

ГРАНИЧНА РІВНОВАГА АНІЗОТРОПНОЇ ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНОЇ ЗАМКНУТОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ З ДВОМА ВНУТРІШНІМИ ПОПЕРЕЧНИМИ ТРІЩИНАМИ

LIMIT EQUILIBRIUM OF ANISOTROPIC ELASTICO-PLASTIC CLOSED CYLINDRICAL SHELL WITH TWO INTERNAL TRANSVERSAL CRACKS

Тарас Николишин¹, Юрій Пороховський²

¹Інститут прикладних проблем механіки і математики імені Я. С. Підстригача НАН України, вул. Наукова, 3-б, м. Львів, 79060, Україна;

²Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери, 12, м. Львів, 79013, Україна

The problem on the stressed state of anisotropic closed cylindrical shell with two internal transversal cracks has been reduced to a system of non-linear singular integral equations. The algorithms of numerical solution of the system obtained jointly with plasticity conditions have been constructed. The sizes of plastic zones vs. anisotropy and geometric parameters have been analyzed.

Розглянуто анізотропну замкнуту циліндричну оболонку, ослаблену двома внутрішніми поперечними тріщинами. Вважаємо розміри тріщин, навантаження та властивості матеріалу такими, що пластичні деформації розвиваються на продовженні тріщин вузькими смугами по всій товщині оболонки. Згідно з аналогом δ_c -моделі [1, 2] вузькі зони пластичних деформацій замінено поверхнями розриву пружних переміщень і кутів повороту, а реакцію матеріалу пластичної зони на пружний об'єм – невідомими зусиллями та моментами, які задовольняють певну умову пластичності. Таким чином, у рамках прийнятого аналога δ_c -моделі, пружно-пластичну тривимірну задачу про напружений стан й граничну рівновагу оболонки з внутрішніми тріщинами заданих розмірів зведено до двовимірної пружної задачі для такої ж оболонки з двома фіктивними наскрізними тріщинами невідомої довжини (невідомі розміри пластичних зон). На берегах фіктивних тріщин повинні виконуватись умови, в які входять невідомі зусилля та моменти, що характеризують реакцію пластичних зон і задовольняють умови пластичності. Пружну задачу за допомогою методу дисторсій в теорії тонких оболонок з тріщинами зведено до системи п'яти (задача розв'язується на основі рівнянь теорії оболонок типу Тимошенка) сингулярних інтегральних рівнянь з невідомими границями інтегрування та розривними правими частинами, в які входять невідомі функції. Тому отримана система доповнена умовами пластичності, умовами обмеженості зусиль й моментів та умовами однозначності переміщень.

Побудовано алгоритм числового розв'язання отриманої системи сумісно зі згаданими умовами, який базується на методі механічних квадратур. Слід відмітити, що невідомі границі інтегрування входять в систему нелінійно. Тому розв'язок побудовано методом перебору. Числовий аналіз проведено для ортотропної оболонки, виготовленої з таких матеріалів: 1 – композиційний матеріал на епоксидній основі, армованій однонаправленими графітними волокнами; 2 – композиційний матеріал на епоксидній основі, армованій однонаправленими волокнами з S-скла, 3 – борепоксидний композит; 4 – склопластик АГ-4С [3]. Проаналізовано вплив ортотропії та розмірів тріщин на довжину пластичних зон і розкриття тріщин.

1. Кушнір Р.М., Николишин М.М., Осадчук В.А. Пружний та пружно-пластичний граничний стан оболонок з дефектами. – Львів: СПОЛОМ, 2003. – 320 с. 2. Панасюк В.В. Механіка квазіхрупкого руйнування матеріалів. – К.: Наук. думка, 1991. – 416 с. 3. Ашкенази Е.К., Ганов Э.В. Анизотропия конструкционных материалов. Справочник – Л.: Машиностроение, 1980. – 247 с.

АНАЛІЗ ВІДОМИХ МЕТОДИК РОЗРАХУНКУ ПРОРІЗНИХ ПРУЖИН

ANALYSIS OF THE WELL-KNOWN METHOD FOR CALCULATING SLOTTED SPRINGS

Роман Обертюх, Андрій Слабкий