

УДК 539.3

М.Ш. Дышель

УСТОЙЧИВОСТЬ ТОНКИХ РАСТЯГИВАЕМЫХ ПЛАСТИН С ТРЕЩИНАМИ ПРИ ПЛАСТИЧЕСКОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ

Введение. Явление локальной потери устойчивости тонких пластин с центральными трещинами при их растяжении и ее влияние на характеристики разрушения пластин в случае, когда материал пластин находится в упругой стадии деформирования вплоть до начала процесса разрушения, исследовано достаточно полно [1]. В данном сообщении представлены результаты экспериментального исследования локальной потери устойчивости растянутых пластин с трещинами, находящихся в стадии упруго-пластического и пластического деформирования. Выявлено влияние пластических свойств материала на критические нагрузки, соответствующие потере устойчивости.

Методика исследований. Испытывались пластины, изготовленные из алюминиевых сплавов Д16Т и АМцМ с центральной трещиной длиной $2l_0$. Растяжение пластин осуществлялось на испытательной машине ЦД-10/90 усилием T . Измерение нормального прогиба w в окрестности трещины осуществлялось пневматическим измерителем перемещений в системе координат самой пластины [1]. Измерение поверхностных деформаций ε_1 и ε_2 осуществлялось с помощью тензорезисторов типа КФ-5 с базой 3 мм, наклеенных на обе стороны пластины в окрестности трещины строго друг против друга. По измеренным деформациям определялись деформации срединной поверхности ε_0 и изгибные деформации ε_n с помощью выражений

$$\varepsilon_0 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{2}, \quad \varepsilon_n = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{2}. \quad (1)$$

Критические напряжения $p_{кр}$, соответствующие потере устойчивости, определялись из диаграмм деформирования, отражающих зависимость прогиба w или изгибной деформации ε_n от напряжения $p = \frac{T}{2bh}$, где $2b$ – ширина пластины, h – ее толщина, по методике [1].

Критические напряжения $p_{кр}$. Анализ результатов. Выражение для расчетного определения $p_{кр}$, полученное теоретически [1], имеет вид

$$p_{кр} = KE\left(\frac{h}{l_0}\right)^2 \quad (2)$$

Здесь E - модуль упругости, K - коэффициент пропорциональности. Цель эксперимента состояла в том, чтобы, зная геометрические параметры пластины и механические свойства материала и экспериментально определив величину $p_{кр}$, из выражения (2), найти величину K .

На рис.1 и 2 представлены зависимости безразмерных параметров критических напряжений $p_{кр}/E$ от безразмерного параметра длины трещины l_0/b (на рис.1 – для пластин из Д16Т толщиной $h = 0,97$ мм, на рис. 2 – для пластин из АМцМ с $h = 1,9$ мм. Ширина пластин $2b = 250$ мм, длина – 600 мм). Сплошные кривые 1 построены по результатам экспериментальных исследований. Пунктирные кривые построены с использованием выражения (2). При этом величина K подбиралась так, чтобы расчетные кривые хорошо согласовывались с экспериментальными кривыми. Как видно из рис.1, для пластин из Д16Т расчетная кривая 2 проходит вблизи экспериментальной кривой 1 на всем интервале отношений l_0/b , при этом значение $K = 1,15$. Это свидетельствует о том, что состояние материала пластин на этом интервале было идентичным, т.е. пластины находились в стадии упругого деформирования.

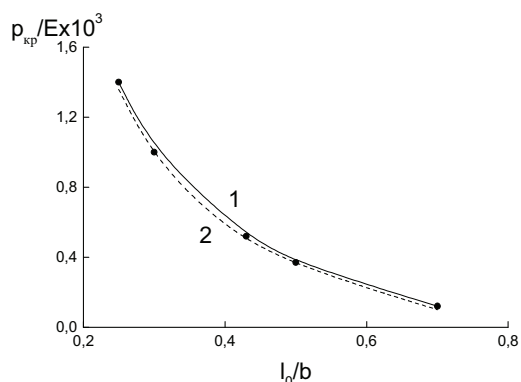


Рисунок 1

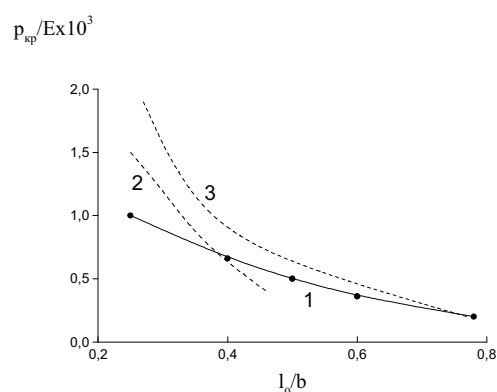


Рисунок 2

В то же время для пластин из материала АМцМ (рис.2) нельзя было подобрать одну расчетную кривую, которая проходила бы удовлетворительно вблизи экспериментальной кривой 1 во всем диапазоне отношения l_0/b . Согласование между расчетной и экспериментальной кривыми начинается с такого значения

отношения l_0/b , при котором деформирование пластины будет происходить в упругой области (при малых значениях величины $p_{кр}$, т.е. при больших значениях длины трещины $2l_0$). Исходя из невозможности подобрать для материала АМцМ одной расчетной кривой, согласование расчетной и экспериментальной кривых проводилось на отдельных участках. Для расчетных кривых 2 и 3 значения коэффициентов K равны соответственно 0,3 и 0,6.

На рис. 3 представлены зависимости коэффициента K от безразмерного параметра критических напряжений $p_{кр}/\sigma_{0.2}$ ($\sigma_{0.2}$ - условный предел текучести). Кривая 1 относится к материалу Д16Т, кривая 2 – к материалу АМцМ. Как видно, для материала Д16Т величины K практически не зависят от величины $p_{кр}$ или длины трещины $2l_0$. Иная картина наблюдается для пластин из материала АМцМ. Здесь зависимость K от $p_{кр}/\sigma_{0.2}$ обнаруживается при любых значениях, даже достаточно больших, длины трещины $2l_0$. Поскольку для испытанных материалов (алюминиевых сплавов) величины модуля упругости и коэффициента Пуассона практически равны, следует предположить, что единственным фактором, влияющим на изменение величины коэффициента K , является изменение состояния материала, т.е. развитие в нем пластичности.

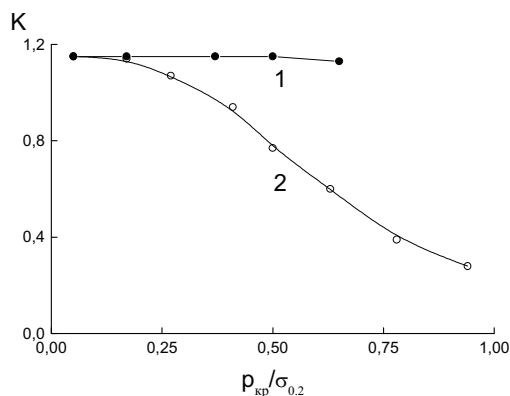


Рисунок 2

ЛИТЕРАТУРА

1. Гузь А.Н., Дышель М.Ш., Назаренко В.М. Разрушение и устойчивость материалов с трещинами.-Киев: Наук.думка, 1992.-456 с.- (Неклассические проблемы механики разрушения: в 4-х т., 5-и кн./ Под общ. ред. А.Н.Гузя; т.4, кн.1).

Получено __.__.2006 г.