

**ДИНАМІКА, МІЦНІСТЬ І РЕСУРС  
МАШИН ТА КОНСТРУКЦІЙ**

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ  
МІЖНАРОДНОЇ  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

Київ, Україна

1 – 4 листопада 2005р.

**Том 1**

**ДИНАМИКА, ПРОЧНОСТЬ И РЕСУРС  
МАШИН И КОНСТРУКЦИЙ**

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Киев, Украина

1 – 4 ноября 2005г.

**Том 1**

**DYNAMICS, STRENGTH, AND LIFE  
OF MACHINES AND STRUCTURES**

ABSTRACTS  
OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE

Kyiv, Ukraine

1 – 4 November, 2005

**Volume 1**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ УКРАИНЫ  
“КИЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ”

АССОЦИАЦИЯ “НАДЕЖНОСТЬ МАШИН И СООРУЖЕНИЙ”

# **ДИНАМІКА, МІЦНІСТЬ І РЕСУРС МАШИН ТА КОНСТРУКЦІЙ**

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ  
*МІЖНАРОДНОЇ  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ*

Київ, Україна

*1 – 4 листопада 2005р.*

**Том 1**

# **ДИНАМИКА, ПРОЧНОСТЬ И РЕСУРС МАШИН И КОНСТРУКЦИЙ**

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ  
*МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ*

Киев, Украина

*1 – 4 ноября 2005г.*

**Том 1**

# **DYNAMICS, STRENGTH, AND LIFE OF MACHINES AND STRUCTURES**

ABSTRACTS  
*OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE*

Kyiv, Ukraine

*1 – 4 November, 2005*

**Volume 1**

КИЇВ 2005

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ  
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ПРОЧНОСТИ *им. Г.С.Писаренко*  
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМЕ  
“МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА”

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ УКРАИНЫ  
“КИЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ”  
АССОЦИАЦИЯ “НАДЕЖНОСТЬ МАШИН И СООРУЖЕНИЙ”

## **ДИНАМІКА, МІЦНІСТЬ І РЕСУРС МАШИН ТА КОНСТРУКЦІЙ**

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ  
*МІЖНАРОДНОЇ*  
*НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ*  
Київ, Україна  
*1 – 4 листопада 2005р.*

**Том 1**

## **ДИНАМИКА, ПРОЧНОСТЬ И РЕСУРС МАШИН И КОНСТРУКЦИЙ**

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ  
*МЕЖДУНАРОДНОЙ*  
*НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ*  
Киев, Украина  
*1 – 4 ноября 2005г.*

**Том 1**

## **DYNAMICS, STRENGTH, AND LIFE OF MACHINES AND STRUCTURES**

ABSTRACTS  
*OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE*  
Kyiv, Ukraine  
*1 -- 4 November, 2005*

**Volume 1**

Динаміка, міцність і ресурс машин та конструкцій : Тези допов. міжнародної науково-технічної конференції / Отв. ред. В.Т.Трощенко: В 2 т. – Київ: Ін-т проблем міцності ім. Г.С.Писаренка НАН України, 2005. – Т. 1. - 238 с.

До збірника включено тези доповідей Міжнародної науково-технічної конференції “Динаміка, міцність і ресурс машин та конструкцій” (Київ, 1 – 4 листопада 2005р.). Розглянуто результати фундаментальних і прикладних досліджень, накопиченого досвіду у розв’язанні проблем динаміки і міцності високонавантажених елементів машин та споруд з метою розроблення науково обґрунтованих методів оцінювання і продовження ресурсу.

Для наукових співробітників і спеціалістів в галузі міцності і ресурсу елементів конструкцій.

*Затверджено до друку Вченою радою Інституту проблем міцності ім.Г.С.Писаренка НАН України*

Динамика, прочность и ресурс машин и конструкций : Тез. докл. международной научно-технической конференции / Отв. ред. В.Т.Трощенко: В 2 т. – Киев: Ин-т проблем прочности им.Г.С.Писаренко НАН Украины, 2005. – Т.1. - 238 с.

В сборник включены тезисы докладов Международной научно-технической конференции “Динамика, прочность и ресурс машин и конструкций” (Киев, 1 – 4 ноября 2005г.). Рассмотрены результаты фундаментальных и прикладных исследований, опыт в решении проблем динамики и прочности высоконагруженных элементов машин и сооружений с целью разработки обоснованных методов оценки и продления ресурса.

Для научных сотрудников и специалистов в области ресурса элементов конструкций.

International Conference “Dynamics, Strength, and Life of Machines and Structures”: Abstracts of Papers / Ed. V.T.Troshchenko: in 2 volumes – Kyiv, 2005. V.1. - 238 p.

The book comprises abstracts of the International Conference “Dynamics, Strength, and Life of Machines and Structures” (Kyiv, November 1-4, 2005), which consider the results of basic and applied research and accumulated experience in solving the problems of dynamics and strength of heavy-duty elements of machines and engineering structures for the development of scientifically justified methods for life assessment and its extension.

The book is intended for researches and specialists in the field of strength and life of structural elements.

ISBN 966-02-3774-X

ISBN 966-02-3775-8 (т.1)

©Ін-т проблем міцності ім.Г.С.Писаренка НАН України, 2005

# КРИТЕРИАЛЬНЫЕ СООТНОШЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА МАТЕРИАЛОВ

## CRITERIAL RELATION FOR DETERMINATION OF MATERIAL REMAINING LIFE

**А. А. Лебедев, В. М. Михалевич**  
**A. A. Lebedev, V. M. Mikhalevich**

*Институт проблем прочности им. Г.С. Писаренко НАН Украины, Киев,  
Украина,*

*Винницкий национальный технический университет, Винница, Украина*  
**G.S. Pisarenko Institute for Problems of Strength, Nat. Ac. Sci. of Ukraine,  
Kiev, Ukraine**

**Vinnitsia National Technical University, Vinnytsya, Ukraine**

*The paper presents data that make it possible to develop an algorithm for determination of remaining life within the framework of the tensor approach to the description of material damage. Explicit criterion relations for determination of residual life were obtained, which enable extension of known relations to a wider range of loading processes.*

Для моделирования разрушения в условиях пластического деформирования, ползучести и других процессов используется математический аппарат, развитый в [1]. При известных исходных свойствах материала и истории нагружения компоненты девиатора повреждений  $\psi_{ij}$  для данного текущего состояния  $q_d$ , в соответствии с принятыми допущениями [1, 2], могут быть представлены в виде

$$\psi_{ij}(q_d) = \int_0^{q_d} F(q; \eta_i) \cdot \alpha_{ij}(q) \cdot dq, \quad (1)$$

$$\alpha_{ij}(q) = a \cdot \beta_{ij}(q) + b \cdot \left[ \beta_{ik}(q) \cdot \beta_{kj}(q) - \frac{1}{3} \cdot \delta_{ij} \right] \quad (2)$$

где  $\beta_{ij}$  - направляющий тензор приращений деформаций или напряжений;  $q$  - параметр нагружения (деформация или время);  $a, b$  - коэффициенты тензорной нелинейности [1, 2];  $\delta_{ij}$  - единичный тензор Кронеккера;  $\eta_i$  - совокупность аргументов, характеризующих напряженно-деформированное состояние и свойства материала.

В общем случае компоненты остаточного девиатора повреждений могут быть определены в соответствии с (1)

$$\Delta \psi_{ij}^* = \Delta \psi_{ij}(q_*) = \int_{q_d}^{q_*} F(q; \eta_i) \cdot \alpha_{ij}(q) \cdot dq \quad (3)$$

где  $q^*$  - соответствует моменту исчерпания остаточного ресурса и определяется из условия [1, 2]

$$\psi_u + 2 \cdot \psi_{ij} \cdot \Delta \psi_{ij}^* + \Delta \psi_u^* = 1 \quad (4)$$

где  $\psi_u = \psi_{ij} \cdot \psi_{ij}$ ,  $\Delta \psi_u^* = \Delta \psi_{ij}^* \cdot \Delta \psi_{ij}^*$ .

Применительно к пластическому деформированию соотношение (1) может быть представлено в виде [1]

$$\psi_{ij}(E_u^D) = \int_0^{E_u^D} n \cdot \left( \frac{E_u}{E_{*c}(\eta(E_u))} \right)^{n-1} \cdot \alpha_{ij}(E_u) \cdot dE_u, \quad (5)$$

где  $E_u^D$  - накопленная пластическая деформация;  $E_{*c}(\eta)$  - диаграмма пластичности;  $\eta$  - показатель напряженного состояния [3];  $n$  - экспериментально определяемый параметр.

Применительно к процессам ползучести соотношение (1) может быть представлено в виде [1, 2]

$$\psi_{ij}(t^D) = \int_0^{t^D} \frac{m \cdot \exp[-m \cdot (t^D - \tau)]}{1 - \exp\{-m \cdot t_{*c}[\sigma_u(\tau), \eta(\tau)]\}} \cdot \beta_{ij}(\tau) \cdot d\tau \quad (8)$$

где  $t^D$  - момент времени, предшествующий определению остаточного ресурса;  $t_{*c} = t_{*c}[\sigma_u(\tau), \eta(\tau)]$  - поверхность длительной прочности [2];  $\beta_{ij}$  - направляющий тензор напряжений;  $m$  - экспериментально определяемый параметр.

При определении остаточного ресурса по длительной прочности в соответствии с (4), (3), получаем соотношение

$$\Delta \psi = \frac{\ln \left[ 1 - (1 - e^{-m \cdot t_{*0}}) \left( \psi_{ij}(t^{(D)}) \cdot \beta_{ij}^{(0)} + \sqrt{\left( \psi_{ij}(t^{(D)}) \cdot \beta_{ij}^{(0)} \right)^2 - \psi_u(t^{(D)}) + 1} \right) \right]}{-m \cdot t_{*0}}, \quad (9)$$

где  $\Delta \psi = (t_* - t^{(D)})/t_{*0}$  - остаточный ресурс;  $t_{*0} = t_{*c}(\sigma_u^{(0)}, \eta_0)$ ;  $t_*$  - общее время до разрушения.

#### Литература

1. Михалевич В.М. Тензорні моделі накопичення пошкоджень /Вінниця: "УНІВЕРСУМ-Вінниця", 1998 - 195 с.
2. Лебедев А.О., Михалевич В.М. До теорії тривалої міцності//Доповіді НАН України. – 1998. - № 5. - С. 57-62.
3. А.А. Лебедев, В.М Михалевич. О выборе инвариантов напряженного состояния при решении задач механики материалов//Пробл. прочности. - 2003. - № 3. - С. 5-14.