микроструктуры.



Распределение микротвердости по глубине поверхности упрочненной статико-импульсной обработкой (СИО), в зависимости от ширины (*b*) индентора (ролика) при $D_р$=20 мм: 1 – *b* =15 мм; 2 – *b* =25 мм; 3 – *b*= 40 мм.

Установлено, что эффективным способом повышения долговечности сердечников крестовин стрелочных переводов является упрочение поверхностно пластической деформации (ППД) в условиях комбинированной статико-импульсной обработки. Описан механизм микроструктурных изменений в результате статико-импульсного упрочения , в основе которого лежит процесс двойникования и дробления зерен аустенита на более мелкие блоки.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЙ МНОГОСТУПЕНЧАТЫХ ДЕТАЛЕЙ ВИНТОВЫХ МЕХАНИЗМОВ

Мальгинов С.В., Пичугин А.Н.

Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета, Муром, e-mail: forum2013@rambler.ru

В различных отраслях промышленности все более широкое применение находят винтовые механизмы, в том числе роликовые винтовые передачи. Детали винтовых механизмов в процессе эксплуатации подвергаются нестационарному поворотно-переменному нагружению и выходят из строя в результате усталостного или кнтактно-усталостного разрушения. Нагрузка в винтовых механизмах распределена по многочисленным точкам контакта, имеющим взаимное пространственное угловое и линейное относительное смещение. Вследствие фрикционного характера передачи движения в винтовых механизмах недопустимо пренебрежение силами трения в контакте сопрягаемых звеньев. Широко распространенное в настоящее время раздельное определение напряжений, пренебрежение некоторыми видами деформаций приводит к целому ряду допущений, как при составлении расчетных схем, так и при построении математических моделей напряженного состояния. При определении напряжения в произвольной точке детали винтового механизма целесообразно рассчитывать от совместного действия деформаций контакта, изгиба, сдвига, растяжения (сжатия), кручения, то есть вести комплексный расчет напряжений. Разработана общая методика расчета напряженно-деформированного состояния сопрягаемых деталей винтового механизма, заключающейся в определении в произвольной точке детали векторной суммы напряжений от деформаций контакта, изгиба, кручения, сдвига, растяжения-сжатия витка резьбы и детали в целом [1]. Разработана обобщенная математическая модель напряженного состояния сопрягаемых деталей винтового механизма, охватывающая все известные способы закрепления многоступенчатых деталей винтового механизма [2].

Список литературы

1. Лодыгина Н.Д. Расчет экстремальных напряжений в любой точке детали несоосного винтового механизма при эксплуатации // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, 2012, № 2. – С. 69-72.

2. Лодыгина Н.Д. Исследование напряжений деталей винтовых механизмов // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, 2011, № 1. – С. 63-66.

ИСЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УПРОЧНЁНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ СТАТИКО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКЕ

Павликов И.А.

Муромский институт (филиал) Владимирский государственного университета, Муром, e-mail: forum2013@rambler.ru

Рассмотрим особенности механического нагружения поверхности образца индентором. Имея полупространство с приложенной к нему нагрузкой, под действием которой свободная поверхность образца прогнётся, и прямолинейный контур *a b* с превратится в криволинейный a_1, b_1, c_1. Все остальные лежащие в глубине контуры, также прогнутся, но их прогибы будут меньше и на бесконечности от поверхности они станут равны нулю. На контур действует напряжения, направленные по касательной и нормали к контуру, обозначим их соответственно σ_τ, σ_n. Определим удлинение в результате прогиба контура от прямолинейного до криволинейного ($a\, b_1\, c$). Для этого найдём длину кривой, заключённой между точками *a* и *c*. В случае контакта инструмента, имеющего определённый радиус скругления с плоскостью, применим задачу об эллипсоидальном распределении давлений для точек поверхности полупространства, лежащих внутри нагруженной области. При этом нагрузка P распределена по площади эллипса $F = \pi ab$, где *a* и *b* – соответственно большая и малая его полуоси. Давление *p* в произвольной точке (x_1, y_1) этого эллипса пропорционально ординате ξ эллипсоида может быть выражено следующим образом:

$$p = p_0 \frac{\xi}{c} = \frac{\xi}{c} = p_0 \sqrt{1 - \left(\frac{x_1}{a}\right)^2 + \left(\frac{y_1}{b}\right)^2}, \qquad (1)$$

где p_0 – давление в центре эллипса; *a, b, c* – полуоси эллипсоида.

Из выражения (1) следует что рассматриваемое распределение давлений *p* по площади эллипса $F = \pi ab$, определяется заданием двух плоскостей *a* и *b* и не зависит от третьей полуоси с.Выбор параметра с определяет собой не только форму эллипсоида давлений, но и влияет на величину отношений:

$$\frac{\xi}{c} = p_0 \sqrt{1 - \left(\frac{x_1}{a}\right)^2 + \left(\frac{y_1}{b}\right)^2}. \qquad (2)$$

Таким образом, установлена связь между объёмной деформацией и физико-механическими свойствами материала при динамическом нагружении образцов. Определение значимости каждой составляющей

необходимо для исследования и оценки статико-импульсного взаимодействия рабочего инструмента с поверхностью детали.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОСТРУКТУРЫ ОБРАЗЦОВ, УПРОЧНЕННЫХ СТАТИКО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКОЙ

Суворкин Н.С.

Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета, Муром, e-mail: forum2013@rambler.ru

За исследуемые микроструктурные характеристики взяты следующие параметры: диаметр зерна – d_m, его площадь – S, количество зерен на единице площади – N и твердость поверхности при этом независимыми факторами являлись: энергия удара – $F_{ст}$, кН ($X2$), диаметр и ширина ролика – D_p и d, мм ($X3$, $X4$), глубина упрочнения – h, мм ($X5$) (таблица).

Факторы	Уровни		
	–	0	+
$X1$	150	250	350
$X2$	20	30	40
$X3$	10	15	20
$X4$	15	25	35

Необходимые данные результатов эксперимента представлены в виде матрицы планирования. Пользуясь программой по обработке данных в пакет Statistika 5.1 компании StatSoft Inc. составляем уравнение регрессии в виде:

$$Y=b_0+b\times X1+b_2\times X2+\ldots+b_k\times XK+ +$$
$$b_{12}\times X1\times X2+b_{13}\times X1\times X3+\ldots+b_{k\text{-}1}\times X(K–1)\times XK$$

Определив коэффициенты регрессии b_0, b_1,… b_k, получаем:

$$Y2_{x4,x5}=0.009403\times X3+0.002243\times X5^2;$$

$$Y1_{X3,X5}=0.016823\times X5+0.002438\times X3$$

$$Y4_{x3,x5}=4293.39\times X3+0.83\times X3\times X5+284.11\times X5^2–$$
$$–3567.07\times X5–2138.6\times X4$$

Ряд слагаемых в модели отражают влияние как отдельных факторов , так и смешанных эффектов взаимодействия: энергия удара, статической составляющей нагрузки, геометрических параметров индентора и глубины упрочненного слоя. Из математической модели видно, что наиболее сложный характер имеет зависимость размера зерна для стали 110Г13Л от диаметра индикатора. Проведенные исследования также свидетельствуют о необходимости оптимизации этого параметра.

Таким образом, с помощью математической модели удалось установить, что наиболее мелкое зерно фиксируется на поверхности образцов из стали 110Г13Л, упрочненных СИО.

МЕХАНИЗМ СТАТИКО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТНО-ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИЕЙ

Титов А.С.

Муромский институт Владимирского государственного университета, Муром, e-mail: forum2013@rambler.ru

Статико-импульсная обработка (СИО) является комбинированным способом, который подразделяется на два этапа: предварительное статическое воздействие на индентор и последующее динамическое воздействие. Такое сочетание позволит добиться наибольшего эффекта при упрочнении, создавая возможность получения необходимой глубины упрочнения (до 8-10 мм), твёрдости поверхностного слоя до 600-620 НВ, снизить шероховатость обработанной поверхности в 5-6 раз, получая остаточные напряжения до 1200 МПа. Первые два этапа при СИО осуществляется за счёт статической и динамической нагрузки. Наибольшая глубина и степень упрочнения достигаются при глубине пластической вмятины 0,5-0,7 мм. При этом величиной энергии, затрачиваемой на смятие микрорельефа упрочняемой поверхности и на упругую деформацию при внедрении, можно пренебречь, так как она очень мала по сравнению с энергией, затраченной на пластическую деформацию, и составляет 3-8%. Следовательно, поверхностно-пластическая деформация (ППД) при СИО в основном осуществляется за счёт энергии динамической составляющей нагрузки. Кроме того, необходимо учесть, что упругопластическую деформацию металла определяет энергия ударного воздействия, которая зависит от свойств импульса, сообщаемого обрабатываемой детали. Индентор при СИО получает предварительное статическое поджатие, динамическое воздействие происходит в виде ударных импульсов с частотой f. Рассмотрим соотношение этих составляющих нагрузки в процессе упругопластического внедрения при СИО ППД.

Длительность ударного импульса составляет 10-10 с, скорость обработки находится в интервале 1-2 м/с,перемещение инструмента за время действия импульса составляет 0,01-0,02 мм.

Исследования показали, что в результате статико-импульсной обработки происходит дробление зерна аустенита на блоки и блокирование плоскостей скольжения. А так же отмечается процесс двойникования, то есть число двойников в результате упрочнения возрастает. Наличие этих процессов свидетельствует об эффективности упрочнения поверхности статико-импульсной обработкой, её повышенную стойкость при эксплуатации.

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ОБОСНОВАНИЯ И ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Турусова А.И., Большаков И.М.

Муромский институт Владимирского государственного университета, Муром, e-mail: forum2013@rambler.ru

Обоснование и выбор параметров транспортных машин и технологических процессов в последние годы приобретает чрезвычайно важное значение в связи с повышением требований к ним, связанных с конкурентоспособностью создаваемых объектов техники и технологии. Сформулированы два важных принципа для эффективного решения этих вопросов: принцип соответствия систем механизации и технологических процессов; принцип количественной оценки систем механизации и технологических процессов.

На этой основе разработан ряд положений, последовательно раскрывая их главные принципы и методологические основы, и состоят из одиннадцати основных этапов: первый – принципы оценки и разработка структурной классификации на основе функционального подхода; второй – определение условий применения и расчетных (исходных) параметров оборудования, систем механизации и техноло-