

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКА ПРИ УПРОЧНЕНИИ СВОБОДНЫМИ ШАРИКАМИ ДЕТАЛЕЙ ГТД

Александров М.К., Папшева Н.Д., Акушская О.М.

Самарский государственный технический университет

THE USE OF ULTRASOUND FOR STRENGTHENING OF FREE ITEMS BALLS GTD

Alexandrov M.K., Papsheva N.D., Akushskaya O.M. The results of the study of ultrasonic hardening of free samples from the balls of titanium alloys. Shows the effect of ultrasound on the physical, mechanical and operational characteristics.

Увеличение ресурса ГТД может быть достигнуто повышением надежности и долговечности наиболее нагруженных деталей: лопаток компрессора и турбины. Одним из эффективных направлений увеличения эксплуатационных характеристик последних являются поверхностное пластическое деформирование, осуществляемое различными методами, к числу которых относятся гидродробеструйное и пневмодробеструйное упрочнение, упрочнение микрошариками. Данные методы характеризуются отсутствием жесткой связи деформирующих элементов с обрабатываемой поверхностью, имеют невысокую производительность и создают неблагоприятные условия на рабочих местах. Более эффективным способом повышения эксплуатационных характеристик изделий является ультразвуковое упрочнение (УЗУ) свободными шариками, которое производится в специальной камере с хаотично перемещающимися под действием ультразвука шариками [1]. Особенностью ультразвукового упрочнения является то, что положительный эффект достигается за счет многократности соударений при отсутствии заданной траектории, что позволяет упрочнять детали сложной конфигурации и обеспечивает более равномерный характер поверхностной деформации [2].

Ультразвуковое упрочнение свободными шариками приводит к формированию в поверхностном слое образцов из титановых сплавов ВТ 9, ОТ 4 сжимающих остаточных напряжений до 450-500 МПа с глубиной залегания 250-350 мкм. Увеличение продолжительности обработки до 150 с ведет к росту σ_r . При этом область максимальных напряжений располагается на некотором расстоянии от поверхности (рис.1).

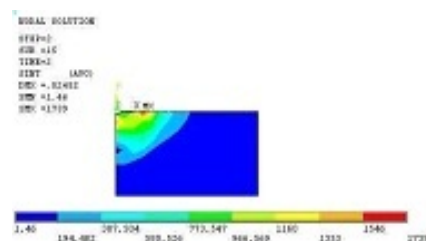


Рис.1. Распределение интенсивности напряжений после упрочнения сплава ВТ9

Дальнейшее повышение времени обработки до 300 с. практически не влияет на остаточные напряжения. Проведенные исследования позволили установить, что поверхностное пластическое деформирование титановых сплавов сопровождается дроблением блоков мозаики, значительным развитием микроискажений и увеличением плотности дислокаций.

Изменение размеров блоков, а также уменьшение микроискажений и плотности дислокаций при ультразвуковом упрочнении связано с поглощением акустической энергии в местах элементарных пластических сдвигов, что приводит к локальному нагреву, снятию напряжений, разблокировке дислокаций, увеличению их подвижности. Все эти факторы, характеризующие в общем разупрочняющее действие ультразвука способствуют также более равномерной пластической деформации в процессе упрочнения. Эффект разупрочнения подтверждается измерением микротвердости поверхностного слоя образцов из сплава ВТ9. Результаты этих исследований показали, что степень деформационного упрочнения при ультразвуковом упрочнении свободными шариками примерно на 10% меньше, чем при накатывании шариком, хотя остаточные напряжения имеют близкие значения.

Исследования усталостных изломов шлифованных и упрочненных образцов позволило определить характерные зоны разрушения: зона зарождения трещины, зона перехода, которая характеризуется признаками смешанного разрушения, и зона долома. Существенным отличием не упрочненных и упрочненных образцов является то, что в первом случае зарождение трещины начинается с поверхности, а в упрочненных образцах зона зарождения трещины находится на некоторой глубине и характеризуется наличием усталостных макросколов (рис.2).

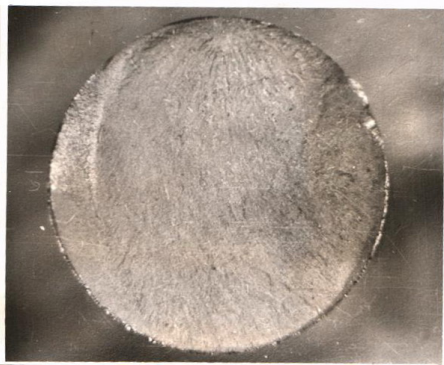


Рис.2. Усталостный излом упрочненного образца из сплава ВТ9

В зависимости от режимов упрочнения предел выносливости титановых сплавов повышается до 450 МПа, что определяется особенностями физического состояния поверхностного слоя в условиях высокочастотного циклического воздействия ультразвуковых колебаний.

При этом положительное влияние упрочнения заключается также и в том, что упрочненный слой ограничивает выход дислокаций на поверхность при циклическом деформировании, обуславливая этим повышение общей энергоемкости материала и, как следствие, повышение усталостной прочности.

Библиографический список

1. Вологин, М.Ф. Применение ультразвука и взрыва при обработке и сборке / М.Ф. Вологин [и др.]. - М.: Машиностроение, 2002. 264с.
2. Марков А.И. Ультразвуковая обработка материалов. - М.: Машиностроение, 1989. 237с.

УДК 62-752

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ СИСТЕМЫ С РЕЛАКСАЦИОННЫМ ГИСТЕРЕЗИСНЫМ ДЕМПФИРОВАНИЕМ

Шакиров Ф.М.

Самарский государственный аэрокосмический университет

MODELING OF DYNAMICS OF SYSTEM WITH RELAXATION HYSTERETIC DAMPING

Shakirov F.M. The paper describes a hysteretic relaxation damping model and results of the study on its basis of dynamics of system.

Исследования энергодиссипационных характеристик конструкционных и эластомерных материалов показывают, что свойство внутреннего трения многих из них, а в некоторых случаях и внешнего сухого трения может быть описано вязким демпфером, у которого коэффициент вязкого демпфирования d изменяется обратно пропорционально частоте возмущающего сигнала ω : $d = k/\omega$, где k – коэффициент гистерезисного демпфирования. Демпферная сила в этом случае пропорциональна относительному перемещению, но находится в фазе с отно-

сительной скоростью через демпфирующий элемент. А рассеянная за цикл колебаний энергия независима от частоты колебаний, в отличие от вязкого демпфирования, диссипированная энергия при котором линейно зависит от ω .

Виброзащитное устройство (ВЗУ) в форме модели Пойнтинга–Томпсона (иначе – Зенера) с гистерезисным типом демпфирования может служить для описания свойств находящихся в условиях гармонического вибровозмущения составных подвесок в форме комбинации элемента из сплошного