

Р.Г. ПЕРЕЛЬМАН

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЭРОЗИОННОЙ ПРОЧНОСТИ

Эрозионное разрушение деталей при микроударном нагружении жидкостью — одна из проблем, затрудняющих обеспечение их надежности. Ввиду многообразия механизмов этот вид разрушения изучен недостаточно. При соударении капли или струйки с поверхностью детали рассматриваются два этапа. Первый, когда после их соприкосновения происходит упругое взаимодействие и второй, когда часть жидкости, сжатая между фронтом ударной волны в ней и плоскостью, выбрасывается вдоль поверхности тела. Пока поверхность гладкая основное взаимодействие происходит за счет ударного импульса на пятне контакта с распространением волны напряжений в материале. Для этого этапа на основе рассмотрения двумерной задачи соударения капли с упругим полупространством получены уравнения, описывающие распределения давления по пятну контакта размеры пятна и экспериментальные коэффициенты, учитывающие изменение упругости жидкости с изменением скорости взаимодействия. Важно, что при микроударном нагружении жидкостью конструкционных сталей и сплавов при скоростях 300–500 м/сек основные разрушения возникают вне пятна контакта. Это позволило предположить, что оно обуславливается, в основном, волнами напряжений в поверхности материала. Рассмотрен случай приложения контактного осесимметричного давления распределенного по площади круга с радиусом, изменяющимся по закону $r \sim \sqrt{t}$ к упругому изотропному полупространству. Показано, что из трех видов образующихся волн решающую роль в нагружении играют волны Релея. Получены уравнения для оценки компонента напряженного состояния в волне Релея в любой момент.

Вычислены коэффициенты влияния упругих постоянных материалов /конструкционных сталей, сплавов титана, алюминия/. С использованием оптически активного материала и фоторегистратора получена действительная картина напряжений, подтверждающая теоретический анализ. Экспериментально определены зоны у границ пятна контакта, в которых из-за отражения волн от микротрещин, размеры и число которых растут, постепенно локализуется разрушение. Получены картины наложения повреждений при многократном микро-

ударном воздействии. Разрушения первоначально развиваются в местах пересечения этих повреждений.

Для описания дополнительных напряжений, обусловленных растеканием жидкости на втором этапе взаимодействия, привлечен механизм обтекания потоком микрошероховатостей выступающих зерен и блоков полиметаллических материалов. Получены уравнения для величины и частоты возмущающей силы и собственной частоты колебаний выступающей части зерен. Показано, что с ростом повреждения поверхности частота колебаний зерен снижается до частоты возмущающей силы и в области резонанса или близкой к нему наступают благоприятные условия для разрушения. Существенную роль в нагружении поверхностного слоя деталей из упругих материалов играют также колебательные нагрузки, обусловленные тем, что колебания поверхности образца, вызванные волнами Релея, приводят к колебаниям перетекающего через них потока жидкости. В ходе развития эстафетного механизма разрушения возникают макроразрушения - углубления на поверхности. Первоначально значительную роль играют кумулятивные эффекты в трещинах, форсирующие их проникновение в материал. По мере углубления впадин и заполнения их жидкостью напряжения у дна впадин уменьшаются. Получены уравнения для определения этих напряжений. С другой стороны по мере развития неровностей рельефа возникают участки, перпендикулярные относительной скорости соударения и интенсивность эрозии, обуславливаемая первоначально нормальной к поверхности составляющей относительной скорости, затем определяется ее полным значением.

Таким образом, на основе изучения реологии материалов при микроударном нагружении на всех стадиях взаимодействия, удалось объяснить кинетику эрозионного износа и предложить основы теории эрозионной прочности. Полученные результаты могут быть использованы для прогнозирования эрозионной прочности и долговечности деталей двигателей и энергетических установок.

А.И. БЕЛОУСОВ

**НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ ЛАБОРАТОРИИ ВИБРОПРОЧНОСТИ
КуАИ**

В 1958 г. в лаборатории вибропрочности КуАИ, основателем и научным руководителем которой был профессор СОЙФЕР А.М. нача-