

УДК 539.4: 681.3.015

А.И. Минкин (асп.), В.И. Костылев, к.т.н., с.н.с. ЦНИИ КМ "ПРОМЕТЕЙ"

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПРИ ПОСТРОЕНИИ J_R -КРИВЫХ И ОПРЕДЕЛЕНИИ КРИТИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ J_{IC}

Принятые на сегодняшний день в атомной энергетике концепции безопасной эксплуатации сосудов давления подразумевают использование материалов, разрушение которых происходит по вязкому механизму. Для подобных материалов в качестве характеристик трещиностойкости используются такие параметры как критическое значение J -интеграла J_{IC} , характеризующее момент страгивания вязкой трещины и J_R -кривая, то есть зависимость величины J -интеграла от подраста трещины, которая характеризует сопротивление росту трещины. Построение J_R -кривых и определение J_{IC} осуществляется в соответствии с процедурами, предусмотренными стандартами ГОСТ 25.506-85, astm e 1152-87, astm e 813-89, esis p2-92. Ранее основным методом испытаний являлся многообразцовый метод испытаний, предусматривавший испытание серии однотипных образцов с различным подрастом краевой трещины. В последнее время все чаще этот метод заменяется более экономичным однообразцовым методом испытаний, согласно которому подраст трещины определяется на основании измерений упругой податливости на серии участков частичной разгрузки/нагрузки, что требует большой точности обработки экспериментальных данных

Использование сервогидравлической испытательной машины с автоматизированным управлением на базе комплекса программ для пэвм, совмещенной с испытательной машиной, позволяет представлять результаты экспериментов, то есть диаграммы "нагрузка-смещение" в виде файлов, содержащих массивы данных, включающих время опроса и показания датчиков (динамометра и экстензометров). Высокая частота опроса приводит к тому, что подобные массивы данных могут содержать до нескольких десятков тысяч показаний. Очевидно, что адекватная точности эксперимента обработка результатов возможна только при использовании автоматизированных систем обработки экспериментальных данных.

Для обработки данных испытаний на растяжение компактных образцов и образцов на трехточечный изгиб по методу частичных разгрузок/нагрузок была разработана специальная компьютерная программа, позволяющая в диалоговом режиме осуществлять построение J_R -кривых и определение критической величины J_{IC} . Программа выполнена в виде пакета функциональных модулей, в число которых входят:

- Модуль идентификации данных, позволяющий в автоматическом, полуавтоматическом и ручном режимах проводить анализ данных, содержащихся в файле, сформированном в ходе проведения испытаний. В результате процедуры идентификации каждой паре показаний датчиков присваивается дескриптор, содержащий информацию о типе участка диаграммы "нагрузка-смещение", к которому принадлежат эти данные, а также номер участка разгрузки/нагрузки (если данные принадлежат к подобному участку).
- Модуль линейной аппроксимации участков линейной нагрузки, разгрузки/нагрузки, и окончательной разгрузки на диаграмме "нагрузка-смещение", позволяющий определять податливость материала образца на каждом из перечисленных участков в зависимости от принимаемой схемы расчета (по разгрузкам, по нагрузкам, совокупная схема).
- Модуль аппроксимации нелинейного участка диаграммы испытаний, позволяющий проводить аппроксимацию, как в автоматическом режиме, так и на основе задания аппроксимирующей кривой по выставляемым вручную реперам.

- Модуль сопряжения аппроксимирующих кривых и построения “идеализированной” диаграммы “нагрузка-смещение”.
- Модуль построения J_r -кривых, позволяющий задавать фактические геометрические параметры и свойства материала испытанного образца (стандартные по умолчанию), а также проводить собственно расчет зависимости величины J -интеграла от подраста трещины в соответствии со стандартами astm e-1152-87 и esis p2-92.
- Модуль аппроксимации рассчитанных значений зависимости величины J -интеграла от подраста трещины по одной из распространенных форм описания J_r -кривых (линейной, степенной, степенной со свободным членом).
- Модуль определения параметров линии притупления трещины и расчета критического значения J -интеграла J_{IC} .

Практическая реализация перечисленных модулей осуществлена на базе системы matlab 5.2., предоставляющей возможности использования встроенных функций, которые позволяют значительно сократить время на составление программ и собственно на обработку числовых массивов. Модули оснащены удобным интерфейсом для работы в среде windows, что позволяет в полной мере визуализировать и сделать удобным для управления процесс обработки данных. Кроме предполагаемого программой последовательного прохождения модулей, допускается также и независимое использование каждого из этих модулей, что позволяет анализировать адекватность использования той или иной схемы расчета, принятого стандарта, геометрических и физических параметров испытываемых образцов.

Использование описанной программы позволяет значительно повысить точность и уменьшить трудоемкость обработки экспериментальных данных испытаний материала по определению J_r -кривых и величины J_{IC} .