

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

## **ВІСНИК**

**НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

*Серія: Динаміка і міцність машин*

№ 40 (1262) 2017

Збірник наукових праць

Видання засноване у 1961 р.

Харків  
НТУ «ХПІ», 2017

**Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».**  
Збірник наукових праць. Серія: Динаміка і міцність машин. – Х. : НТУ «ХПІ». – 2017. – № 40 (1262). – 88 с.

Державне видання

Свідоцтво Держкомітету з інформаційної політики України

КВ № 5256 від 2 липня 2001 року

Мова статей – українська, російська, англійська.

*Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» внесено до «Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук», затвердженого рішенням Атестаційної колегії МОН України щодо діяльності спеціалізованих вчених рад, від 15 грудня 2015 р. Наказ № 1328 (додаток 8) від 21.12.2015 р.*

#### **Координаційна рада:**

**Голова:** Л. Л. Тovaжнянський, д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НАН України;

**Секретар:** К. О. Горбунов, канд. техн. наук, доц.;

А.П.Марченко, д-р техн. наук, проф.; Є.І.Сокол, д-р техн. наук, чл.-кор. НАН України;

Є. Є. Александров, д-р техн. наук, проф.; А. В. Бойко, д-р техн. наук, проф.;

Ф. Ф. Гладкий, д-р техн. наук, проф.; М. Д. Годлевський, д-р техн. наук, проф.;

А. І. Грабченко, д-р техн. наук, проф.; В. Г. Данько, д-р техн. наук, проф.;

В. Д. Дмитриєнко, д-р техн. наук, проф.; І. Ф. Домнін, д-р техн. наук, проф.;

В. В. Єпіфанов, канд. техн. наук, проф.; Ю. І. Зайцев, канд. техн. наук, проф.;

П. О. Качанов, д-р техн. наук, проф.; В. Б. Клепиков, д-р техн. наук, проф.;

С. І. Кондрашов, д-р техн. наук, проф.; В. М. Кошельник, д-р техн. наук, проф.;

В. І. Кравченко, д-р техн. наук, проф.; Г. В. Лісачук, д-р техн. наук, проф.;

О. К. Морачковський, д-р техн. наук, проф.; В. І. Ніколаєнко, канд. іст. наук, проф.;

П. Г. Перерва, д-р екон. наук, проф.; В. А. Пуляєв, д-р техн. наук, проф.;

М. І. Рищенко, д-р техн. наук, проф.; В. Б. Самородов, д-р техн. наук, проф.;

Г. М. Сучков, д-р техн. наук, проф.; Ю. І. Тимофеев, д-р техн. наук, проф.;

М. А. Ткачук, д-р техн. наук, проф.

#### **Редакційна колегія серії:**

**Відповідальний редактор:** О. К. Морачковський, д-р техн. наук, проф.

**Відповідальний секретар:** А. Г. Андреев, канд. техн. наук, доц.

К. В. Аврамов, д-р техн. наук, проф.; Є. Є. Александров, д-р техн. наук, проф.;

Д. В. Бреславський, д-р техн. наук, проф.; Ю. С. Воробйов, д-р техн. наук, проф.;

А. П. Зиньковський, д-р техн. наук, проф.; Л. В. Курпа, д-р техн. наук, проф.;

Г. І. Львов, д-р техн. наук, проф.; Ю. В. Міхлін, д-р фіз.-мат. наук, проф.;

К. Науменко, д-р техн. наук, проф., Магдебург, Німеччина;

М. А. Ткачук, д-р техн. наук, проф.

*У 2013 р. Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», серія «Динаміка і міцність машин», включений у довідник періодичних видань бази даних **Ulrich's Periodicals Directory (New Jersey, USA)**.*

*У 2014 р. Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», серія «Динаміка і міцність машин», включений у індекс **Копернікус**; індекс **ICV (Index Copernicus Value): 63.25**, режим доступу: <http://journals.indexcopernicus.com/+++++++,p24783013,3.html>*

Рекомендовано до друку Вченою радою НТУ «ХПІ».

Протокол № 8 від 27 жовтня 2017 р.

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCES OF UKRAINE  
National technical university  
"Kharkiv polytechnic institute"

**BULLETIN**  
**OF THE NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY**  
**" KHARKIV POLYTECHNIC INSTITUTE"**

*Series: Dynamics and Strength of Machines*

№ 40 (1262) 2017

Collected Works

The publication was founded in 1961

Kharkiv  
NTU "KhPI", 2017

**Bulletin of the National technical university "Kharkiv polytechnic institute".** Collected Works. Series: Dynamics and Strength of Machines. – Kharkiv: NTU "KhPI". – 2017. – № 40 (1262). – 88 p.

State edition

Certificate of State Committee of Ukraine for Information Policy

KB № 5256 from July, 2, 2001

The collection is published on Ukrainian, Russian and English.

*The Bulletin of the National Technical University "Kharkiv polytechnic institute" is put on "The List of Scientific Professional Editions of Ukraine that publish the data of theses for the degree of candidate of sciences and the degree of doctor" approved by the Decision of the Certifying Board of the Ministry of Education and Science of Ukraine as to the Activities of Special Academic Councils of December 2015. Order No 1328 (Supplement No 8) of 21.12.2015.*

### **Coordinating Board:**

L. L. Tovazhnyanskyy, Dr. Tech. Sci., Prof. (chief), member NAS of Ukraine;

K.A. Gorbunov, PhD. Tech.Sci., Assistant Prof. (secretary);

A. P.Marchenko, Dr. Tech. Sci., Prof.; Ye. I. Sokol, Dr. Tech. Sci., Prof., member NAS of Ukraine;

Ye.Ye. Aleksandrov, Dr. Tech. Sci., Prof.; A.V. Boyko, Dr. Tech. Sci., Prof.;

F.F. Gladkiy, Dr. Tech. Sci., Prof.; M.D. Godlevskiy, Dr. Tech. Sci., Prof.;

A.I. Grabchenko, Dr. Tech. Sci., Prof.; V.G. Danko, Dr. Tech. Sci., Prof.;

V.D. Dmित्रienko, Dr. Tech. Sci.; Prof.; I.F. Domnin, Dr. Tech. Sci., Prof.;

V.V. Yepifanov, PhD. Tech. Sci., Prof.; Yu.I. Zaytsev, PhD. Tech. Sci., Prof.;

P.O. Kachanov, Dr. Tech. Sci., Prof.; V.V. Klepikov, Dr. Tech. Sci., Prof.;

S.I. Kondrashov, Dr. Tech. Sci., Prof.; V.M. Koshel'nik, Dr. Tech. Sci., Prof.;

V.I. Kravchenko, Dr. Tech. Sci., Prof.; G.V. Lisachuk, Dr. Tech. Sci., Prof.;

O.K. Morachkovskiy, Dr. Tech. Sci., Prof.; V.I. Nikolaenko, PhD. Hist. Sci., Prof.;

P.G. Pererva, Dr. Econ. Sci., Prof.; V.A. Pulyaev, Dr. Tech. Sci., Prof.;

M.I. Rishchenko, Dr. Tech. Sci., Prof.; V.B. Samorodov, Dr. Tech. Sci., Prof.;

G.M. Suchkov, Dr. Tech. Sci., Prof.; Yu.V. Timofeev, Dr. Tech. Sci., Prof.;

M.A. Tkachuk, Dr. Tech. Sci., Prof.

### **Editorial Board:**

O.K. Morachkovskij, Dr. Tech. Sci., Prof. (editor);

A.G. Andreev, PhD. Tech.Sci., Assistant Prof. (secretary);

K.V. Avramov, Dr. Tech. Sci., Prof.; E.E. Aleksandrov, Dr. Tech. Sci., Prof.;

D.V. Breslavskij, Dr. Tech. Sci., Prof.; Ju.S. Vorobjev, Dr. Tech. Sci., Prof.;

A.P. Zin'kovskij, Dr. Tech. Sci., Prof.; L.V. Kurpa, Dr. Tech. Sci., Prof.;

G.I. L'vov, Dr. Tech. Sci., Prof.; Ju.V. Mihlin, Dr. Tech. Sci., Prof.;

K. Naumenko, Prof. Dr.-Ing. habil., Magdeburg, Germany; N.A. Tkachuk, Dr. Tech. Sci., Prof.

*In 2013 Bulletin of the National Technical University "Kharkiv polytechnic institute" series "Dynamics and Strength of Machines" included in the directory database of periodicals "Urich's Periodicals Directory" (New Jersey, USA).*

Recommended for publication by the Academic Council of NTU "KhPI"

Protocol number 8, October, 27, 2017

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ВІСНИК  
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Збірник наукових праць

Серія:  
Динаміка і міцність машин

№ 40 (1262) 2017

Науковий редактор: д-р техн. наук, проф. О. К. Морачковський  
Технічний редактор: О. В. Щепкін  
Відповідальний за випуск: канд. техн. наук Г. Б. Обухова

**АДРЕСА РЕДКОЛЕГІЇ:** 61002, Харків, вул. Кирпичова, 2,  
НТУ «ХП». Каф. ДММ  
Тел. (057) 707-68-79. E-mail: andreev@kpi.kharkov.ua

Обл.-вид № 60-17.

Підп. до друку 27.11.2017 р. Формат 60×84 1/16. Папір офсетний.  
Друк офсетний. Гарнітура Таймс. Умов. друк. арк. 9,95. Облік.-вид. арк. 10,00.  
Тираж 300 пр. 1-й завод 1-100. Зам. № 23. Ціна договірна.

---

Видавничий центр НТУ «ХП». Свідоцтво про державну реєстрацію суб'єкта видавничої  
справи ДК № 3657 від 24.12.2009 р.  
61002, Харків, вул. Кирпичова, 2

---

Цифрова друкарня «Зебра»  
Свідоцтво про Державну реєстрацію 24800000000115022 від 01.01.2011 р.  
Адреса: 61002, м. Харків, вул. Чернишевська, 28-А

---