

равной критической глубине $l_{кр}$ нераспространяющейся трещины усталости. Значения $\bar{\sigma}_{ост}$ приведены в табл. 1. Здесь же приведены значения коэффициента влияния остаточных напряжений $\bar{\psi}_\sigma$ на предел выносливости по критерию среднеинтегральных остаточных напряжений $\bar{\sigma}_{ост}$.

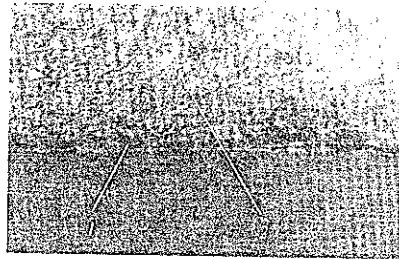


Рис. 2. Усталостный излом плоского упрочнённого дробью образца: 1 – нераспространяющаяся трещина. 2 – зона долома

Из данных, приведённых в табл. 1, можно видеть, что коэффициент $\bar{\psi}_\sigma$ составляет в среднем 0,492 и практически совпадает с значением $\bar{\psi}_\sigma$, вычисленным по формулам работы [2] для случая гладкой детали, то есть без концентратора напряжений. Приняв теоретический α_σ и эффективный K_σ коэффициенты концентрации напряжений для случая гладкой детали равными единице, получим среднее значение коэффициента $\bar{\psi}_\sigma = 0,490$. Такое совпадение коэффициента $\bar{\psi}_\sigma$ объясняется устойчивостью остаточных напряжений при испытаниях на усталость, что подтверждается результатами измерения микротвёрдости на усталостных образцах, прошедших базу испытаний без разрушения.

Таким образом, проведённое исследование показало, что критерий среднеинтегральных остаточных напряжений $\bar{\sigma}_{ост}$ можно использовать и для прогнозирования предела выносливости поверхностно упрочнённых гладких деталей, но лишь в том случае, когда сжимающие остаточные напряжения не изменяются под действием переменных нагрузок.

Литература

1. Павлов В.Ф. О связи остаточных напряжений и предела выносливости при изгибе в условиях концентрации напряжений // Известия вузов. Машиностроение. – 1986. – №8. – С. 29-32.
2. Кирпичёв В.А., Букатый А.С., Филатов А.П., Чирков А.В. Прогнозирование предела выносливости поверхностно упрочнённых деталей при различной степени концентрации напряжений // Вестник УГАТУ. – 2011. – Т.15, №4 (44). – С. 81-85.

Ю.И.Димитриенко, А.А.Захаров, М.Н.Коряков

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана
(г. Москва)

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОПРЯЖЕННЫХ АЭРОГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБТЕКАНИЯ И ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА В КОМПОЗИТНЫХ ОБОЛОЧЕЧНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Разработка математических моделей и автоматизированных комплексов, основанных на этих моделях, для исследования течений в задачах высокоскоростной аэродинамики с учетом теплообмена на поверхности летательного аппарата являются актуальными проблемами для отечественной аэрокосмической промышленности.

В настоящей работе предложен новый алгоритм сопряженного решения задачи аэротермодинамики и внутреннего теплообмена, на основе которого разработан программный комплекс "Сигма". Алгоритм основан на прямом численном моделировании аэротермодинамики с использованием модели трехмерного пограничного слоя и специального численного алгоритма решения уравнения теплопроводности в области конструкции летательного аппарата. Данный подход не требует значительных вычислительных ресурсов. При разработке алгоритма использовались вычислительные технологии генерации адаптивных сеток и конечно-разностные схемы высокого порядка точности с малой схемной диффузией.

Программный комплекс «Сигма» включает в себя полный набор программных подсистем, которые требуются для проведения газодинамических расчетов. В состав программного комплекса входят:

- 1) препроцессор, который состоит из модуля геометрического моделирования, позволяющего генерировать достаточно широкий диапазон трехмерных геометрических областей, модуля задания свойств, типов границ и областей; генератора регулярных геометрически-адаптивных сеток;
- 2) расчетного модуля, позволяющего проводить вычисления для сверхзвуковых и гиперзвуковых потоков;
- 3) постпроцессора, позволяющего визуализировать результаты решения и проводить их дальнейший анализ.

С помощью программного комплекса «Сигма» проведена серия численных экспериментов по расчету аэродинамики летательного аппарата и теплообмена в композитной оболочечной конструкции его корпуса.

Исследование выполнено при поддержке грантов Президента РФ МК-2498.2011.8 и МК-3150.2012.8.