

**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ОСНОВНИХ
ПАРАМЕТРІВ ЗМАЩУВАЧІВ АЕРОЗОЛЬНОГО ТИПУ**

**MATHEMATICAL MODEL FOR CALCULATION OF MAIN
PARAMETERS OF AEROSOL TYPE MIXERS**

Докт. техн. наук С.В. Воронін¹, Б.С. Асадов¹

¹Український державний університет залізничного транспорту

S.V. Voronin¹, D.Sc.(Tech.), B.S. Asadov¹

¹Ukrainian State University of Railway Transport

При побудові математичної моделі слід розглянути рух краплі мастила, нанесеного на поверхню тертя аерозольним способом. Рівняння руху краплі по похилій площині визначимо з аналізу сил, що діють на краплю. Стікання краплі відбувається тоді, коли відривається задній край кромки краплі. Для цього потрібно вчинити роботу, рівну гравітаційній силі. У зв'язку із цим можна записати наступне рівняння:

$$mg \sin \alpha = F_a + F_m, \quad (1)$$

де F_a – сила адгезії [1], Н; F_m – сила в'язкого тертя [2], Н m – маса краплі, кг:

$$m = V_k \rho, \quad (2)$$

$$V_k = \frac{\pi d^3}{6}, \quad (3)$$

де d – діаметр краплі, м; ρ – щільність мастильного матеріалу, кг/м³; α – кут нахилу поверхні тертя до горизонту, град.

Таким чином, умова відсутності відриву краплі буде визначатися виразом:

$$m \leq \frac{F_a + F_m}{g \cdot \sin \alpha}. \quad (4)$$

Сила адгезії визначається по відомій формулі [1], де периметр змочування

$$L = \pi d_k, \quad (5)$$

де d_k – діаметр площі контакту краплі з поверхнею, м.

Діаметр площі контакту краплі з урахуванням її розтікання визначається по емпіричній залежності [3]:

$$d_k = d \cdot \left(\frac{\delta}{d}\right)^{0,204} \cdot \left(\frac{v^2 \cdot \rho \cdot d}{\sigma}\right)^{0,227-0,186\frac{\delta}{d}}, \quad (6)$$

де δ – товщина уловлювального шару, м; v – швидкість краплі при зіткненні з поверхнею, м/с.

Швидкість краплі для пневматичної форсунки можна приблизно прийняти рівній швидкості повітряного потоку v_e , тоді:

$$v = v_e = \frac{4Q_e}{\pi d_e^2}, \quad (7)$$

де Q_e – подача повітря, м³/м; d_e – діаметр повітряного отвору форсунки, м.

З урахуванням залежностей (1), (3) – (7) умова відсутності скочування (4) прийме наступний вигляд:

$$m \leq \frac{\pi d \left(\frac{h_{\min}}{d} \right)^{0,204} \cdot \left(\frac{\left(\frac{4Q_6}{\pi d_e^2} \right)^2 \rho d}{\sigma} \right)^{0,227-0,186 \frac{h_{\min}}{d}} \cdot \left(\sigma(1 + \cos \Theta) + \frac{\pi^2 \mu d^3}{2h^2} \cdot v_c \right)}{g \cdot \sin \alpha} \quad (9)$$

Отримана залежність (9) уявляє собою математичну модель процесу нанесення та утримання краплі мастильного матеріалу на похилій поверхні тертя. Вона пов'язує між собою мінімальну необхідну товщину h_{\min} , товщину краплі, що не стікає, h , фізико-хімічні властивості мастильного матеріалу – σ , μ та параметри подачі повітря – Q_6 , d_6 . Така модель може бути використана при проектуванні змащувачів аерозольного типу.

При виконанні розрахунків приймаємо наступні вихідні дані: подача повітря, $Q_6 = 0 \dots 7 \times 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$; товщина уловлювального шару, $\delta = h_{\min} = 10^{-5} \text{ м}$; – діаметр повітряного отвору форсунки, $d_6 = 1,5 \times 10^{-3} \text{ м}$; щільність мастила, $\rho = 880 \text{ кг}/\text{м}^3$; коефіцієнт поверхневого натягу, $\sigma = 25,5 \times 10^{-3} \text{ Дж}/\text{м}^2$; крайовий кут змочування, $\Theta = 22 \text{ град}$; динамічна в'язкість рідини, $\mu = 0,1 \text{ Па}\cdot\text{с}$; середня швидкість скочування краплі, $v_c = 0,05 \text{ м}/\text{с}$; кут нахилу поверхні тертя до горизонту, $\alpha = 80 \text{ град}$. Результати розрахунків умови скочування краплі з поверхні тертя та граничної товщини краплі, як функції подачі повітря представлені на рис. 1 та рис. 2.

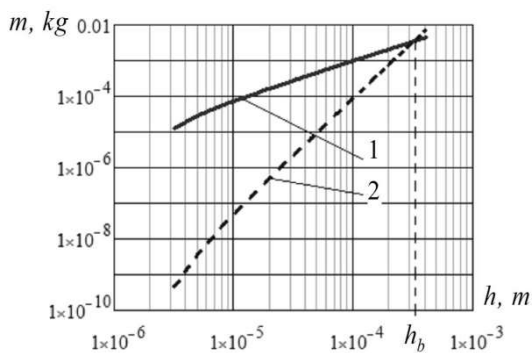


Рис. 1. Методика графічного визначення граничної товщини краплі

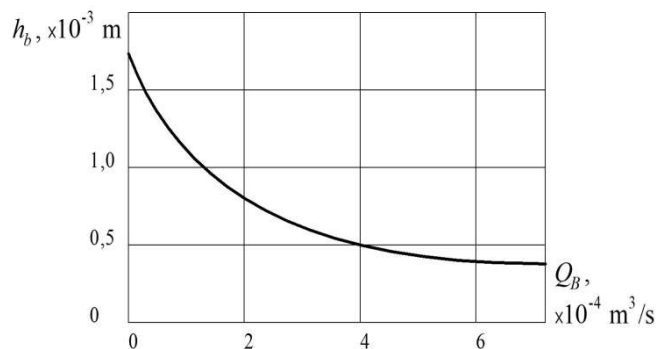


Рис. 2. Залежність граничної товщини нанесеної краплі від подачі повітря

При реалізації аерозольного змащування регулювання товщини мастильного шару нанесеного на поверхню однією дозою може виконуватись за рахунок зміни подачі стисненого повітря і діаметру отвору форсунки. Також необхідно враховувати в'язкість матеріалу та шорсткість поверхні тертя, що змазується.

[1] Зимон А.Д. Адгезия жидкости и смачивание. – М., «Химия», 1974. – 416с.

[2] Кочин Н.Е. Теоретическая гидромеханика. Ч.1 / Н.Е. Кочин, И.А. Кибель, Н.В. Розе; под ред. И.А. Кибеля. – Изд. 5-е, испр. и доп. – М. : Гос. изд-во технико-теорет. лит., 1955. – 560 с.

[3] Витман Л.А. Распыливание жидкости форсунками / Л.А. Витман, Б.Д. Кацнельсон, И.И. Палеев. – М.: Госэнергоиздат, 1962. – 265 с.