

УДК 621.867.4

Р.М. Рогатинський, д.т.н., проф.; О.Р. Дмитрів, к.т.н., доц.; Т.М. Пелешок к.т.н; П.О. Леськів; В.І. Пенюнько

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

БУНКЕРНЕ НАПРЯМЛЕНЕ ЗАВАНТАЖЕННЯ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ

R. Rogatynskyi, Dr., Prof.; O. Dmytriv, Ph.D., Assoc.Prof.; T. Peleshok Ph.D.;
P. Les'kiv; V. Penionzhko

DIRECTIONAL LOADING OF CONVEYORS FROM HOPPERS

Особливістю бункерного завантаження швидкохідних горизонтальних та пологих гвинтових конвеєрів сипким вантажем є дія відцентрових сил від обертання гвинтового робочого органу, що утворює протидію завантажувальному потоку і зменшує ступінь заповнення конвеєра. Для підвищення ефективності завантаження, розріджений потік вантажу рекомендують ущільнювати похилою направляючою площадкою та подавати його в зону завантаження зі швидкістю подачі, що узгоджена зі швидкістю транспортування вантажу гвинтовим конвеєром [1]. Проте, при цьому, відбувається ударне зіткнення потоку сипкого вантажу із похилою площиною, що призводить до розсіювання потоку.

Метою дослідження є обґрунтування форми та розміщення направляючої площадки для уникнення розсіювання потоку при завантаженні швидкохідних конвеєрів, підвищення коефіцієнта заповнення та продуктивності конвеєра та зниження втрат енергії.

Розглянемо витікання суміші із бункера на довжині вивантажувального отвору A_1A_2 , із початковою швидкістю $v_0=v_{z0}(y)$, яка в загальному випадку, в межах довжини отвору, є функцією координати y , рис.1. Довільна частинка сипкого вантажу при вільному падінні з висоти набудуватиме певної швидкості. В [1] показано, що при падінні на похилу, площадку, яка встановлена під кутом α на шляху вільно падаючого з бункера сипкого матеріалу, розподіл швидкостей частинок після ударного контакту із похилою площадкою буде:

$$v_n(y) = \sqrt{v_{z0}^2(y) + 2g(h_1 + y \operatorname{tg} \alpha) \cdot (\sin \alpha - \mu_n \cos \alpha)}, \quad (1)$$

де h_1 - висота падіння крайньої частинки з координатою $y=0$.

Експериментальними дослідженнями встановлено, що умови сходження вантажу покращуються, коли напрямна площадка має плавний перехід від вертикалі до розрахункового нахилу, який забезпечує плавну зміну напрямку потоку завантаження гвинтового конвеєра.

Розглянемо рух потоку по довільній похилій площадці, що задається рівнянням $z(y) = -f(y)$. Відповідно кут нахилу направляючої в точці з біжучою координатою y :

$$\operatorname{tg} \alpha_n = -df(y)/d(y) = -f'(y). \quad (2)$$

Враховуючи, що кут нахилу профілю змінний і $\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha_n / \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}$; $\cos \alpha = 1 / \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}$, то розподіл швидкостей частинок після контакту з напрямною поверхнею визначається залежністю:

$$v_y = \frac{\sqrt{v_0^2 + 2g[h_1 + f(y)] \cdot [f'(y) - \mu_n]}}{\sqrt{1 + [f'(y)]^2}}. \quad (3)$$

Розподіл нормальних напружень на площадці визначаємо аналогічно [1].

$$\sigma_s = \rho_0 v_0 \sqrt{v_0^2 + g[h_1 + f'(y)]}. \quad (4)$$

Розглянемо виконання напрямної площадки із заокругленим входом, рис.1.

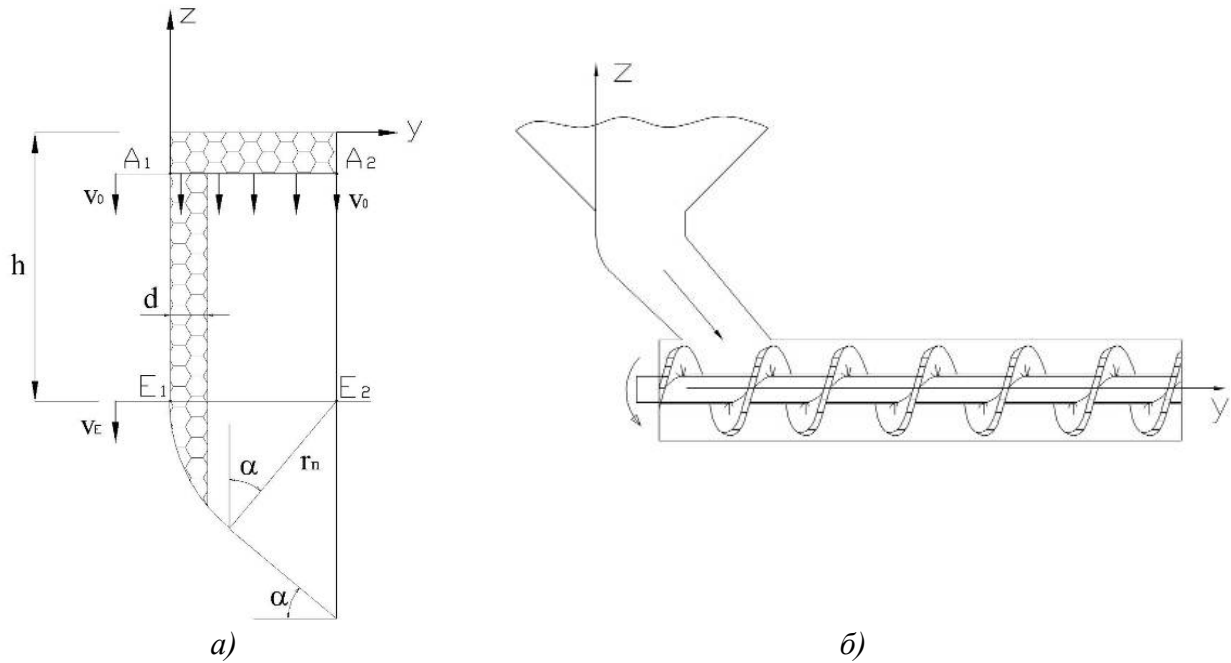


Рисунок 1. Схема бункерного завантаження із заокругленою прямою площадкою

Рівняння заокругленої прямої площадки (рис 1), що являється частиною циліндричної поверхні радіусом r_n запишемо наступним чином:

$$(y - r_n)^2 + z^2 = r_n^2 \quad (5)$$

Для виділеного елемента $z = -\sqrt{y(2r_n - y)}$.

Відповідно $\sin \alpha = (r_n - y) / r_n$; $\cos \alpha = \sqrt{y(2r_n - y)} / r_n$.

Тоді швидкість потоку після контакту визначається за залежністю:

$$v_n(y) = \sqrt{v_0^2 + 2g\sqrt{y(2r_n - y)}} \cdot \frac{r_n - y - \mu\sqrt{y(2r_n - y)}}{r_n} \quad (6)$$

Горизонтальна складова швидкості, яка повинна узгоджуватись із швидкістю транспортування сипкого вантажу гвинтовим конвеєром становить:

$$v_{ny} = \frac{k_v v_n \sqrt{y(2r_n - y)}}{r_n} \quad (7)$$

де k_v - коефіцієнт, що враховує втрати на тертя, $k_v \approx 1$.

Доцільно відмітити, що, із зростанням параметру y , збільшується висота падіння вантажу, а отже і його швидкість. Це сприяє втягуванню всього вантажу в потік, швидкість якого визначається за залежністю (7). За результатами експериментальних досліджень, встановлено, що виконання перехідної дільниці стабілізує потік та збільшує його швидкість, а взаємним розміщенням бункера та прямої площадки можна регулювати подачу вантажу.

Література.

Rogatynskyi R., Peleshok T., Rogatynska O., Les'kiv P. (2018) Directed loading of the high-speed screw conveyor from the bunker. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol. 91, no 3, pp. 93-100.