

УДК 628.862.3

Д.Л. Серілко

Національний університет водного господарства та природокористування, Україна

## ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТИСКУ В ЗАБІРНІЙ ЧАСТИНІ ВЕРТИКАЛЬНОГО ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА

D.L. Serilko

### ABOUT DETERMINATION OF PRESSURE IN THE INTAKE PART OF VERTICAL HELICAL CONVEYOR

Згідно з дослідженнями Александра Л.М. обов'язковою умовою нормальної роботи гвинтового конвеєра є створення надлишкового тиску в зоні завантаження [1].

Розглянемо швидкохідний вертикальний гвинтовий конвеєр, переріз гвинтового каналу якого має вигляд (рис.1). Будемо вважати що сипкий матеріал під дією відцентрових сил рухається в каналі шириною  $H = R_1 - R_0$  [2].

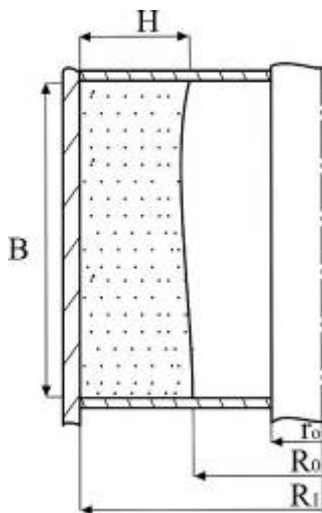


Рисунок 1. Переріз гвинтового каналу швидкохідного вертикального гвинтового конвеєра

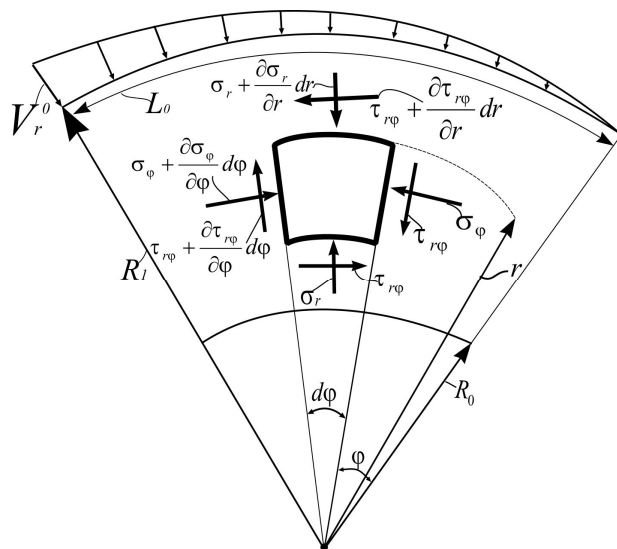


Рисунок 2. Плоска модель руху сипкого середовища в гвинтовому каналі

Надалі будемо розглядати рух матеріалу в „умовному” каналі гвинта, радіус вала якого рівний  $R_0 \approx 0,5R_1$ . При цьому звичайно відсутня сила тертя між матеріалом і валом шнека, а також тиск вала на поверхню шнека.

Оскільки  $H/B \ll 1$ ,  $H = R_1 - R_0$ ,  $B \approx 2R_1$ , то можна розглянути плоску модель руху сипкого середовища в гвинтовому каналі (рис. 2).

Рівняння руху ( в полярній системі координат) [3] матимуть вигляд:

$$\rho \left( V_r \frac{\partial V_r}{\partial r} + V_\varphi \frac{1}{r} \frac{\partial V_r}{\partial \varphi} - \frac{V_\varphi^2}{r} \right) = \frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \tau_{r\varphi}}{\partial \varphi} + \frac{\sigma_r - \sigma_\varphi}{r} + \rho F_r; \quad (1)$$

$$\rho \left( V_r \frac{\partial V_\varphi}{\partial r} + V_\varphi \frac{1}{r} \frac{\partial V_\varphi}{\partial \varphi} - \frac{V_r V_\varphi}{r} \right) = \frac{\partial \tau_{r\varphi}}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_\varphi}{\partial \varphi} + \frac{2\tau_{r\varphi}}{r} + \rho F_\varphi; \quad (2)$$

$$\frac{\partial V_r}{\partial r} + \frac{V}{r} + \frac{1}{r} \frac{\partial V_\varphi}{\partial \varphi} = 0. \quad (3)$$

де  $V_r, V_\varphi$  - проекції вектора швидкості частинки відповідно на напрямок радіус-вектора та на перпендикулярний до нього напрямок;  $F_\varphi, F_r$  - проекції масових сил на тіж напрямки;  $\sigma_r, \sigma_\varphi, \tau_{r\varphi}$  - компоненти тензора напружень в полярних координатах.

Зробимо наступні припущення:

1. Швидкість  $V_r^0$  з якою сипкий матеріал поступає в гвинтовий канал забірної частини шнека зменшується від максимального значення до нуля по лінійному закону [4]:

$$V_r^0 = 2V_c \left( 1 - \frac{R_1}{L_0} \varphi \right) = 2V_c \left( 1 - \frac{\varphi}{\varphi_1} \right). \quad (3)$$

де  $V_c$  - середня швидкість, з якою матеріал поступає з бункера у гвинтовий канал.

$$V_c = \frac{Q}{L_0 B}. \quad (4)$$

2. Радіальна швидкість в каналі шнека змінюється по закону:

$$V_r = \frac{V_r^0 (r - R_0)}{R_0 - R_1} = \frac{2V_c (r - R_0)}{R_0 - R_1} \left( 1 - \frac{\varphi}{\varphi_1} \right). \quad (5)$$

3. Відносні кутові швидкості частинки матеріалу в гвинтовому каналі транспортуючої частини шнека розподіляються по закону [5]:

$$\omega = \omega_0 - \frac{C R_0}{r^2}. \quad (6)$$

де  $C = \frac{\omega_0 (R_1^2 - R_0^2)}{2R_0 \ln \frac{R_1}{R_0}} (1 - K_f)$ ,  $K_f$  - коефіцієнт продуктивності гвинтового конвеєра.

Після інтегрування диференціальних рівнянь (1,3), враховуючи що  $\sigma_{r=R_0} = 0$  отримаємо:

$$\sigma = \frac{\rho}{r} \left[ \frac{(\omega_0^2 - A \omega_0) r^3}{3} + \frac{A R_0 \omega_0 r^2}{2} + B r (A - 2 \omega_0) + \frac{B^2}{r} - A R_0 B \ln r \right] - \frac{\rho}{r} \left[ \frac{(\omega_0^2 - A \omega_0^2) R_0^3}{3} + \frac{A \omega_0 R_0^3}{2} + B R_0 (A - 2 \omega_0) + \frac{B^2}{R_0} - A R_0 B \ln R_0 \right] \quad (7)$$

### Література

1. Александр Л. М. Теория вертикального шнека. - Труды ЦНИИ РФ. вып. VII. М - Л. Речиздат. 1950. - с. 27-46.
2. Nilsson L. - G. On the vertical serew conveyor for non- cohesive buек materials. Acla polytochnica Scandinavica. He i 4 Stokholm, 1971. - 96.
3. Ишлинский А.Ю. О плоском движении песка / Ишлинский А.Ю // Украинский математический журнал том VI, Киев.1954 с. 430-441.
4. Justin W Fernandez, Paul W. Cleary, William McBride, Effekt of screw desing on hopper draw down by a horizontal screw feeder / Seventh International Conference on CFD in the Minerals and Process Industries CSIRO, Melbourne, Australia 9-11 December 2009.
5. Генералов М.Б. Движение сыпучего материала в шнековом питателе бункера. - Теор. основы хим. технол. 1988, Т 22, №1, с. 78-81.