

# ІДЕАЛІЗОВАНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ ТИСКУ В ПРОЦЕСІ ЕКСТРУЗІЇ РОБОЧОГО ТІЛА ШНЕКОМ

Вінницький національний технічний університет

## **Анотація**

*Під час екструзії робочого тіла виникають ряд факторів, що впливають на основні параметри, якими характеризують умови експлуатації шнеку. До таких параметрів належить тиск, дослідження зміни тиску дозволяє прослідкувати перебіг процесу зношування. Для отримання загального уявлення даного процесу пропонується розглянути ідеалізовану математичну модель.*

**Ключові слова:** шнек, математична модель, тиск, екструзія.

## **Abstract**

*During extrusion working body there are several factors that influence the basic parameters that characterize the operating conditions of the screw. These parameters belong pressure, pressure change research allows to see the progress of wear. For an overview of this process is invited to consider an idealized mathematical model.*

**Keywords:** screw, mathematical model, pressure; extrusion.

## **Вступ**

Під час екструзії робочого тіла виникають ряд факторів, що впливають на основні параметри, якими характеризують умови експлуатації шнеку. До таких параметрів належить тиск. Дослідження зміни тиску дозволяє прослідкувати перебіг процесу зношування. Для отримання загального уявлення даного процесу пропонується розглянути ідеалізовану математичну модель, яка визначає змінну тиску за наявності зношування.

Тому метою цієї роботи є створення ідеалізованої моделі, яка визначає залежність тиску при наявності зношування в умовах екструзії робочого тіла шнеком.

## **Результати дослідження**

Приймаємо до уваги вихідні умови: зношування відбувається у кінці шнеку – у місці виходу робочого тіла; результатом зношування є утворення зазору, де часточки робочого тіла утворюють по суті клин.

На початку задаємося рядом припущень: рух робочого тіла можна розглядати як рух окремих складових масою  $dm$ , які рухаються по гвинтовій лінії; прискорення таких складових рівні; наявність початкового тиску  $P_0$  і зазору  $h_0$  у місці зношування шнеку; густина робочого тіла стала і приймається як середнє –  $\rho_{\text{сер}}$ ; тиск в утвореному клині залежить від об'єму зазору  $V$  прямо пропорційно від коефіцієнта  $\varepsilon$ , який повинен визначатися експериментально.

Розглянемо рівняння гвинтової лінії у параметричній формі:

$$x = R \cos \omega t, \quad y = R \sin \omega t, \quad z = vt, \quad (1)$$

де:

$\omega$  – кутова швидкість шнеку;

$v$  – швидкість уздовж осі OZ;

$t$  – параметр, що відповідає часу;

$R$  – радіус шнеку.

Знаходимо прискорення  $a$  на гвинтовій лінії, прийнявши, що радіус – вектор

$$r(t) = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k} :$$

$$a = \sqrt{\left(\frac{d^2x}{dt^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2y}{dt^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2z}{dt^2}\right)^2} = w^2 R. \quad (2)$$

Визначимо силу окремої складової робочого тіла:

$$dF = a \cdot dm = w^2 R \cdot \rho_{cep} \cdot dS \cdot dh. \quad (3)$$

Визначимо відповідний тиск з урахуванням формули (3):

$$dP = \frac{dF}{dS} = w^2 R \cdot \rho_{cep} \cdot dh. \quad (4)$$

Тиск утвореного клину визначається так:

$$P = V \cdot \varepsilon. \quad (5)$$

Тоді повний тиск  $P'$  має наступний вигляд:

$$P' = P + dP. \quad (6)$$

Складемо наступне співвідношення за (4), (5) та (6) та розв'яжемо диференціальне рівняння:

$$\frac{P + dP}{P} = \frac{V \cdot \varepsilon + w^2 R \cdot \rho_{cep} \cdot dh}{V \cdot \varepsilon};$$

$$1 + \frac{dP}{P} = 1 + \frac{w^2 R \cdot \rho_{cep} \cdot dh}{V \cdot \varepsilon};$$

$$\int_{P_0}^P \frac{dP}{P} = \int_{h_0}^h \frac{w^2 R \cdot \rho_{cep} \cdot dh}{V \cdot \varepsilon} \Rightarrow$$

$$P = P_0 \cdot e^{\frac{w^2 R \cdot \rho_{cep} \cdot \Delta h}{V \cdot \varepsilon}}.$$

Визначено рівняння ідеалізованої системи, яке визначає характер зміни тиску клину зазору, утвореного часточками робочого тіла. Останнє рівняння (залежність) зручніше подати у вигляді ( $D$  – діаметр шнеку):

$$P = P_0 \cdot e^{\frac{w^2 \cdot D \cdot \rho_{cep} \cdot \Delta h}{2 \cdot V \cdot \varepsilon}}.$$

### Висновки

Таким чином, за наявності накладених умов та припущень, було отримано рівняння ідеалізованої моделі формування тиску в процесі екструзії робочого тіла шнеком за наявності зношування. Дане рівняння встановлює експоненціальний зв'язок між початковими значеннями тиску та кінцевими.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мышкис А. Д. Элементы теории математических моделей - 3-е изд. / А.Д. Мышкис // испр. — М.: КомКнига, 2007. — 192 с ISBN 978-5-484-00953-4

**Савуляк Валерій Іванович** – професор, завідувач кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет e-mail: [ysavulyak@gmail.com](mailto:ysavulyak@gmail.com), тел. 0372598192, Україна, 21021, м. Вінниця, вул. Воїнів Інтернаціоналістів, 3/311.

**Хоменко Олександр** – студент групи ЗВ-14, кафедри технології підвищення зносостійкості, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [homenko.1996@ukr.net](mailto:homenko.1996@ukr.net)

**Savulyak Valeiy Ivanovuch** – professor, head of technology increasing durability, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [ysavulyak@gmail.com](mailto:ysavulyak@gmail.com), tel. 0372598192, Ukraine, 21021, Vinnytsya, V. Internacionalistiv str., 3/311.

**Alexander Khomenko** - student of ZV-14, Department of Engineering and improve durability, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [homenko.1996@ukr.net](mailto:homenko.1996@ukr.net)