

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНЫХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ

Банкарев А.Я., Савельев В.Н.

Санкт-Петербургский государственный технический университет,
Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе РАН,
г. Санкт-Петербург

С развитием технического прогресса перед человечеством все более остро встает вопрос предотвращения последствий разрушения инженерных конструкций. Уже сегодня эта проблема приобрела глобальные размеры. Но наверно, нигде в мире она не является такой актуальной как в России. В силу известных экономических неурядиц громадный промышленный комплекс на протяжении долгих лет оказался в экстремальных условиях эксплуатации. Выработав расчетный ресурс, огромное количество сложнейшего оборудования продолжает использоваться с номинальными, а часто и максимальными нагрузками и перспектива его замены на ближайшие годы остается более чем сомнительной. В этих условиях задачи диагностирования инженерных конструкций и прогнозирования их остаточного ресурса становятся первостепенной важности. В наибольшей степени это относится к оборудованию энергетического и топливно-энергетического комплекса, где непредсказуемые разрушения сопровождаются самыми катастрофическими последствиями.

Разрушение любой конструкции, каким бы оно не выглядело спонтанным, развивается достаточно медленно, и включает в себя две стадии развития. Первая, наиболее продолжительная и равная примерно 85-90% всего ресурса работы, связана с появлением и развитием субмикроразрушений в наиболее нагруженных объемах материала работающей конструкции. Этот этап, происходящий на физическом уровне, сменяется возникновением и развитием микро, а затем и макротрещины. К сожалению, часто эта фаза разрушения начинается еще на стадии изготовления изделия.

Большой заслугой отечественной науки является глубокое и весьма успешное фундаментальное исследование физики разрушения материалов. Одной из наиболее продвинутых в этом направлении оказалась школа, созданная в физико-техническом институте им. А.Ф.Иоффе академиком С.Н.Журковым. Разработанная здесь термофлуктуационная теория прочности дает возможность определять границу перехода физического этапа разрушения к механическому, связанному с развитием появившегося макродефекта. Благодаря ей

значительно расширились и обогатились существующие методы диагностики состояния материала в нагруженных конструкциях.

До последнего времени наиболее широко применяемым методом обнаружения технологических и эксплуатационных дефектов в реальных технических изделиях является ультразвуковая дефектоскопия. Разработанные методики и их компактное аппаратное обеспечение дают возможность находить расположение и устанавливать размеры и форму дефектов, благодаря чему, принимая соответствующие инженерные решения, удастся предотвращать опасные разрушения нагруженных конструкций. Однако все это относится к заключительному более короткому второму этапу разрушения материала. Школой академика Журкова С.Н. с использованием метода акустической эмиссии Жозана методика локации потенциального дефекта, когда в материале идет накопление субмикроразрушений, которая позволяет прогнозировать момент появления макродефекта. Последующее наблюдение за ним может быть продолжено уже с помощью ультразвука. Часто появление микротрещины приводит к благоприятному изменению напряженного состояния материала и рост дефекта останавливается.

В рамках Федеральной Программы «Интеграция» был образован творческий коллектив сотрудников физико-технического института им. А.Ф.Иоффе и СПбГТУ, который успешно решает вопросы инженерного приложения полученным в ФТИ результатам фундаментальных исследований. Разработан специальный комплект компактного оборудования и соответствующего программного обеспечения для обследования методом акустической эмиссии нагруженных металлических конструкций в полевых условиях. От известных зарубежных аналогов он отличается более высокой точностью, информационной насыщенностью и меньшей стоимостью.

Для подготовки специалистов создана серия учебных лабораторных работ, поставлен лекционный курс и издана монография «Физические основы разрушения конструкционных материалов». По соответствующему научному направлению защищена докторская и подготовлено аспирантами несколько кандидатских диссертаций. В настоящее время стоит задача более глубокой интеграции научных направлений по диагностированию эксплуатируемого оборудования энергетического комплекса. В частности, объединение в этом направлении усилий петербургской и московской научных школ, несомненно, даст новый импульс в развитии отечественных исследований в области прогнозирования техногенных катастроф и сохранит за российской наукой лидирующее положение.