

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний комітет України з теоретичної і прикладної механіки
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Національний аерокосмічний університет імені Жуковського (ХАІ)
Одеський національний політехнічний університет
Gdansk University of Technology (Poland)
Державне підприємство Науково-виробничий комплекс газотурбобудування
«Зоря»—«Машпроект»
ЗМКБ «Прогрес» імені академіка А.Г. Івченко

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ІНЖЕНЕРНОЇ МЕХАНІКИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

МАТЕРІАЛИ

**VII Міжнародної науково-технічної конференції, присвяченої
пам'яті професора Горбова В.М.**

23–24 листопада 2022 року

**Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
Машинобудівний навчально-науковий інститут
вул. Кузнецька 5**

Миколаїв
«Ілліон»
2022

УДК 539.3:621.822
М90

ОРГАНІЗАТОРИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний комітет України з теоретичної і прикладної механіки

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Національний аерокосмічний університет імені Жуковського (ХАІ)

Одеський національний політехнічний університет

Gdansk University of Technology (Poland)

Державне підприємство Науково-виробничий комплекс газотурбобудування
«Зоря»–«Машпроект»

ЗМКБ «Прогрес» імені академіка А.Г. Івченко

**Матеріали публікуються за оригіналами, поданими
авторами. Претензії до організаторів не приймаються.**

Відповідальні за випуск: М. Р. Ткач, С. О. Моргун

**М90 Актуальні проблеми інженерної механіки та технології
машинобудування:** Матеріали VII Міжнародної науково-технічної
конференції, присвяченої пам'яті професора Горобова В.М. – Миколаїв:
Ілліон, 2022. – 112 с.

ISBN 978-617-534-617-7

У збірнику наведені матеріали міжнародної науково-технічної конференції, яка відбулась у Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова (м. Миколаїв) 23-24 листопада 2022 року.

Метою конференції є обмін науково-технічною інформацією і визначення перспективних напрямків фундаментальних і практичних досліджень та розв'язування прикладних задач в галузі інженерної механіки з питань проектування, математичного моделювання та дослідження технічних систем, міцності та надійності інженерних конструкцій, використання прогресивних технологій виробництва складних механічних систем.

Матеріали збірника можуть бути корисними для науковців, інженерно-технічних працівників, викладачів, аспірантів, студентів.

УДК 539.3:621.822

ISBN 978-617-534-617-7

© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2022

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова:

- **Є.І. Трушляков** - д.т.н., професор, ректор Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова (м. Миколаїв);

Заступники голови:

- **С. І.Сербін** - д.т.н., професор, директор Машинобудівного навчально-наукового інститута НУК (м. Миколаїв);
- **М.Р. Ткач**, - д.т.н., професор, завідувач кафедри інженерної механіки та технології машинобудування НУК, д-р техн наук, професор (м. Миколаїв);
- **Ю. М. Харитонов** – д.т.н., професор, директор Центруморської інфраструктури НУК (м. Миколаїв);
- **В.Ф. Квасницький** – д.т.н., професор, завідувач кафедри зварювального виробництва НУК (м. Миколаїв).

Вчений секретар:

- **С.О. Моргун** -к.т.н., доцент, доцент кафедри інженерної механіки та технології машинобудування НУК (м. Миколаїв)

Члени організаційного комітету:

- **М. Р. Ткач** - д.т.н., професор, завідувач кафедри інженерної механіки та технології машинобудування НУК, (м. Миколаїв);
- **С. М. Доценко** - к.т.н., доцент, директор Первомайської філії НУК (м. Миколаїв);
- **Л. І. Коростильов** - д.т.н., професор, професор кафедри будівельної механіки судна (м. Миколаїв);
- **С. Б. Кулішов** - к.т.н., заступник головного конструктора ДП НВКГ «Зоря»-«Машпроект» (м. Миколаїв);
- **О. А. Оргіян** – д.т.н., професор, завідувач кафедри технології машинобудування ОНПУ (м. Одеса);
- **М. Г. Тройніч** – директор з виробництва ДП НВКГ «Зоря»-«Машпроект» (м. Миколаїв);

4. Укрзалізниця отримала перші рейкозварювальні машини на платформі Volvo Trucks. URL :<https://www.railinsider.com.ua/ukrzaliznyczya-otrymala-pershi-rejkozvaryuvalni-mashyny-na-platformi-volvo-trucks/>

5. N. Fidrovskа, E. Slepuzhnikov, I. Varchenko, S. Harbuz, S. Shevchenko, M. Chyrkina, V. Nesterenko. Determining stresses in the metallic structure of an overhead crane when using running wheels of the new design Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. PC Technology Center Ukrainian State University of Railway Transport, 1/7 (109), 2021, pp.22-31

THE METHODOLOGY OF TESTING OF A KNOWLEDGE-INTENSIVE PRODUCT FOR TRIBOTECHNOLOGIES

S. J. Bodu

*Senior lecturer of the department of engineering mechanics and mechanical
engineering technology of Admiral Makarov National University of Shipbuilding,
Ukraine, Nikolaev City*

R. V. Gladkiy

*Student of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine, Nikolaev
City*

The life cycle of a product is a sequence of hypothetical models with their subsequent implementation. Thus, the consumer forms a functional and parametric order, the designer turns it into a design model, and then the technologist can implement it as a physical model, using a variety of technological methods. The physical model is tested by operation, which evaluates all previous engineering work.

In most mechanical systems, reliability and resources depend on wear and tear phenomena, and the causes of failure are most often formed at the manufacturing stage, at the technological stage [1, p. 178-186; 2, p. 182-184].

It seems expedient to analyze and control the reliability problems of science-intensive mechanical systems at the stage of testing the design for manufacturability by introducing the section of testing for tribotechnological capability [3, p. 21-22, 4, p. 17-18, 5, p. 3-7]. Tribotechnology is a surface property (friction pair, unit, machine as a whole) necessary and sufficient to provide a given resource at minimum costs for design, manufacturing and operation of the product. In this case, special attention should be paid to knowledge-intensive mechanical systems [6, p. 51-58].

A knowledge-intensive product (KIP) can be characterized by a number of similar attributes:

- Functional requirements of different physical nature are provided by a complex interconnected complex of systems and units;
- A wide range of parts, systems and units with an extreme design and technological complexity of the parts (a marine Gas-turbine engines have over 5,000 component names);
- Complicated types of part loadings due to high values of complicated types of component loading due to high values of operating process parameters (pressure, temperature and speed), which complicated types of part loadings due to high values of the operation process parameters
- Ensuring reliability of the KIP requires an adequate response tribotechnologies: the design and technology are more rigid in terms of precision, use of a wide range of materials with specific. The use of a wide range of materials with specific properties (alloyed, high-strength, high-temperature steels non-ferrous and titanium alloys) and technologies for hardening friction pair surfaces (nitriding, cementation, hardening, and HFI);
- Creation of the KIP at each stage of the life cycle (engineering, manufacturing of the KIP at each stage of the life cycle (design, production and finishing of a prototype, serial production, operation, repair and disposal) is continuously accompanied by each stage of the lifecycle (engineering, production,

prototype development, serial production, operation, repair and disposal) is continuously accompanied by cooperation with research organizations. Dozens of modifications are made to the operating parameters, engineering and technology during the life cycle.

- The applied experimental-docking complexes require modern control and measuring equipment and automated testing systems.

The qualitative algorithm for testing the KIP for tribotechnologies is the following sequence:

- Analysis loads of the tested units: type, nature of the impact, limit values, exposure time, etc. Loads as mechanical and other types of loads (thermal, chemical, etc.).
- Analysis of damage types of KIP parts and assemblies, Fig. 1.

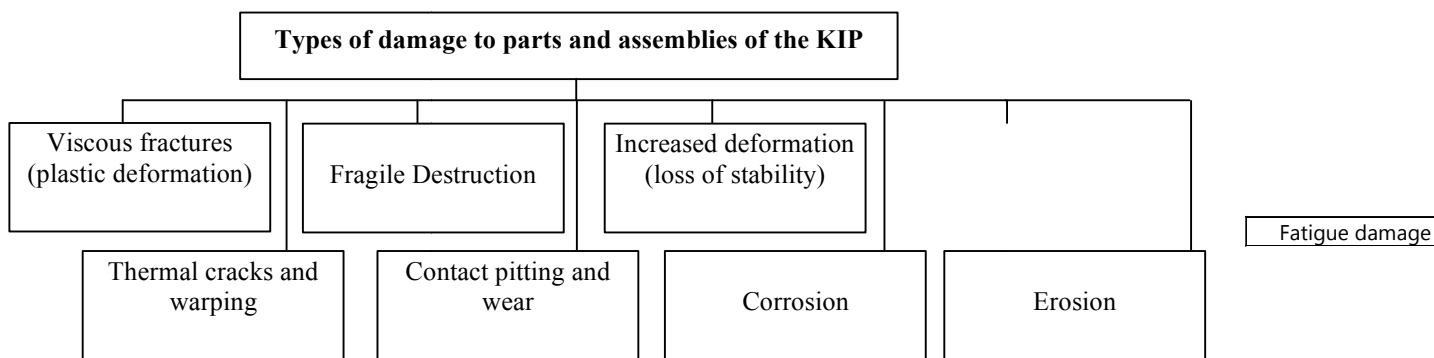


Fig. 1. Types of damage to parts and assemblies

- Identifying types of friction – by kinematic feature and by the presence of lubricant.
- Identifying types of wear and tear. It is important to identify the leading typewear and tear, and it is necessary to exclude the unacceptable, as well asaccidental, caused by irregularities in design, production andoperating conditions, lubricant grade, etc. After determining the type of friction and type of wear it is desirable to experimental verification of the hypothesis of the leading type of wear, which isIt is especially important for units working in non-stationary conditions, under the influence of a multitude of changing

factors (ingress of abrasives, high temperature, aggressive environment, alternating loads, lubrication interruptions, etc. intermittent lubrication, etc.).

- Determination of the main friction pair and the pair of the minimum resource of the mechanism [7, p. 41-46]. The main friction pair determines the occurrence of a parametrical failure, the pair of minimal resource – failure functioning.
- Determination of tribotechnological principle which will allow to solve the problem of a resource and selection of a direction of optimization - that characteristic which change will give the necessary result. It can be reduction of friction coefficient, contact stresses, increase of surface wear resistance, reduction of temperature in the friction zone, introduction of reserve properties, etc.
- Selection of an optimization zone (body, counterbody, lubricant) where it is easier, cheaper and more effective to make changes structurally and technologically.
- Choice of tribotechnological quality optimization method, etc. method of changing the properties of the body, counterbody or lubricant. For example, to reduce the friction coefficient, it is possible to change the material (gray cast iron can be replaced with high-strength), change the material properties (hardness), surface properties (micro- and macrogeometry), lubrication conditions, lubricant, additive to it, etc.
- Calculation of parameters and characteristics of the technological process, providing the necessary properties (modes of cutting, hardening, other types of processing, tools, technological environment, equipment, etc.).
- Development of material and technical support of technological process. This includes designing and manufacturing of machining and inspection tools, tooling, equipment.
- Production and testing of a product prototype (unit, friction pair, etc.).
- Development of the technological process of the pilot batch of the product.
- Determination of tribotechnological indicators of the product.

- Making adjustments to the adopted technical solutions. Preparation for serial production of the product.

The above qualitative algorithm for testing the product for tribotechnological properties gives a general idea. A specific product will require refinement.

References

1. Чихос Х. Системный анализ в трибонике / Х. Чихос; Перевод с англ. С. А. Харламова. – М. : Мир, 1982. – 351 с.
2. Соловьев С.Н. Основы триботехнологии // Основы технологии судового машиностроения. / С.Н. Соловьев. – 2-е изд. – Л.: Судостроение, 1983. – 358 с.
3. Бутенко В.И. Триботехнологическое проектирование технологических процессов / В.И. Бутенко. – *Машиностроитель*. – 1988. – № 10. – С. 21-22.
4. Коффманн К. Технологически ориентированное проектирование / К. Коффманн. – *Автомобильная промышленность США*. – 1988. – № 2. – С. 17-18.
5. Соловьев С.Н. Триботехнологическая ориентация процесса создания новой техники. Сб. науч. тр. «Триботехнология судового машиностроения». – Николаев : НКИ. – 1990. – С. 3-7.
6. Адгамов Р.И. Наукоемкое производство авиационных двигателей / Р.И. Адгамов, Ю.П. Катаев – Изв. вузов. *Авиационная техника*, № 1, 1995. – С. 51-58.
7. Соловьев С.Н. Основы триботехнологии / С.Н. Соловьев, С.Ж. Боду, Е.В. Трофимова . – Николаев: НУК, 2018. – 236 с.

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

<i>Слободян С.О., Харитонов Ю. М.</i> Технорлогічна платформа SHIPBUILDING 4.0: Адитивні технології	4	ПЛ1
<i>Tkach M.R., Kulishov S.B., Morhun S.O., Polischyk V.A., Halynkin Yu.M., Proskurin A.Yu.</i> Experimental and theoretical determination of gas turbine engine blades vibration characteristics	7	ПЛ2

СЕКЦІЯ №1

Новітні досягнення у галузі прикладної механіки

<i>Познанський А.С., Митрофанов О.С.</i> Особливості виготовлення роторно-поршневих двигунів	23	C101
<i>Митрофанов О.С., Познанський А.С.</i> Особливості вибору зазорів циліндричної групи роторно-поршневих двигунів	26	C102
<i>Шумілов О.П.</i> Модернізація автоколивального відрізного різця	29	C103
<i>Лисих А.Ю.</i> Дослідження періоду стійкості інструменту від інтенсивності охолодження	31	C104
<i>Боду С.Ж., Газюка Д.О.</i> Вибір інструментального матеріалу з твердого сплаву для обробки легованих сталей	35	C105
<i>Шумілов О.П., Арістов В.В.</i> Упровадження методів неруйнівного контролю при виготовленні виробів машинобудування	39	C106
<i>Поліщук В.А., Ніколаєв О.Л., Корулик С.О., Матвієнко Ю.М.</i> Дослідження впливу динамічних похибок верстатних пристосувань на точність механічної обробки деталей	42	C107
<i>Боровик Є.Ю., Нестеренко В.В., Ошовський В.Я.</i> Підвищення ресурсу колінчастого вала двигуна внутрішнього згоряння	46	C108
<i>Трюхан О.В., Нестеренко В.В., Ошовський В.Я.</i> Підвищення ресурсу деталей ДВЗ технологічною обробкою	49	C109
<i>Нестеренко В.В.</i> Безтермічна кінцева обробка поверхонь тертяспряжень двигунів внутрішнього згоряння	54	C110
<i>Ошовський В.Я.</i> Іонне азотування для технології підвищення зносостійкості деталей ДВЗ	57	C111

<i>Дударчук Є.С., Нестеренко В.В., Ошовський В.Я.</i> Аналіз перспективних методів виготовлення заготовок колінчастих валів потужних ДВЗ	59	C112
<i>Bodu S.J., Gladkiy R.V.</i> The methodology of testing of a knowledge intensive product for tribotechnologies	63	C113
<i>Дем'яненко Г.С., Шаповалов Ю.О., Семенов М.М.</i> Аналіз енергоефективності систем змащення	68	C114

СЕКЦІЯ №2

Технології CAD/CAE/CAM у проектуванні, створенні та експлуатації технічних систем

<i>Новошицький А.В., Довгорученко В.Ю., Хвастунова К.В.</i> Розробка нових конструкцій компактного металообробного устаткування з використанням CAD систем	72	C201
<i>Новошицький А.В.</i> Автоматизація розрахунків параметрів технології виготовлення тонкостінних профілів гнуттям з поздовжнім розтягом	76	C202
<i>Поліщук В.А., Ніколаєв О.Л., Попенко В.В., Корулик С.О.</i> Дослідження показників жорсткості та вібростійкості конструкцій верстатних пристосувань за допомогою CAD/CAE систем	81	C203
<i>Ткач М.Р., Костріков О.А.</i> Скінчено-елементне моделювання крутильних коливань легкого валопровода	85	C204
<i>Ткач М.Р., Галинкін Ю.М., Проскурін А.Ю., Безушко С.О.</i> Використання програмного комплексу SOLID WORKS для визначення частот і форм власних коливань втулки суднового двигуна	91	C204
<i>Ткач М.Р., Поліщук В.А.</i> Моделювання крутильних коливань трансмісії з урахуванням податливості елементів	95	C205
<i>Tarasenko O.I., Tarasenko A.O.</i> Comparative analysis of the dynamics of a linear oscillator using SIMULINK (mathematical model) and SIMSCAPE (physical model) in the near resonant region	99	C206
<i>Ткач М.Р., Чікал М.А.</i> Удосконалення технології виготовлення ступиці	104	C207