



UNIWERSYTET TECHNOLOGICZNO-PRZYRODNICZY
IM. JANA I JĘDRZEJA ŚNIADECKICH
W BYDGOSZCZY

ROZPRAWY NR 154

Jacek Jackiewicz

**MODELOWANIE
ROZWOJU USZKODZEŃ I PĘKANIA
ZACHODZĄCEGO
W STALOWYCH ELEMENTACH
ZBIORNIKÓW KRIOGENICZNYCH**

BYDGOSZCZ – 2012

REDAKTOR NACZELNY
prof. dr hab. inż. Józef Flizikowski

REDAKTOR DZIAŁOWY
prof. dr hab. inż. Henryk Tylicki

OPINIODAWCY
prof. dr hab. inż. Andrzej Seweryn
prof. dr hab. inż. Ryszard Pęcherski

OPRACOWANIE REDAKCYJNE I TECHNICZNE
mgr Michał Górecki, mgr inż. Daniel Morzyński

© Copyright
Wydawnictwa Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego
Bydgoszcz 2012

Praca powstała przy wsparciu projektu
„Realizacja II etapu Regionalnego Centrum Innowacyjności”
współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego
w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego
Województwa Kujawsko-Pomorskiego na lata 2007-2013

ISSN 0209-0597

Wydawnictwa Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego
ul. Ks. A. Kordeckiego 20, 85-225 Bydgoszcz, tel. 52 3749482, 3749426
e-mail: wydawucz@utp.edu.pl <http://www.wu.utp.edu.pl>

Wyd. I. Nakład 100 egz. Ark. aut. 13,0. Ark. druk. 17,0. Zamówienie nr 3/2012
Oddano do druku i druk ukończono w kwietniu 2012
Uczelniany Zakład Małej Poligrafii UTP Bydgoszcz, ul. Ks. A. Kordeckiego 20

MODELOWANIE ROZWOJU USZKODZEŃ I PĘKANIA ZACHODZĄCEGO W STALOWYCH ELEMENTACH ZBIORNIKÓW KRIOGENICZNYCH

Streszczenie

Praca badawcza ma charakter interdyscyplinarny. Uwzględniono w niej aspekty dotyczące zagadnień z zakresu materiałoznawstwa, mechaniki pęknięcia oraz metod komputerowych. Przedmiotem rozprawy jest komputerowe modelowanie rozwoju uszkodzeń i pęknięcia zachodzącego w stalowych elementach zbiorników kriogenicznych, które umożliwia określenie zakresu temperatury przejścia od pęknięcia ciągliwego do pęknięcia kruchego materiału. W celu uniknięcia pęknięcia elementów urządzeń pracujących w obniżonych temperaturach używa się gatunków stali, które charakteryzują się temperaturą przejścia od właściwości ciągliwych do właściwości kruchych materiału niższymi od ich temperatury pracy. Po to, aby oszacować prawdopodobieństwo przejścia od właściwości ciągliwych do właściwości kruchych stali opracowany został przez autora nowy model mikromechaniczny służący do opisu rozwoju uszkodzeń w metalach. Model ten uwzględnia dwa odmienne rodzaje kryteriów mikromechanicznych – zarówno dla ciągliwego, jak i kruchego pęknięcia materiału. W swoich poprzednich pracach badawczych autor zmodyfikował znane mikromechaniczne kryteria, a także procedury numeryczne w kontekście możliwości określania dużego rozrzutu odporności materiału na kruche pęknięcie, gdy poprzedzone jest ono wcześniejszym rozwojem mikro-uszkodzeń plastycznych. Dodatkowym celem pracy jest udoskonalenie sformułowanej przez autora metody elementów konturu brzegowego, ponieważ standardowe dyskretne metody numeryczne: elementów skończonych, a także objętości skończonych są często nieskuteczne, a także mało efektywne przy rozpatrywaniu tego typu zagadnień. Nowa metoda brzegowych odcinków konturu wraz ze zmodyfikowanymi mikromechanicznymi kryteriami wytrzymałościowymi umożliwia projektowanie zbiorników kriogenicznych zgodnie z zasadami mechaniki pęknięcia.

MODELLING OF DAMAGE GROWTH AND FRACTURE OF STEEL PARTS OF CRYOGENIC TANKS

Summary

The research work has an interdisciplinary character. Some aspects of problems of materials science, fracture mechanics and computer methods have been taken into account. The subject of this work is computer modeling of damage growth and fracture taking place at steel parts of cryogenic tanks, which allows to find out the temperature range of ductile to brittle fracture transition in material. In order to avoid cracking of steel parts of devices working in low temperatures the steels used for these parts are characterized by temperatures of ductile to brittle fracture transition that are lower than their operating temperature. To estimate the probability of ductile to brittle fracture transition of steels a new micromechanical model has been developed by the author for the description of damage growth in metals. This model takes into account two different types of micromechanical criteria - for both ductile and brittle fracture of the material. In his previous research works the author has improved known micromechanical criteria, as well as numerical procedures in the context of the possibility of determining the wide range of a material's resistance to brittle fracture when the cracking is preceded by an earlier growth of plastic microdamage. An additional aim of this work is to refine the method formulated by the author of boundary contour because standard discrete numerical methods, namely the finite element method and finite volume method, are often ineffective and inefficient in dealing with such issues. New method of boundary contour with modified and improved micromechanical interpretation of fracture toughness criteria enables the design of cryogenic tanks in the context of fracture mechanics problems.