

---

UDC 331.101.1:629.735.083:656.7.086(045) DOI: 10.18372/0370-2197.2(83).13690

A. V. GONCHARENKO

National Aviation University, Kyiv, Ukraine

## THE VALUE OF THE KINETIC REACTION ORDER DETERMINED BASED UPON THE CONDITIONAL OPTIMALITY DOCTRINE FOR THE MULTI-OPTIONAL FUNCTIONS ENTROPY

*It is made an attempt to propose some appropriate models of the friction and wear processes that could happen in the considered structural elements of the engineering units. The uncertainty measure in the given consideration is the entropy of the special hybrid-optional effectiveness functions. Such kind of entropy originates from the Jaynes' principle, being adapted to the subjective entropy maximum principle, with the implementation possibilities to the applicable fields of aviation industry as that follows the readings of the references. The paper theoretically considers the possibility of the multi-optional hybrid functions entropy conditional optimization doctrine applicability with the purpose of discovering a substantiated reason for the special hybrid-optional effectiveness functions existence, as well as the reasons for the formula optimality. The order of the kinetic reaction as a model function, or the so-called dependence of the tribological process order as a function, formula is obtained with taking into account the degree of uncertainty for a certain type hybrid-optional effectiveness functions. With the help of the variational principle it is shown the optimality of the formula. The evolution of the proposed at this paper approach from the subjective analysis to the hybrid multi-optional functions optimization doctrine implies the use of the hybrid multi-optional functions, as an objectively existing characteristic of a phenomenon, instead of the subjectively preferred, by a human, functions, since no one chooses the objectively existential reality. The approach has a significance of a plausible explanation for the phenomena stipulated by multi-optimality.*

**Keywords:** tribology, friction, wear, optimization, entropy doctrine, multi-optimality, hybrid optional function, kinetic reaction, tribological reaction.

**Introduction.** Considering either the evolution of the structure and properties of the eutectic coatings during friction [1] or improvement of the quality of TiC-Co system plasma coating by laser treatment [2], as well as the other related to tribology problems [3, 4], a researcher wants to discover a principle, the most possible general connection, upon which the studied parameters of the investigated phenomenon depend.

For example, there is a widely used parameter of [4, (1)] for the determination of the kinetic characteristics of the activation energy.

It is a great temptation for a scholar to reveal a certain value optimized at such processes.

**State of the problem.** The working hypothesis is the postulate of a certain functions entropy conditional optimum [5]. The Jaynes' principle of a maximum-entropy and its methods proposed in references [6] on statistical physics have been successfully applied to the theoretical models constructions in both the active systems theory [5] and the developed doctrine about the multi-optional functions entropy conditional optimality [7-19].

Still it is not applied so far to the parameter of order of reaction [4, (1)].

**Problem statement.** In accordance with [4] for some processes it is necessary to determine the order of the studied kinetic, tribological reaction, [4, (1)]:

$$N = \frac{\lg \frac{\omega_1}{\omega_2}}{\lg \frac{a_1}{a_2}}, \quad (1)$$

where  $N$  is the order of the reaction,  $\omega_i$  is the speed of the reaction at the  $i$ -th moment of time,  $a_i$  is the “initial” concentration or quantity of the substance.

In such models there must be a certain optimality, which it is desirable to find.

**Purpose of the paper.** The presented paper is aimed at discovering the value extremized with the functions modeled in expression (1), taking into consideration the existing uncertainty of the investigated tribological phenomenon on the basis of the developed doctrine about the multi-optional functions entropy conditional optimality.

**Problem setting.** In order to reveal the optimality of equation (1) [4], it is applied the prototype model of subjective analysis [5] and optional functions doctrine [7-19]:

$$\Phi_h = -\sum_{i=1}^2 h_i(a_i) \ln h_i(a_i) + N \sum_{i=1}^2 h_i(a_i) \ln a_i + \gamma \left[ \sum_{i=1}^2 h_i(a_i) - 1 \right], \quad (2)$$

where  $h_i(a_i)$  are the specific hybrid-optional effectiveness functions, similar to the preferences functions of [5], however in this problem setting, the assumed specific hybrid-optional effectiveness functions of  $h_i(a_i)$  are not relating with anybody's preferences or choice;  $\gamma$  is normalizing coefficient (function).

The first member of expression (2) is the hybrid-optional effectiveness functions entropy (like subjective entropy of the preferences).

The necessary conditions for the functional (2) extremum existence:

$$\frac{\partial \Phi_h}{\partial h_i(a_i)} = 0, \quad (3)$$

yield

$$\frac{\partial \Phi_h}{\partial h_i(a_i)} = -\ln h_i(a_i) - 1 + N \ln a_i + \gamma = 0, \quad \forall i = \overline{1, 2}. \quad (4)$$

This inevitably means in turn

$$\ln h_1(a_1) - N \ln a_1 = \gamma - 1 = \ln h_2(a_2) - N \ln a_2. \quad (5)$$

From where

$$\ln h_1(a_1) - \ln h_2(a_2) = N(\ln a_1 - \ln a_2). \quad (6)$$

And

$$N = \frac{\ln h_1(a_1) - \ln h_2(a_2)}{\ln a_1 - \ln a_2}. \quad (7)$$

Thus, we have got a parallel result to the law of subjective conservatism if the values of parameters  $N$ ,  $a_1$ , and  $a_2$  are given.

In case as in work [8]:

$$h_1(a_1) = x\omega_1, \quad h_2(a_2) = x\omega_2, \quad (8)$$

where  $x$  is unknown, uncertain multiplier in type of the Lagrange one, we obtain with the help of the procedure considered through (2) – (8) the needed tribological process index (1).

Indeed, substituting equations (8) for their values into expression (7) it yields

$$N = \frac{\ln \frac{x\omega_1}{x\omega_2}}{\ln a_1 - \ln a_2}, \quad (9)$$

finally, from (9) it follows formula (1).

**Conclusions.** It is revealed a possibility of the hybrid combined relative pseudo-entropy application for the functional model at the consideration of the uncertainty of the speeds of tribological, kinetics reactions. Parameters of the problem need further investigation.

### References

1. Kindrachuk, M.V., Dushek, Yu.Ya., Luchka, M.V., Gladchenko, A.N. Evolution of the structure and properties of eutectic coatings during friction (1995) Poroshkovaya Metallurgiya, (5-6), pp. 104-110.
2. Kindrachuk M. Improvement of the quality of TiC-Co system plasma coating by laser treatment / M.Kindrachuk, A. Kryzhanovskiy, A. Shevchenko // "Aviation" – 2016, Volume 20 (4); pp. 155-159.
3. Duriagina, Z. Comparative Estimation of the Structure and Electrical Properties of Functional Layers Based on PbO–ZnO–B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Glass–Ceramic Sealant / Z. Duriagina, T. Kovbasyuk, M. Zagula-Yavorska, S. Bepalov, M. Drajewicz, K.Dychton, M. Kindrachuk // Powder Metallurgy and Metal Ceramics. – 2017. – № 55(9). – pp. 580-584.
4. Bogdanovych A.I. Estimation of kinetic characteristics and modification activation energy “ИХХ15” in aviation fuel “TC-1”. – Proceedings the fifth world congress “Aviation in the XXI-st century”, September 25-27, 2012, vol.1, Kyiv, Ukraine, pp. 1.1.1.-1.1.4.
5. Kasianov V. Subjective Entropy of Preferences, Subjective Analysis: Monograph / V. Kasianov. – Warsaw, Poland: Institute of Aviation Scientific Publications, 2013. – 644 p.
6. Jaynes E. T. On the rationale of maximum-entropy methods / E. T. Jaynes // Proceedings of the IEEE. – 1982. – Vol. 70. – pp. 939–952.
7. Goncharenko A. V. Measures for estimating transport vessels operators’ subjective preferences uncertainty // Scientific Bulletin of KSMA. – 2012. – № 1(6). – pp. 59-69.
8. Goncharenko A. V. Aeronautical engineering maintenance periodicity optimization with the help of subjective preferences distributions // Proceedings of NAU. 2017. – № 2. – pp. 51-56.
9. Goncharenko A. V. A concept of multi-optional optimality at modeling ideal gas isothermal processes // Electronics and Control Systems. – 2017. – № 2(52). – pp. 94-97.
10. Goncharenko A. V. One theoretical aspect of entropy paradigm application to the problems of tribology // Problems of Friction and Wear. – 2017. – № 1(74). – pp. 78-83.
11. Goncharenko A. V. Mathematical modeling of the ship’s main engine random operational process // Internal Combustion Engines. – 2012. – №2. – pp. 117-125.
12. Goncharenko A. V. Control of flight safety with the use of preferences functions / A. V. Goncharenko // Electronics and control systems. – 2013. – № 3(37). – pp. 113-119.
13. Goncharenko A. V. Aircraft maximal distance horizontal flights in the conceptual framework of subjective analysis // Proceedings of NAU. – 2013. № 4(57). – pp. 56-62.
14. Goncharenko A. V. Aeronautical and Aerospace Material and Structural Damages to Failures: Theoretical Concepts / A. V. Goncharenko // International Journal of Aerospace Engineering. – Volume 2018 (2018), Article ID 4126085, 7 pages; 2018. – pp. 1-7.
15. Goncharenko A. V. Multi-Optional Hybrid Effectiveness Functions Optimality Doctrine for Maintenance Purposes / A. V. Goncharenko // 14th IEEE International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET-2018). – February 20-24, 2018. – Lviv-Slavske, Ukraine, 2018. – pp. 771-775.
16. Goncharenko A. V. Symmetrical solution for a reliability problem within the multi-optional uncertainty degree evaluation doctrine / A. V. Goncharenko // Матеріали ХІV міжнародної науково-технічної конференції “АВІА-2019”. (23-25 квітня 2019 р., Київ). – К.: НАУ, 2019. – pp. 17.1-17.5.

17. Goncharenko A. V. Optimal optional-hybrid functions distribution for a reliability problem within the “multi-optionality” uncertainty degree evaluation doctrine / A. V. Goncharenko // Матеріали XIV міжнародної науково-технічної конференції “АВІА-2019”. (23-25 квітня 2019 р., Київ). – К.: НАУ, 2019. – pp. 17.6-17.10.

18. Goncharenko A. V. Applicability of the multi-optional uncertainty conditional optimality doctrine to the neuron firing model / A. V. Goncharenko // Матеріали XIV міжнародної науково-технічної конференції “АВІА-2019”. (23-25 квітня 2019 р., Київ). – К.: НАУ, 2019. – pp. 17.11-17.15.

19. Goncharenko A. V. Example applications of the algebra of logics to the decision making problems of the aircraft airworthiness support technologies (aviation legislation and operational documentation concern) / A. V. Goncharenko // Матеріали XIV міжнародної науково-технічної конференції “АВІА-2019”. (23-25 квітня 2019 р., Київ). – К.: НАУ, 2019. – pp. 17.16-17.20.

The paper was received by the editorial office on the 22.05.2019.

*А. В. ГОНЧАРЕНКО*

## **ВЕЛИЧИНА ПОРЯДКУ КІНЕТИЧНОЇ РЕАКЦІЇ ВИЗНАЧЕНА НА ОСНОВІ ДОКТРИНИ УМОВНОЇ ОПТИМАЛЬНОСТІ ДЛЯ ЕНТРОПІЇ БАГАТООПЦІЙНИХ ФУНКЦІЙ**

У наведеній роботі здійснено спробу запропонувати певні моделі, що підходять, процесів тертя та зношування, котрі могли би відбуватися в конструктивних елементах технічних виробів, які беруться до розгляду. Міра невизначеності у даному розгляді це є ентропія спеціальних гібридно-опційних функцій ефективності. Ентропія такого виду походить від принципу Джейнса, будучи адаптованою до принципу максимуму суб'єктивної ентропії, із імплементаційними можливостями до авіаційних галузей застосування, як це походить зі списку наведених посилань. Стаття розглядає теоретично можливість застосування доктрини умовної оптимізації ентропії багатООпційних гібридних функцій з метою відкриття обґрунтованої причини існування спеціальних гібридно-опційних функцій ефективності, а також причин оптимальності формули, що наводиться. Така формула, що вжита у якості моделі порядку кінетичної реакції як функції, або так звана залежність порядку трибологічного процесу як функції, отримується з урахуванням ступеня невизначеності певного типу гібридно-опційних функцій ефективності. За допомогою даного варіаційного принципу було показано оптимальність такого виду формули. Еволюція запропонованого у цій статті підходу, який є розвитком від суб'єктивного аналізу до оптимізаційної доктрини гібридних багатООпційних функцій, передбачає використання вказаних гібридних багатООпційних функцій, у якості об'єктивно існуючої характеристики певного явища, замість описаних суб'єктивно переважних, людиною, функцій, оскільки ніхто не обирає об'єктивно існуючої реальності. Даний підхід має значущість правдоподібного пояснення для таких явищ, обумовлених багатООпційністю.

**Ключові слова:** трибологія, тертя, зношування, оптимізація, ентропійна доктрина, багатООпційність, гібридна опційна функція, кінетична реакція, трибологічна реакція.

**Гончаренко Андрій Вікторович** – д-р техн. наук, професор, професор кафедри збереження льотної придатності авіаційної техніки, аерокосмічний факультет, Національний авіаційний університет, проспект Космонавта Комарова, 1, м. Київ-58, Україна, 03680, тел.: +380669550225, E-mail: [andygoncharenko@yahoo.com](mailto:andygoncharenko@yahoo.com).