

Общая характеристика работы

Актуальность проблемы. Известно, что оценка долговечности деталей машин по наработке (километры пробега, мото-часы, приведенное время), которая используется в настоящее время, связана с нагрузочными режимами, вызывающими усталостные повреждения. При этом не учитываются процессы генерирования, перемещения и накопления внутренних дефектов в твердом теле и другие факторы, существенно влияющими на его ресурс. К числу основных не учитываемых факторов относятся пусковые нагрузочные и скоростные режимы, зависящие от мощности двигателя. Для машин, работающих в широком диапазоне нагрузок и скоростей, существенна также длительность работа на резонансных режимах, влияющих на долговечность деталей.

Рекомендуемая оценка долговечности деталей при эксплуатации машин основывается на величине энергозатрат для их деформирования до отказа, так как коэффициент корреляции между энергозатратами и отказами деталей на 24% выше, чем между временем работы машины и отказами. Энергия (тепловая или механическая) вызывает накопление усталостных повреждений. Каждый режим нагружения-разгружения характеризуется переменными процессами, которые описываются замкнутыми кривыми петли гистерезиса. Образующаяся при этом петля гистерезиса выражает накопление энергии в материале и, в зависимости от длительности действия, изменяет свою площадь, которая характеризует затраченную энергию. Существующая технология не гарантирует отсутствие в изделиях тех или иных дефектов, снижающих качество продукции. Отметим, что проблема выбора критерия долговечности весьма сложна. Для ее оптимального решения необходимы сложные расчеты, натурные испытания изделий с различными дефектами. При этом следует учитывать реальные возможности средств неразрушающего контроля, которые имеются на предприятиях.

Цель и задачи исследования. Целью данной работы является совершенствование прогнозирования долговечности деталей машин на основе анализа изменения площадей петель гистерезиса. Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

1. Анализ вероятностно-статистических характеристик накопления повреждений деталей машин при нерегулярном нагружении.
2. Уточнение влияния различных концентраторов напряжений на развитие усталостных трещин в материале при циклическом нагружении.
3. Определение начала появления микротрещин и скорости их роста в зависимости от количества циклов при регулярном и не регулярном режиме нагружения.
4. Составление математической модели оптимального выбора материала при проектировании деталей с концентраторами напряжений.
5. Разработка рекомендаций по повышению долговечности деталей машин на стадии изготовления технологическими методами и методики его прогнозирования.

Научная новизна.

1. Впервые проведено комплексное исследование критерия оптимальности при выборе материала – отношение стоимости изготовления к долговечности, сформирована система ограничений по механическим и энергетическим его свойствам на стадии проектирования.
2. Разработана математическая модель долговечности деталей машин, включающая физические процессы при нерегулярном нагружении с учетом концентраторов напряжений.
3. Расширен энергетический метод определения долговечности деталей по изменению площади петли гистерезиса при нерегулярном циклическом нагружении.
4. Предложен способ повышения ресурса деталей на стадии изготовления путем технологического воздействия после проведения циклического нагружения детали до точки перелома кривой энергозатрат и разработана методика её прогнозирования.

Практическая ценность. Данные по оптимальному выбору материала с учетом ограничений по механическим и энергетическим его свойствам на стадии проектирования