

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА АВТОМАТИКИ АПВ НААН
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



**ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**

*XI Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди
117-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора,
віцепрезидента УАСГН
КРАМАРОВА
Володимира Савовича
(1906-1987)*

«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

*22-23 лютого 2024 року
м. Київ*

УДК 631.17+62-52-631.3

Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 117-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 22-23 лют. 2024 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2024. 505 с.

Proceedings of the XI International Scientific and Technical Conference dedicated to the 117th anniversary of the birth of Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice President of the UAAS Kramarov Volodymyr Savovych (1906–1987), February 22–23, 2024, Kyiv / MES of Ukraine, National University of Life And Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv: Publishing center of NULES of Ukraine, 2024. 505 p.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів та студентів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок.

The Proceedings presents abstracts of reports of scientific and pedagogical workers, research staff, graduate students and students of the NULES of Ukraine, leading domestic and foreign higher educational institutions and scientific institutions, in which completed stages of development are considered.

УДК 631.001.04

ВИЗНАЧЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ ТИСКУ І ДИСИПАЦІЇ ЕНЕРГІЇ РІДИНИ В ІНЖЕКТОРІ ГІДРОСИСТЕМ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА

Д. В. ЗАДОРЖНЮК, аспірант
 Національний університет біоресурсів і природокористування України
 E-mail: dimitrio380@gmail.com

Застосуємо підхід Лагранжа до розрахунку динаміки одновимірного руху нестискуваних рідких середовищ з рухомими межами в каналах гідравлічних магістралей зі струминними апаратами гідросистем зернозбирального комбайна (рис. 1). У якості прикладу розглянемо інжектор у каналах з рухомими межами [1].

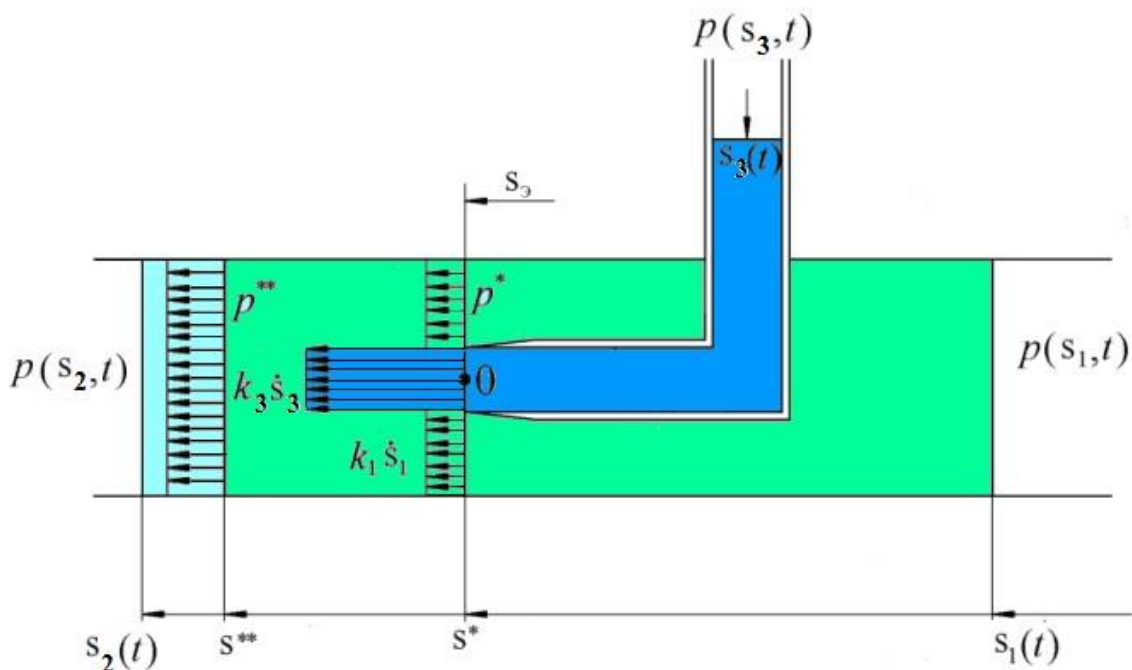


Рис. 1. Розрахункова схема інжектора в каналі з робочою рідиною, що має рухливі межі.

Для ділянки камери змішення інжектора запишемо співвідношення [2], які визначають закон про зміну кількості руху рідини [3] і закон про зміну її кінетичної енергії [4]. При цьому будемо вважати, що швидкості частинок потоків пасивного та активного рідин на ділянці камери змішення інжектора від перерізу s^* до перерізу s^{**} не змінюються [5]. Перерозподіл ж швидкостей рідини (змішування потоків) відбувається в площині живого перерізу каналу з координатою s^{**} (рис. 1). Будемо нехтувати також на цій ділянці масовими

силами, вважаючи довжину камери змішення інжектора нескінченно малою [6]. У зв'язку з цим перейдемо до межі при $s^* \rightarrow s^{**}$ у співвідношеннях, що визначають закони про зміну кількості руху рідини та її кінетичної енергії.

Після зазначеного граничного переходу ці закони можуть бути представлені у вигляді рівності, відповідно:

$$\rho[\sigma_{KC}k_2^2\dot{s}_2^2 - \sigma_Ck_3^2\dot{s}_3^2 - (\sigma_{KC} - \sigma_C)k_1^2\dot{s}_1^2] = (p^* - p^{**})\sigma_{KC} \quad (1)$$

$$\frac{1}{2}\rho[\sigma_{KC}k_2^3\dot{s}_2^3 - \sigma_Ck_3^3\dot{s}_3^3 - (\sigma_{KC} - \sigma_C)k_1^3\dot{s}_1^3] \\ = p^*[(\sigma_{KC} - \sigma_C)k_1\dot{s}_1 + \sigma_Ck_3\dot{s}_3]p^{**}\sigma_{KC}k_2\dot{s}_2 - \dot{D}(t). \quad (2)$$

Тут:

$$k_1 = \frac{\sigma(s_1)}{\sigma_{KC} - \sigma_C}, k_2 = \frac{\sigma(s_2)}{\sigma_{KC}}, k_3 = \frac{\sigma(s_3)}{\sigma_C}, v(s^*, r, t) = k_1\dot{s}_1, \quad r_c \leq r \leq r_{KC}, \\ v(s^{**}, r, t) = k_2\dot{s}_2, \quad 0 \leq r \leq r_{KC}, \quad v(s^*, r, t) = k_3\dot{s}_3, \quad 0 \leq r \leq r_c,$$

З рівняння (1) отримаємо величину $\Delta p_{\text{ІНЖ}}$ підвищення тиску рідини в інжекторі:

$$\Delta p_{\text{ІНЖ}} = p^{**} - p^* = \rho \frac{1}{\sigma_{KC}} [\sigma_Ck_3^2\dot{s}_3^2 + (\sigma_{KC} - \sigma_C)k_1^2\dot{s}_1^2 - \sigma_{KC}k_2^2\dot{s}_2^2] \quad (3)$$

Покажемо, що за допомогою рівнянь (4.4) і (4.5) можна визначити величину $\dot{D}(t)$ швидкості дисипації енергії рідини в камері інжектора. Її значення необхідно для оцінки втрат енергії рідини в камері змішання інжектора на різних режимах його роботи.

Легко бачити, що співвідношення:

$$p^*[(\sigma_{KC} - \sigma_C)k_1\dot{s}_1 + \sigma_Ck_3\dot{s}_3] - p^{**}\sigma_{KC}k_2\dot{s}_2,$$

розташоване в правій частині рівності (4.5), може бути представлено у вигляді:

$$p^*[(\sigma_{KC} - \sigma_C)k_1\dot{s}_1 + \sigma_Ck_3\dot{s}_3] - p^{**}\sigma_{KC}k_2\dot{s}_2 = (p^* - p^{**})Q \quad (4)$$

Тут Q - об'ємна витрата рідини в каналі на виході з інжектора, який можна визначити за допомогою рівності:

$$Q = \sigma_{KC}k_2\dot{s}_2$$

Якщо обидві частини рівності (4.4) помножити на величину:

$$k_2\dot{s}_2,$$

то рівності (1) і (2) з урахуванням рівності (4) можуть бути записані у вигляді, відповідно:

$$\rho k_2\dot{s}_2[\sigma_{KC}k_2^2\dot{s}_2^2 - (\sigma_{KC} - \sigma_C)k_1^2\dot{s}_1^2] \\ = (p^* - p^{**})Q \frac{1}{2}\rho[\sigma_{KC}k_2^3\dot{s}_2^3 - \sigma_Ck_3^3\dot{s}_3^3 - (\sigma_{KC} - \sigma_C)k_1^3\dot{s}_1^3] \\ = (p^* - p^{**})Q - \dot{D}(t).$$

Віднімаючи з першої рівності другу, отримаємо, що:

$$\dot{D}(t) = \rho[\sigma_{KC}k_2^2\dot{s}_2^2 - \sigma_Ck_3^2\dot{s}_3^2 - (\sigma_{KC} - \sigma_C)k_1^2\dot{s}_1^2] \cdot k_2\dot{s}_2 - \frac{1}{2}\rho[\sigma_{KC}k_2^3\dot{s}_2^3 - \sigma_Ck_3^3\dot{s}_3^3 - (\sigma_{KC} - \sigma_C)k_1^3\dot{s}_1^3] \quad (5)$$

Враховуючи закон збереження маси середовища для каналів з інжектором у вигляді:

$$\dot{s}_1\sigma(s_1) + \dot{s}_3\sigma(s_3) = \dot{s}_2\sigma(s_2), \quad (6)$$

можна отримати рівність:

$$\ddot{s}_1 \sigma(s_1) + \ddot{s}_3 \sigma(s_3) = \ddot{s}_2 \sigma(s_2), \quad (7)$$

Використовуючи рівності (1) - (3), а також рівності (5) - (7) можна звести поставлену задачу до вирішення системи двох звичайних диференціальних нелінійних рівнянь другого порядку, дозволених щодо старших похідних:

$$\begin{aligned} \ddot{s}_1 &= f_1(s_1, \dot{s}_1, s_2, \dot{s}_2, t) \\ \ddot{s}_2 &= f_2(s_1, \dot{s}_1, s_2, \dot{s}_2, t) \end{aligned} \quad (8)$$

з початковими умовами:

$$\begin{aligned} t &= t_0, \quad s_1 = s_{1,0}, \quad \dot{s}_2 = \dot{s}_{2,0}, \\ s_2 &= s_{2,0}, \quad \dot{s}_2 = \dot{s}_{2,0} \end{aligned} \quad (9)$$

Розроблені тут елементарні основи теорії і метод розрахунку нестационарних процесів одновимірного руху нестискуваних рідких середовищ з рухомими межами в каналах гідравлічних магістралей гідросистем зернозбирального комбайна зі струминними елементами і апаратами будуть використані при моделюванні динамічних режимів роботи ресурсо- та енергозберігаючих систем гідравлічних приводів гідросистем зернозбирального комбайна у важких умовах їх експлуатації.

Список використаних джерел

1. Nazarenko I., Dedov O., Bernyk I., Rogovskii I., Bondarenko A., Zapryvoda A., Titova L. Study of stability of modes and parameters of motion of vibrating machines for technological purpose. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 6(7–108). P. 71-79. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.217747>.
2. Nazarenko I., Mishchuk Y., Mishchuk D., Ruchynskiy M., Rogovskii I., Mikhailova L., Titova L., Berezovyi M., Shatrov R. Determination of energy characteristics of material destruction in the crushing chamber of the vibration crusher. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 4(7(112)). P. 41-49. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239292>.
3. Rogovskii I., Titova L., Sivak I., Berezova L., Vyhovskiy A. Technological effectiveness of tillage unit with working bodies of parquet type in technologies of cultivation of grain crops. *Engineering for Rural Development*. 2022. Vol. 21. P. 884-890. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2022.21.TF279>.
4. Rogovskii I., Titova L., Novitskii A., Rebenko V. Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. *Engineering for Rural Development*. 2019. Vol. 18. P. 291-298. <https://doi.org/10.22616/ERDev2019.18.N451>.
5. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 1. P. 137-146. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.01.137>.
6. Rogovskii I. L. Analyticality of complex criteria for estimating grain production in agricultural enterprises by intensification of engineering management. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 129-138. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.04.129>.