

МІЖНАРОДНІ МУЛЬТИДИСЦИПЛІНАРНІ
НАУКОВІ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ

www.economy-confer.com.ua

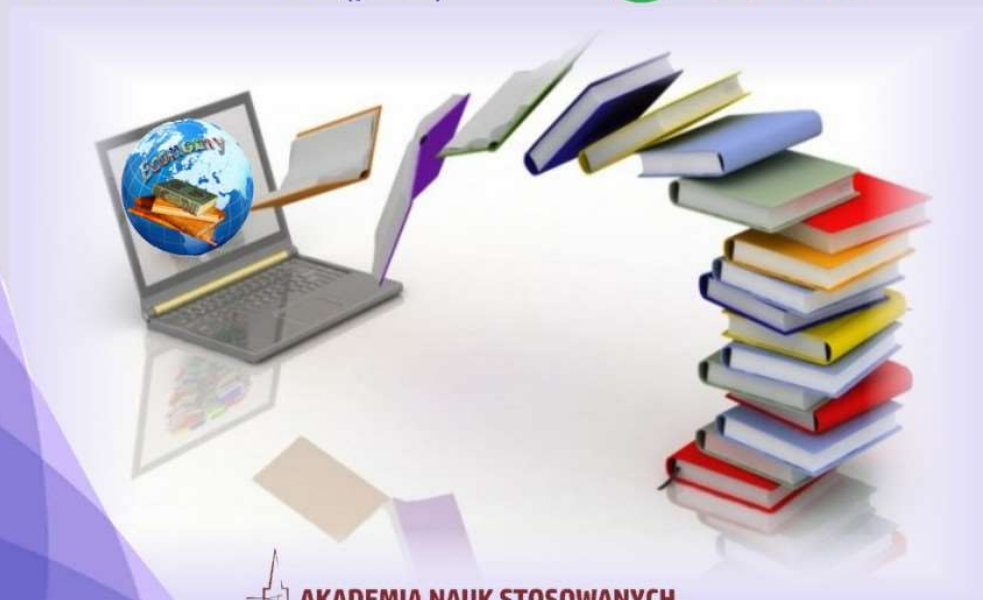
Світ наукових досліджень

Збірник наукових
публікацій міжнародної
мультидисциплінарної наукової
інтернет-конференції

Випуск 23

24-25 жовтня 2023 р.

ISSN 2786-6823 (print)



AKADEMIA NAUK STOSOWANYCH
WYŻSZA SZKOŁA ZARZĄDZANIA I ADMINISTRACJI
W OPOLU

Тернопіль, Україна – Ополе, Польща
2023

УДК 001 (063)

Світ наукових досліджень. Випуск 23: матеріали Міжнародної мультидисциплінарної наукової інтернет-конференції (м. Тернопіль, Україна, м. Ополе, Польща, 24-25 жовтня 2023 р.) / за ред. : О. Патряк та ін. ГО “Наукова спільнота”, WSZIA w Opolu. Тернопіль: ФО- П Шпак В.Б. 2023. 294 с.

Збірник наукових публікацій укладено за матеріалами доповідей наукової мультидисциплінарної інтернет-конференції «Світ наукових досліджень. Випуск 23», які оприлюднені на інтернет-сторінці www.economy-confer.com.ua

Оргкомітет

ГО Наукова спільнота:

Патряк Олександра Тарасівна, кандидат економічних наук, ЗУНУ;

Шевченко Анастасія Юрійівна, кандидат економічних наук, ТОВ «Школа для майбутнього»;

Яремко Оксана Михайлівна, кандидат юридичних наук, доцент, ЗУНУ;

Станько Ірина Ярославівна, кандидат юридичних наук, адвокат;

Назарчук Оксана Михайлівна, доктор філософії (Ph.D.), ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана»;

Гомотюк Оксана Євгенівна, доктор історичних наук, професор, ЗУНУ;

Біловус Леся Іванівна, доктор історичних наук, кандидат філологічних наук, професор, ЗУНУ;

Ребуха Лілія Зіновіївна, доктор педагогічних наук, кандидат психологічних наук, професор, Західноукраїнський національний університет;

Недошитко Ірина Романівна, кандидат історичних наук, доцент, ЗУНУ;

Стефанишин Олена Василівна, кандидат історичних наук, доцент, ЗУНУ;

Ухач Василь Зіновійович, кандидат історичних наук, доцент, ЗУНУ;

Яблонська Наталія Мирославівна, кандидат філологічних наук, старший викладач, ЗУНУ;

Савчук Надія Антонівна, кандидат психологічних наук, доцент, ЛНТУ;

Рудакевич Оксана Мирославівна, кандидат філософських наук, ЗУНУ;

Русенко Святослав Ярославович, аспірант, ТНПУ імені Володимира Гнатюка.

Адреса оргкомітету:

46005, Україна, м. Тернопіль, а/с 797

тел. +380977547363 e-mail: economy-confer@ukr.net

Оргкомітет конференції не завжди поділяє думку учасників. В збірнику максимально точно збережена орфографія і пунктуація, які були запропоновані учасниками. Повну відповідальність за достовірність несуть учасники, їх наукові керівники та рецензенти.

Всі права захищені. При будь-якому використанні матеріалів конференції посилання на джерело є обов'язковим. Усі роботи ліцензуються відповідно до Creative Commons Attribution 4.0 International License

ISSN 2786-6823 (print)

© ГО “Наукова спільнота” 2023

© Автори статей 2023



MODELING OF ENGINE WITH PERIODIC WORKFLOW USING DIMENSIONLESS SIMILARITY CRITERIA AND PISTON ANALOGY METHOD

Alexander Khrulev

PhD, Senior researcher, International Motor Bureau

ORCID: 0000-0002-6841-9225

Науковий керівник: Сараєв Олексій Вікторович

доктор технічних наук, професор

Internet address of the article on the web-site:

<http://www.economy-confer.com.ua/full-article/4861/>

The field of engines with periodic workflow includes several different types of engines. We can first note the internal combustion engines, Stirling engines (external combustion) and among them, one of the famous types of engines is the pulse jet engine (Fig. 1). Research has shown that, due to the low cycle pressure, pulse jet is inferior to other types of engines in terms of specific parameters. But this engine can be useful for exploring various processes that are similar to all other periodic workflow engines.

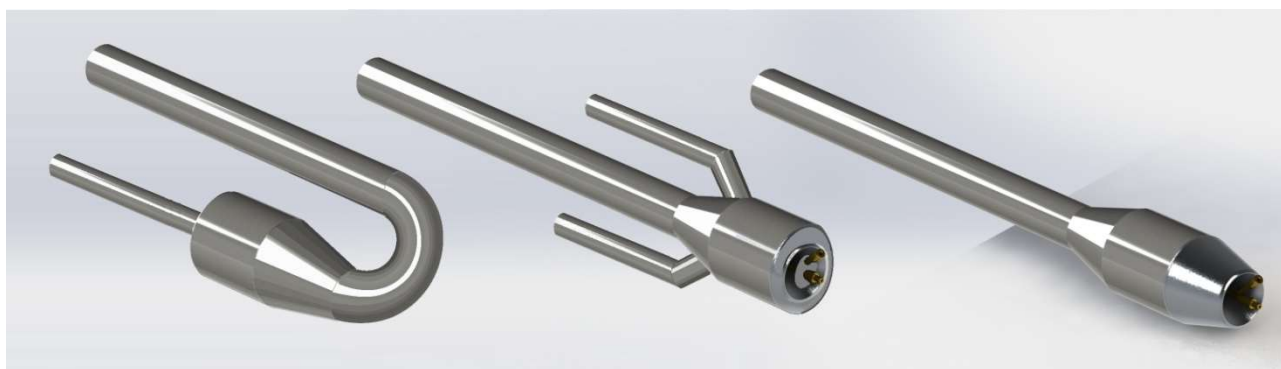


Fig. 1. Valved (right) and valveless (center and left) pulsejet engines.

The reason was the pulsejet's advantages have not disappeared anywhere, this is the utmost simplicity and accessibility, extremely low cost and reliability due to the absence of rotating parts. It is precisely because of the understandable advantages that interest in this engine type still exists, as evidenced by ongoing research, the number of publications on this topic.

At the same time, despite certain successes in research, the theoretical models traditionally used in the calculations, have drawbacks. So, not all of them are clear enough and allow applying the results obtained to engines of different dimension. But most importantly, in some cases, it is difficult to verify theoretically the stability of the pulsating cycle for a given engine geometry.

For this reason, in the study, a simple piston analogy method (or gas piston method, see Fig. 2) was chosen and applied to a simple valved pulsejet engine to obtain general patterns.

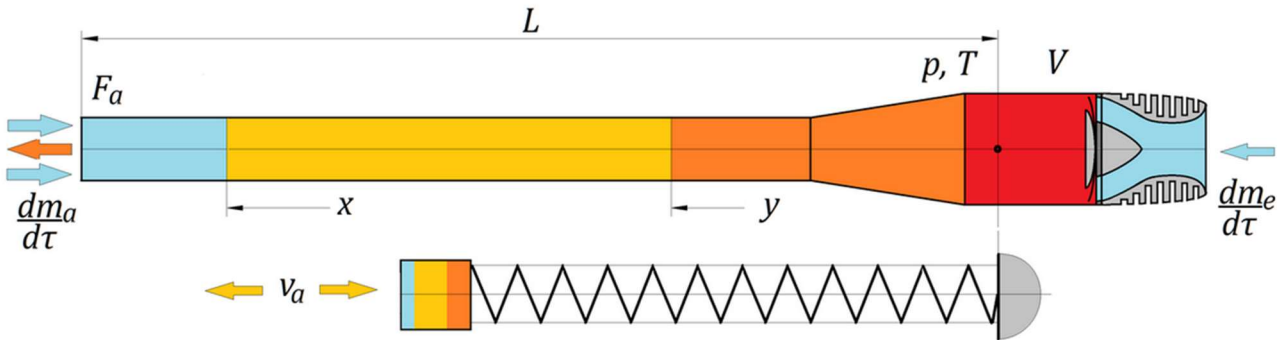


Fig. 2. The "piston" (mechanical) analogy adopted for the model.

The essence of the method is that the engine combustion chamber is represented in a zero-dimensional formulation in the same way as it is done in the thermodynamic description of the in-cylinder process of an internal combustion engine, that is, with instantaneous gas parameters uniformly distributed by the volume. The gas flow in the resonance tube in the 1st approximation is considered as an oscillatory motion of the gas column. In other words, the engine is not represented as a pipe (as in the usual methods), but as a Helmholtz resonator or a mechanical oscillatory system.

These assumptions make it possible to compose a mathematical model from continuity, momentum and energy equations. This is a system (1) of the 1st order differential equations, for the instantaneous gas parameters (as functions of time τ): pressure p_τ , temperature T_τ in the combustion chamber and gas velocity in the resonance pipe v_a , taking into account the formed flow zones:

$$\begin{cases} \frac{dT_\tau}{d\tau} = \varphi_1(T_\tau, p_\tau, v_a, \tau, V, L, F_a \dots) \\ \frac{dp_\tau}{d\tau} = \varphi_2(T_\tau, p_\tau, v_a, \tau, V, L, F_a \dots) \\ \frac{dv_a}{d\tau} = \varphi_3(T_\tau, p_\tau, v_a, \tau, V, L, F_a \dots) \end{cases} \quad (1) \quad \begin{cases} T = \psi_1(\Lambda, \Phi, \dots) \\ TSFC = \psi_2(\Lambda, \Phi, \dots) \\ f = \psi_3(\Lambda, \Phi, \dots) \end{cases} \quad (2)$$

Numerical solution of the system (1) with initial conditions makes it possible to obtain not only various parameters, but also to check the absence of geometric errors and the engine performance. The main condition is that 6-8 cycles after the start-up cycle, a stable operating cycle of auto-oscillations should be obtained, when the differences in the parameters of each subsequent cycle from the previous one do not exceed 1% (Fig. 3).

When developing the model, it was also found that if the derivation of the calculation equations is performed using dimensionless variables (relative to atmospheric pressure p_0 , temperature T_0 , sound speed a_0 , etc.), some previously unknown regularities can be revealed. As a result, dimensionless similarity criteria for the pulsejet engine were obtained, including the complex parameter $\Lambda = F_a L / V$

(relative pipe volume) and the area factor $\Phi = F_e/F_a$ (relative inlet area). The obtained criterion dependencies (2) were tested against the data of the known engines and gave satisfactory convergence in the wide range of their sizes in terms of dimensionless thrust T and cycle frequency f , specific fuel consumption $TSFC$ (Fig. 3).

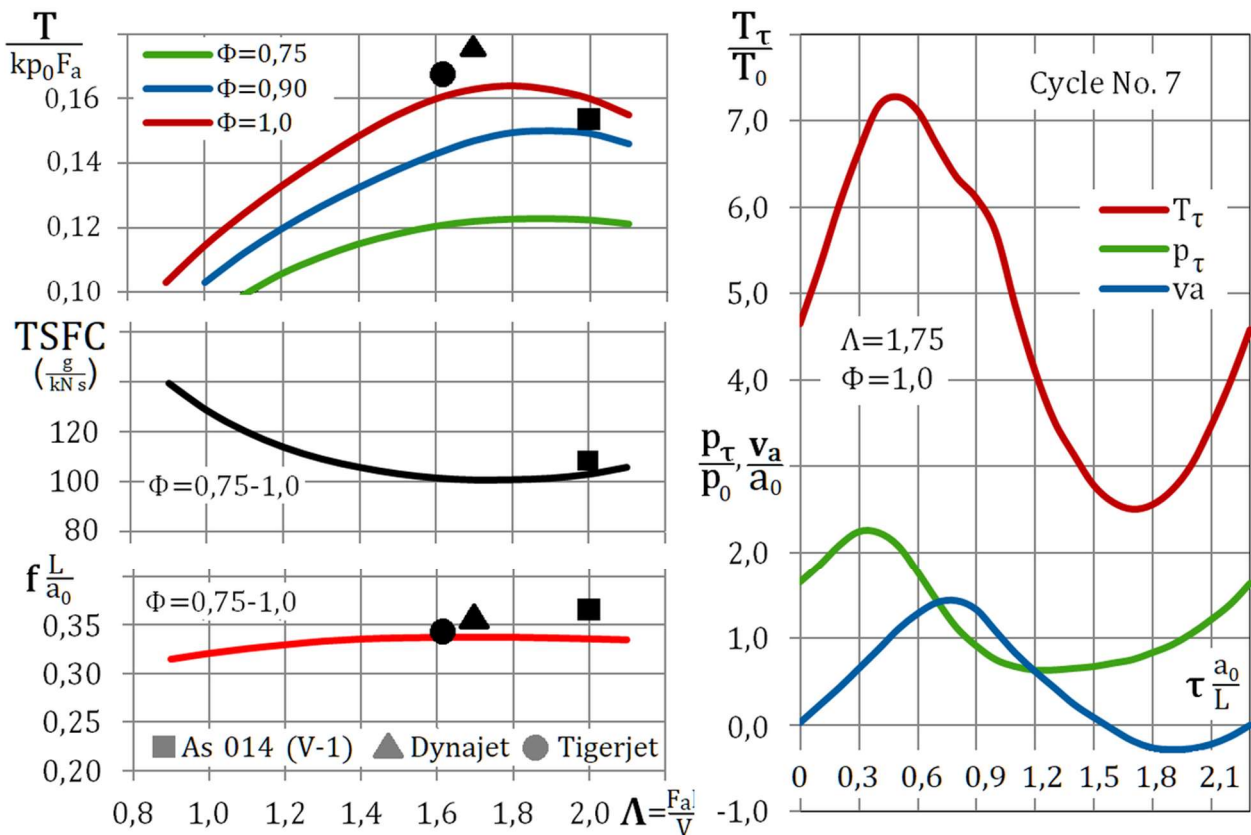


Fig. 3. Calculation results: instantaneous values of gas dimensionless parameters in cycle (right) and criterion dependence for the integral cycle parameters (left)

Thus, the calculation results show that, in contrast to well-known models, the proposed method for calculating pulse jet engines based on criterion dependencies and piston analogy has a fairly high accuracy in the widest range of parameters. That means the proposed method has prospects for further research and development.

References:

1. Khrulev A., Saraieva I., Vorobiov O., Sokhin A. Evaluation of the possibility of using mathematical models for expert research of car engine damage. Vehicle and electronics. Innovative technologies, Vol. 21, 2022, pp. 79-86. DOI: <https://doi.org/10.30977/VEIT.2022.21.0.06>
2. Ismail R.S., Jailani A., Muhammad A.H. Kadenancy Effect, Acoustical Resonance Effect Valveless Pulse Jet Engine. 3rd Electronic and Green Materials International Conference, 2017 (EGM 2017). AIP Conf. Proc., 1885, pp. 020036-1–020036-8; DOI: <https://doi.org/10.1063/1.5002230>.

3. Van Heerbeek P. A. Mathematical Modelling of a Pulse Combustor of the Helmholtz-type. A thesis submitted to the Delft Institute of Applied Mathematics for the degree Master of Science in Applied Mathematics. Delft, 2008. 146 p.
4. Anand V., Jodele J., Gutmark E., Prisell E., Lyrsell O. Dynamic Features of Internal and External Flowfields of Pulsejet Engines. AIAAJ Aeronautics and Astronautics, 2020. Volume 58, Number 10. 8 p. DOI: <https://doi.org/10.2514/1.J059685>.

JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF THE JET FEEDER

Andrii Bondarenko

*Doctor of Engineering Sciences D.Sc., professor,
Dnipro University of Technology*

Danylo Bukhynyk

student, Dnipro University of Technology

Internet address of the article on the web-site:

<http://www.economy-confer.com.ua/full-article/4848/>

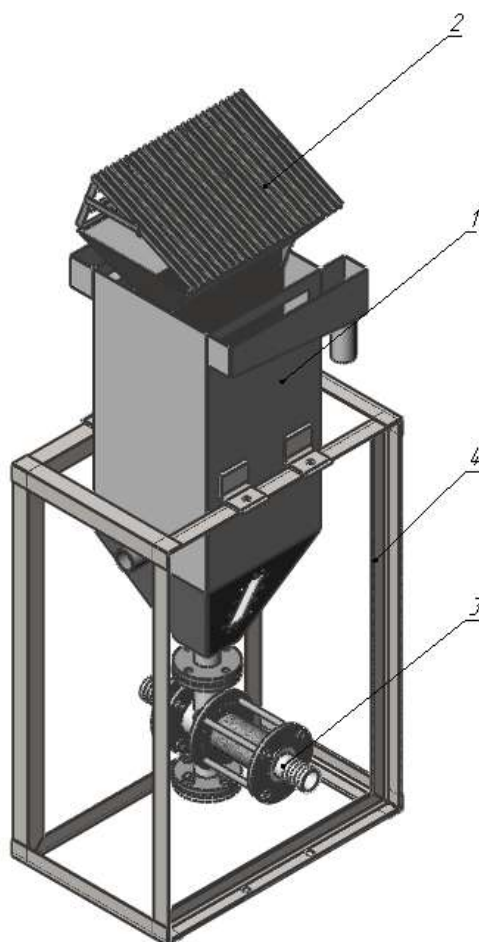


Fig. Jet feeder

The jet feeder is a stationary unit (Figure) designed for desliming or hydraulic classification of granular materials by density and their transportation as part of the slurry under the influence of a jet stream. The jet feeder consists of a vertical deslimer 1, which provides desliming, i.e. cleaning of granular material from dusty, clay, fine silt particles; raw material preparation hopper 2, which is designed to form the flow of raw materials to the vertical deslimer, cleaning the granular material from large granular particles, this prevents contamination of the granular material fed to the vertical deslimer; The jet pump 3 is used for further transportation of granular material purified from dusty, clay, fine muddy parts of the sand slurry to the next stages of processing or beneficiation of raw materials; support frame 4 supports the specified devices at a certain installation height.

The jet feeder works according to the following principle. Dry or wet raw materials are fed into the raw material preparation hopper. The mineral granular raw material in