



ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Donetsk National Technical University
Department of higher mathematics and physics

**1st INTERNATIONAL SCIENTIFIC
AND PRACTICAL CONFERENCE**
for Students and Young Scientists

**“Mathematics and
Mathematical Simulation in a
Modern Technical University”**

Abstracts of 1st International
Scientific and Practical Conference

Lutsk, Ukraine
November 30, 2022

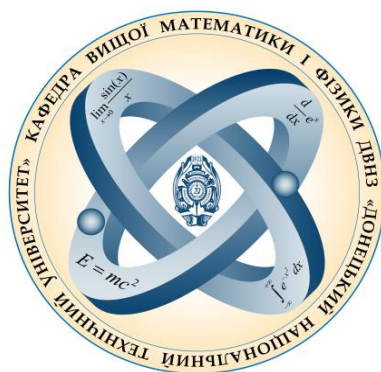
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ МАШИНОБУДУВАННЯ, ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ХІМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

КАФЕДРА ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ І ФІЗИКИ

**І Міжнародна науково-практична конференція студентів та
молодих вчених «Математика та математичне моделювання у
сучасному технічному університеті»**

30 ЛИСТОПАДА 2022 РОКУ



ЛУЦЬК, 2022

УДК 519.86(082)

Математика та математичне моделювання у сучасному технічному університеті. [Електронний ресурс]: Збірник тез доповідей I Міжнародної науково-практичної конференції студентів та молодих вчених, 30 листопада 2022 р. – Луцьк: ДонНТУ – 123 с.

ISBN 978-966-377-250-9

Організаційний комітет конференції

Голова організаційного комітету:

Новікова Ю.В., к.ф.-м.н., доцент.

Члени організаційного комітету:

Артеменко Юрій Анатолійович, к.т.н., доцент; Власенко Микола Миколайович, к.т.н., доцент; Волков Сергій Володимирович, к.ф.-м.н., доцент; Гоголева Наталія Федорівна, к.ф.-м.н., доцент; Лесіна Євгенія Вікторівна, к.ф.-м.н., доцент; Сергієнко Людмила Григорівна, к.п.н., доцент.

У збірнику опубліковано доповіді учасників I Міжнародної науково-практичної конференції студентів та молодих вчених, яка відбулася 30 листопада 2022 року на базі ДВНЗ «Донецький національний технічний університет». У збірник увійшли матеріали секцій конференції: «Математичне моделювання та дослідження процесів у сучасних технологіях та техніці»; «Математичне моделювання та дослідження економічних процесів у контексті сучасних проблем та вимог суспільства»; «Технології та методика викладання математики у сучасному технічному університеті, особливості викладання за умов дистанційного навчання»; «Розвиток та становлення математики і фізики як сучасного апарату моделювання технічних та економічних процесів».

У матеріалах конференції молоді науковці з України та Європи досліджували питання, що стосуються застосування математичного апарату у різних галузях науки. Видання може бути корисним здобувачам вищої освіти, молодим науковцям та викладачам.

Усі матеріали публікуються в авторській редакції.

Розглянуто на засіданні Вченої ради ДВНЗ «ДонНТУ»,
протокол №11 від 27.12.2022 р.

Відповідальна за випуск: к.ф.-м.н., доцент Гоголева Н.Ф.

Відповідальність за зміст та виклад матеріалів у тезах доповідей несуть автори

© Донецький національний технічний університет, 2022

Members of the committee

Alexander Zuyev, Dr. in Physical and Mathematical Sciences, Professor, Max Planck Institute for Dynamics of Complex Technical Systems, Magdeburg (Germany).

Igor Potapov, Professor of Computer Science, University of Liverpool, Liverpool (Great Britain).

Debdas Paul, Dr.-Ing., Postdoctoral researcher AG-Claassen, Innere Medizin I Universitätsklinikum Tübingen, Tübingen (Germany).

Iaroslav Liashok, Dr. of Economic Sciences, Professor, Rector "DonNTU" (Ukraine).

Oleksii Shushura, Dr. of technical sciences, Associate Professor, National Technical University of Ukraine Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute (Ukraine).

Larysa Prodanova, Dr. of Economics, Professor, Cherkasy State Technological University (Ukraine).

Olga Dmytriyeva, Dr. of Technical Sciences, Professor National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" (Ukraine), University of Stuttgart, Institute for modelling hydraulic and environmental systems (Germany).

Mykhailo Kuzheliev, Doctor of Economics, Professor, National University of Kyiv Mohyla Academy (Ukraine).

Valeriy Lozovsky, Dr. in Physical and Mathematical Sciences, Professor, Institute of High Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv (Ukraine).

Volodimir Svyatniy, Dr. of Technical Sciences, Professor, "DonNTU" (Ukraine).

Olga Popova, Dr. of Economics, Professor, "DonNTU" (Ukraine).

Valentna Khobta, Dr. of Economics, Professor, "DonNTU" (Ukraine).

Victoria Grushkovskaya, PhD in Physical and Mathematical Sciences, Institute of Mathematics, Alpen-Adria University of Klagenfurt (Austria).

Iryna Vasylieva, PhD in Physical and Mathematical Sciences, Institute of Mathematics, Alpen-Adria University of Klagenfurt (Austria).

Nataliya Maslova, PhD of Technical Sciences, Associate Professor, Donetsk National Technical University (Ukraine).

Andriy Surzhenko, PhD of Technical Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of mechanical engineering, electrical engineering and chemical technology "DonNTU" (Ukraine).

Viktor Kyrychenko, PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Department of Computer Science, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Ukraine).

Oksana Zolotukhina, PhD of Technical Sciences, Associate Professor, State University of Telecommunications (Ukraine).

Oleksiy Beskrovny, PhD of Technical Sciences, Associate Professor, Military Institute of Telecommunications and Informatization (Ukraine).

Inga Syvytska, PhD of Economic Sciences, Associate Professor, Vasyl Stus Donetsk National University (Ukraine).

Anatoliy Vasiliev, PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Institute of High Technologies of Taras Shevchenko National University of Kyiv (Ukraine).

Oleksandr Kadubovsky, PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Donbass State Pedagogical University (Ukraine).

Svitlana Virich, PhD of Technical Sciences, Associate Professor, "DonNTU" (Ukraine).

Elbaum-Cohen Avital, high-school mathematics & physics teacher researcher – mathematics education teachers' educator, Feldman Yossef st. Ness-ziona (Israel).

MATHEMATICAL MODELLING OF FORM CHANGE PROCESSES IN PALADIUM PLATE

***O.M. Lyubimenko, Ph.D. in Physics and Mathematics, Associate Professor
of the Elin Department***

Donetsk National Technical University, Luts'k, Ukraine

***E.P. Feldman, professor, Department for Physics of Mining Processes,
Institute of Geotechnical Mechanics NAS of Ukraine, Dnipro, Ukraine***

The equation of time-space dependence of change in the hydrogen atom concentration in palladium with corresponding initial and limiting conditions was mathematically obtained. The theoretical dependences were calculated and constructed in LabVIEW. A comparative analysis of theoretical and experimental dependences of the forms of changes in the palladium plate at hydrogen saturation has been performed. It is shown that the calculation of the concentration difference makes it possible to calculate the value of the membrane bending; the calculation result almost completely coincides with the experiment.

Keywords: palladium-hydrogen system, palladium membrane, shape change, diffusion, concentration.

In some countries, the development of "hydrogen" transport stimulates the development of hydrogen energy. Fuel cells consist of several parts: two electrodes and a membrane coated with platinum or palladium.

The study was conducted on a palladium membrane of thickness (h) and length (l), which can be conventionally divided into several layers during hydrogen saturation: hydrogen saturated layers and hydrogen saturated layers (Fig. 1).

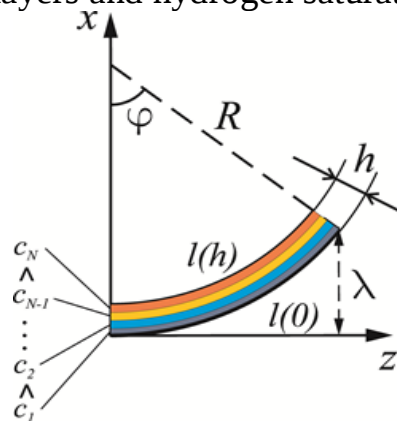


Fig. 1. Sketch of a plate bend

The results of the experiments [1-3] show that the elongation of the layers (ε) is proportional to the concentration (c), so the empirical form of the relation between the elongation of the free palladium plate and the uniform hydrogen concentration in palladium is valid:

$$\varepsilon_c = \alpha \cdot c = 0,068 \cdot c, \quad 0 \leq c \leq 1$$

Hydrogen elastic stress is proportional to elastic strain.

$$\sigma(x) = -\alpha \cdot E [c(x) - c_m],$$

where E is the Young's modulus for palladium.

The strain stresses in the membrane when the concentration is inhomogeneous are redistributed, and the nature of the redistribution depends on the diffusion process:

$$\frac{dc(x,t)}{dt} = D_{eff}(c) \cdot \frac{d^2c(x,t)}{dx^2}, \quad 0 \leq x \leq h \quad \text{ma} \quad 0 \leq t \leq h,$$

Where $D_{eff} = D_0 \left[1 - \frac{4T_c}{T} \cdot c(1-c) \right]$ - is the effective diffusion coefficient,

T_c – critical temperature for hydrogen in palladium,

D_0 – true diffusion coefficient;

M – mobility of hydrogen atoms, independent of concentration.

The estimation of the membrane bending arrow "y" is possible by the following expression [3]:

$$y = 2R \cdot \sin^2 \frac{l}{2R} \approx \frac{l^2}{2R} = \frac{\alpha(c_s - c_m)l^2}{h}$$

where R is the radius of curvature of the membrane;

$c_m(t)$ – average concentration of hydrogen in the plate;

$c_s(t)$ – surface concentration of hydrogen in the plate.

Numerical calculation of the dependence $c_s(t) - c_m(t)$ at $p = 0.25$, $c_e = 1$ is shown in Fig.2.

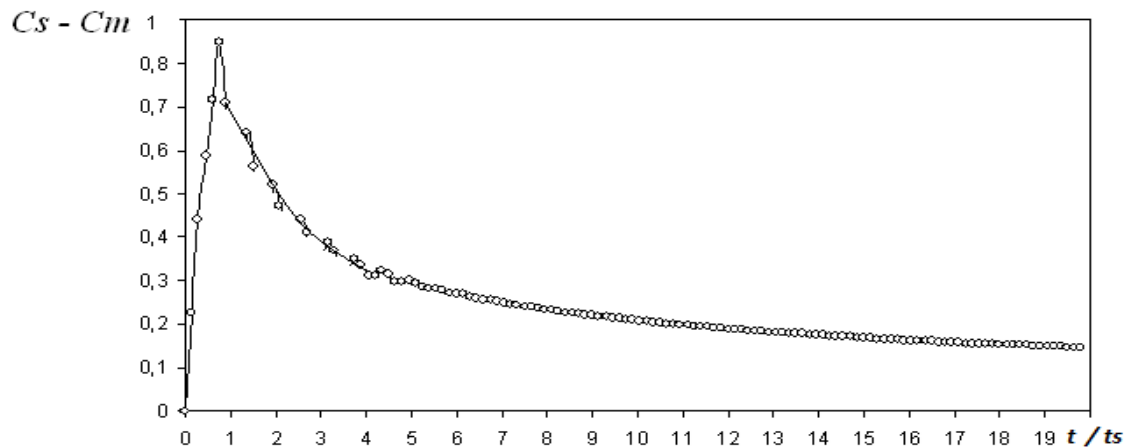


Fig.2. Numerical calculation of the relation $c_s(t) - c_m(t)$ at $p = 0.25$, $c_e = 1$

These dependencies are confirmed by experimental data [1-3], when the boom - bend first increases rapidly and then decreases slowly almost to and.

Reference

1. Goltsova, M. V. Influence of temperature on the shape change of palladium plate at its one-sided hydrogen saturation / M. V. Goltsova, E. N. Lubimenko // Physics of metals and metallurgy. - 2012. - P. 113, No. 2. - P. 162-169.
2. Lyubymenko O.M., Feldman E.P., Shtepa O.A. Mathematical modeling of the behavior of a palladium membrane in hydrogen fuel cells in interaction with hydrogen / O.M. Lyubymenko, E.P. Feldman, Shtepa O.A. // Synergetics, mechatronics, telematics of road machines and systems in the educational process and science. Collection of scientific papers based on the materials of the international scientific and practical conference. - Kharkiv, KhNADU. - 2017, - P. 145 - 150
3. E. P. Feldman, E. N. Lyubimenko, K. V. Gumennyk, J. of Applied Physics. (2020) <https://doi.org/10.1063/5.0011826>

