



# ПРОБЛЕМЫ ПРОЧНОСТИ

*Международный  
научно-технический журнал  
Основан в июле 1969 г.*

**№ 2 (386) — 2007 г.**

**Учредители:** Национальная академия наук Украины  
Институт проблем прочности им. Г. С. Писаренко НАН Украины  
(Регистрационное свидетельство серия КВ № 129 от 07. 10. 1993 г.)

**Издатель** Институт проблем прочности им. Г. С. Писаренко НАН Украины

**Редакционная коллегия:**

**В. Т. Трощенко (главный редактор), Б. А. Грязнов, А. Л. Квитка, Б. И. Ковальчук, Л. В. Кравчук, А. Я. Красовский, В. В. Кривенюк, А. А. Лебедев, П. П. Лепихин, В. В. Матвеев, В. П. Науменко, Г. В. Степанов, В. А. Стрижало (зам. главного редактора), В. В. Харченко, В. К. Харченко (зам. главного редактора), А. П. Яковлев**

**Редакционный совет:**

**С. Воденичаров (Болгария), А. Карпинтери (Италия), Дж. Д. Ландес (США), Э. Маха (Польша), Н. А. Махутов (Россия), Н. Ф. Морозов (Россия), Ю. Мураками (Япония), Г. Плювинаж (Франция), Я. Поклуда (Чехия), Р. Сандер (Индия), С. Седмак (Сербия), Л. Тот (Венгрия), Д. Франсуа (Франция), К. В. Фролов (Россия)**

**Редакция журнала «Проблемы прочности»:**

**А. О. Хоцяновский (отв. секретарь)  
В. В. Науменко (зав. ред.-изд. отделом)  
Л. Б. Дедух (вед. редактор)  
Н. М. Шинкаренко (корректор)**

*Адрес редакции: 01014, Киев-14, ул. Тимирязевская, 2  
Институт проблем прочности им. Г. С. Писаренко  
Национальной академии наук Украины*

*Телефон: (044) 286 5657  
Факс: (044) 286 1684  
E-mail: <editor@ipp.kiev.ua>*

*Журнал переводится на английский язык и издается в США с 1969 г. издательством  
Kluwer Academic/Plenum Publishers под названием «Strength of Materials»*

© Институт проблем прочности им. Г. С. Писаренко НАН Украины, 2007



# PROBLEMS of STRENGTH

*International  
scientific & technical journal  
founded in July 1969*

**No. 2 (386) — 2007**

---

**Founders:** National Academy of Sciences of Ukraine  
Pisarenko Institute of Problems of Strength, National Academy of Sciences  
of Ukraine

**Publisher:** Pisarenko Institute of Problems of Strength, National Academy of Sciences  
of Ukraine

**Editorial board:**

V. T. Troshchenko (editor-in-chief), B. A. Gryaznov, V. K. Kharchenko (associate editor), V. V. Kharchenko, B. I. Koval'chuk, A. Ya. Krasovskii, L. V. Kravchuk, V. V. Krivenyuk, A. L. Kvitka, A. A. Lebedev, P. P. Lepikhin, V. V. Matveev, V. P. Naumenko, G. V. Stepanov, V. A. Strizhalo (associate editor), A. P. Yakovlev

**Advisory board:**

A. Carpinteri (Italy), D. Francois (France), K. V. Frolov (Russia), J. D. Landes (USA), E. Macha (Poland), N. A. Makhutov (Russia), N. F. Morozov (Russia), Y. Murakami (Japan), G. Pluinage (France), J. Pokluda (Czech Republic), S. Sedmak (Serbia), R. Sunder (India), L. Toth (Hungary), S. Vodenicharov (Bulgaria)

**Editorial staff:**

A. O. Khotsyanovskii, V. V. Naumenko,  
L. B. Dedukh, N. M. Shinkarenko

*Address: Pisarenko Institute of Problems of Strength  
2, Timiryazevskaya str., Kiev, 01014, Ukraine*

*Telephone: (044) 286 5657  
Fax: (044) 286 1684  
E-mail: <editor@ipp.kiev.ua>*

*Since 1969 the Journal has been translated into English and published in the USA by Kluwer Academic/Plenum Publishers under the title **Strength of Materials***

---

© Pisarenko Institute of Problems of Strength, National Academy of Sciences of Ukraine, 2007

## Содержание

### Научно-технический раздел

ТРОЩЕНКО В. Т., ГРЯЗНОВ Б. А., МАЛАШЕНКО И. С., НАЛИМОВ Ю. С., РАБИ- НОВИЧ А. А. Циклическая прочность рабочих лопаток турбин из литых никелевых сплавов .....	5
НОВИКОВ Н. В., КУЩ В. И., ШЕСТАКОВ С. И. Анализ напряженного состояния, прочности и долговечности твердосплавных изделий с градиентной структурой .....	15
НЕМИРОВСКИЙ Ю. В., ЯНКОВСКИЙ А. П. Влияние структуры армирования и формы профиля на предельную скорость вращения композитных искривленных дисков .....	32
ХАРЧЕНКО В. В., КОБЕЛЬСКИЙ С. В., КРАВЧЕНКО В. И., ЧИРКОВ А. Ю., ЗВЯГИН- ЦЕВА А. А. Определение коэффициента интенсивности напряжений для поверхностных полуэллиптических трещин в корпусе реактора ВВЭР-1000 по результатам решения краевых задач термоупругости на основе смешанной схемы МКЭ .....	45
ОРЫНЯК И. В., РАДЧЕНКО С. А., БАТУРА А. С. Расчет собственных и вынужденных колебаний трубопроводной системы. Сообщение 2. Динамическая жесткость ггиба трубы .....	52
БОВСУНОВСКИЙ А. П. Сравнительный анализ нелинейных резонансов механи- ческой системы с несимметричной кусочно-линейной характеристикой восстанавли- вающей силы .....	72
БЕЗАЗИ А., ЭЛЬ МАХИ А., БЕРТЕЛО Дж.-М., БЕЗЗАЗИ Б. Экспериментальное исследование прочности и повреждения многослойных композитных материалов при испытаниях на трехточечный изгиб. Сообщение 1. Исследование разрушения и пони- жения жесткости при статических испытаниях (на англ. яз.) .....	88
ТРАПЕЗОН А. Г. Методологические проблемы при исследовании тонкопленочных упрочняющих покрытий .....	99
СТЕПАНОВ Г. В., БАБУЦКИЙ А. И. Моделирование релаксации напряжений при действии импульсного электрического тока высокой плотности .....	113
ЯКОВЛЕВА Т. Ю., МАТОХНЮК Л. Е. Прогнозирование характеристик разрушения металлов по результатам высокочастотных испытаний .....	121

### Производственный раздел

СТЕЛЬМАХ А. Л., ЛЕН А. Д., ЗИНЬКОВСКИЙ А. П. Экспериментально-расчетное исследование динамической устойчивости изгибно-крутильных колебаний компрес- сорных лопаток при безотрывном и срывном обтекании. Сообщение 1. Методика и средства определения нестационарных аэродинамических характеристик .....	129
МУЗЫКА Н. Р. Влияние анизотропии листовых материалов на точность измерения твердости по Виккерсу .....	143

### Краткие сообщения

ВОРОБЬЕВ Е. В., АНПИЛОГОВА Т. В. Нестабильность деформации и прочность конструкционных сплавов в условиях концентрации напряжений и криогенных темпе- ратур .....	153
---	-----

### Хроника

К 75-летию академика НАН Украины Новикова Николая Васильевича .....	157
---	-----

Утвержден к печати ученым советом ИПП им. Г. С. Писаренко НАН Украины.

*Номер подготовлен, набран и сверстан в редакции ИПП НАН Украины.  
Отпечатан в типографии Издательского дома "Академперіодика",  
ул. Терещенковская 4, 01004, Киев-4. Заказ № 1839.*

Подп. к печати и в свет 21. 03. 2007. Тираж 400 экз. Цена договорная.

## Contents

### Scientific and Technical Section

TROSHCHENKO V. T., GRYAZNOV B. A., MALASHENKO I. S., NALIMOV Yu. S., and RABINOVICH A. A. Cyclical Strength of Turbine Rotor Blades from Cast Nickel Alloys .....	5
NOVIKOV N. V., KUSHCH V. I., and SHESTAKOV S. I. The Analysis of Stress-Strain State, Strength, and Durability of Hard-Alloy Parts with Gradient Structure .....	15
NEMIROVSKII Yu. V. and YANKOVSKII A. P. Effect of the Reinforcement Structure and the Profile Shape on the Limit Rotational Rate of Composite Curved Disks .....	32
KHARCHENKO V. V., KOBEL'SKII S. V., KRAVCHENKO V. I., CHIRKOV A. Yu., and ZVYAGINTSEVA A. A. Determination of Stress Intensity Factor for Semielliptical Face Cracks in a Body of WWER-1000 Nuclear Reactor by Results of the Solution of Boundary Problems of Thermoelasticity on the Basis of Mixed FEM Scheme .....	45
ORYNYAK I. V., RADCHENKO S. A., and BATURA A. S. Calculation of Free and Forced Vibrations of a Pipeline System. Part 2. Dynamic Rigidity of Pipe Bend Unit .....	52
BOVSUNOVSKII A. P. The Comparative Analysis of Nonlinear Resonances of a Mechanical System with Asymmetrical Piecewise-Linear Characteristics of Recovering Force .....	72
BEZZAZI A., EL MAHI A., BERTHELOT J.-M., and BEZZAZI B. Experimental Analysis of Behavior and Damage of Sandwich Composite Materials in Three-Point Bending. Part 1. Static Tests and Stiffness Degradation at Failure Studies .....	88
TRAPEZON A. G. Methodological Problems in the Studies of Thin-Film Strengthening Coatings .....	99
STEPANOV G. V. and BABUTSKII A. I. Simulation of Stress Relaxation under Action of High-Density Electric Current Pulse .....	113
YAKOVLEVA T. Yu. and MATOKHNYUK L. E. Prediction of Fracture Characteristics of Metals by Results of High-Frequency Tests .....	121

### Production Section

STEL'MAKH A. L., LEN A. D., and ZINKOVSKII A. P. Experimental and Calculation Analysis of Dynamical Stability of Flexural-and- Torsional Vibrations of Compressor Blades under Continuous and Stalling Airflow Conditions. Part 1. The Technique and Means of Determination of Non-Stationary Aerodynamic Characteristics .....	129
MUZYKA N. R. Anisotropy Effect of Sheet Materials on the Accuracy of the Vickers Hardness Measurement Method .....	143

### Brief Communication

VOROB'EV E. V. and ANPILOGOVA T. V. Deformation Instability and Strength of Structural Alloys under Conditions of Stress Concentration and Cryogenic Temperatures .....	153
---	-----

### News Items

On the 75th Anniversary of the Birth of Prof. Nikolai V. Novikov, Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine .....	157
--	-----