

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



***ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***X Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди
116-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора,
члена-кореспондента ВАСГНІЛ,
віцепрезидента УАСГН
КРАМАРОВА
Володимира Савовича
(1906-1987)***

«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

***23-24 лютого 2023 року
м. Київ***

Список літератури

1. Аніскевич Л. В., Войтюк Д. Г., Захарін Ф. М. Навігація і управління рухом безпілотних рульових машин. – Ніжин.: Видавець ПП Лисенко М. М., 2012. – 96 с.
2. Досвід застосування системи точного водіння агрегатів на вирощуванні столових коренеплодів / Адамчук В. В. та ін. Механізація та електрифікація сільського господарства : загальнодерж. зб. наук. пр. / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2022. Вип. 15(114). С. 131–137. DOI: <https://doi.org/10.37204/0131-2189-2022-15-16>
3. Науково-технічні основи створення і використання універсальної системи керування машинно-тракторним агрегатом: звіт (проміжний) 03.01.00.01Ф / НААН; ННЦ «ІМЕСГ»; кер. А. М. Борис; вик.: Ю. В. Косовець, В. І. Днець, І. В. Колесник, В. В. Журавель, Ю. І. Алексеєв;. Глеваха, 2021. 157 с.

УДК 621.867.4

ТРАНСПОРТУВАННЯ ВАНТАЖУ ШВИДКОХІДНИМИ ГВИНТОВИМИ КОНВЕЄРАМИ З ПРОМІЖНИМИ ОПОРАМИ

Р. М. РОГАТИНСЬКИЙ, д.т.н., проф.; **О. Р. ДМИТРІВ**, к.т.н., доц.;
Р. П. ЦАПИК; **Р. І. ОХНІВСЬКИЙ**

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,
м. Тернопіль, Україна;
E-mail: rogatynskyi@gmail.com*

Для транспортування насипних матеріалів широко використовують гвинтові конвеєри, перевагою яких є простота та надійність конструкції, низькі матеріалоємність та вартість, герметичність конструкції та екологічність. В останній час широкого поширення набули швидкохідні гвинтові конвеєри, працездатність яких практично не залежить від їх просторового розміщення і які знаходять широке використання при автоматизації різних транспортно-технологічних процесах.

Проте використання швидкісних гвинтових конвеєрів унеможлиблюється на довгих трасах, в зв'язку із трудностю використання проміжних опор для підтримки валу гвинтового робочого органу, які є суттєвою перешкодою для потоку вантажу, як через перекриття прохідного січення, так через відсутність в цій зоні гвинтового робочого органу. Особливо негативно ці фактори даються взнаки для вертикальних гвинтових конвеєрів, для яких умови роботи є найважчими. З метою виявлення шляхів подолання негативних впливів вказаних факторів, авторами розроблено низку конструктивних рішень

перехідних зон з спеціальними проміжними опорами та теоретично обґрунтовано можливість проходження вантажу через проміжну зону без зриву гвинтового потоку.

Метою даного дослідження є встановлення умов проходження вантажу через осьовий проміжок, що утворюється торцями двох сусідніх гвинтових робочих органів, потреба якого зумовлена розміщенням опори для довгого вала.

Розглянемо модель проходження вантажу по кожуху через проміжок між сусідніми гвинтовими робочими органами для випадку вертикального розміщення конвеєра, при якому умови транспортування найбільш несприятливі. Насипний вантаж, який переміщається подавальною гвинтовою секцією має за інерцією пройти безгвинтову зону та захватитись приймальною секцією. При цьому запасена кінетична енергія повинна бути достатньою для подолання земного тяжіння і опору поверхонь кожуха та направляючих елементів, при їх наявності, а також забезпечити достатню кінцеву швидкість для розгону вантажу приймальною секцією.

Виберемо циліндричну систему координат $O\rho\theta z$ з виділеним елементом потоку Δ масою m . На виході із подавальної секції потік характеризується лінійною швидкістю v , що має осьову $v_z = dz/dt$ та колову (тангенціальну) $v_\theta = r \cdot d\theta/dt$ складові, а також кутом нахилу β потоку до площини нормального перетину. Згідно [1], для вертикальних швидкісних гвинтових конвеєрів ці параметри, із умови мінімізації енерговитрат на транспортування, визначаються за залежностями:

$$v_z = \frac{T\omega}{2\pi} \cdot \frac{1 - Sc}{1 + C_\beta}; \quad v_\theta = \omega \cdot r \cdot \frac{Sc + C_\beta}{1 + C_\beta}; \quad \operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{1 - Sc}{Sc + C_\beta}. \quad (1)$$

де T та r - крок та зовнішній радіус гвинтової спіралі; α - кут підйому витка спіралі, $\operatorname{tg} \alpha = T/2\pi r$; Sc та C_β - динамічний та кінематичний безрозмірні критерії подібності гвинтового транспортування, що пов'язані із параметрами та режимами роботи конвеєра, підбором яких досягаються рекомендовані значення - $Sc = 0,4$; $C_\beta = 0,2$ [1].

Оптимальна, з точки зору енергоємності, кутова швидкість гвинтового конвеєра становить [1] $\omega = \sqrt{g \cdot \operatorname{tg} \alpha / (r Sc^2 C_\beta)}$, з врахуванням чого, початкова вертикальна складова швидкості потоку на виході із подавальної секції буде $v_{z0} = k_0 \sqrt{g r \operatorname{tg}^3 \alpha}$, де $k_0 \approx 1,8$.

Завдяки обертовій складовій потоку і, відповідно, дії відцентрової сили, вантаж у інерційному русі ковзатиме в безгвинтовій зоні по поверхні кожуха і на виділений елемент Δ масою m будуть діяти сили інерції із складовими $R_\rho = mr\dot{\theta}^2$, $R_\theta = -mr\ddot{\theta}$, $R_z = -m\ddot{z}$, сила ваги $G_z = -mg$, сила нормальної реакції поверхні кожуха N та сили опору від тертя із складовими

$F_\theta = -\mu N \cos \beta$ та $F_z = -\mu N \sin \beta$, де μ - коефіцієнт сухого тертя вантажу по поверхні кожуха. Згідно принципу д'Аламбера, рівняння руху виділеного елемента Δ буде

$$\begin{aligned} -N + mr\dot{\theta}^2 &= 0; \\ -\mu \cos \beta \cdot N - mr\ddot{\theta} &= 0; \\ -\mu \sin \beta \cdot N - mg - m\ddot{z} &= 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Для вертикальних конвеєрів раціональне значення кута підйому траси не перевищує 13-15°. В цьому випадку, з похибкою не більше 3%, що суттєво менше похибки встановлення значення μ , приймемо що $\cos \beta = 1$.

Тоді із першого та другого рівнянь системи (2) отримуємо диференціальне рівняння

$$\ddot{\theta} + \mu\dot{\theta}^2 = 0, \quad (3)$$

з якого, із врахуванням початкового значення $\dot{\theta}_0$, отримуємо залежності кутових швидкості $\dot{\theta}$, прискорення $\ddot{\theta}$ виділеного елемента Δ та, відповідно, нормальної реакції кожуха N , як функції від часу

$$\dot{\theta} = \frac{\dot{\theta}_0}{1 + \mu \dot{\theta}_0 t}; \quad \ddot{\theta} = -\frac{\mu \dot{\theta}_0^2}{(1 + \mu \dot{\theta}_0 t)^2}; \quad N = \frac{m \dot{\theta}_0^2}{(1 + \mu \dot{\theta}_0 t)^2}. \quad (4)$$

Зміна кутового параметру розміщення вантажу θ в часі, при його початковому значенню $\theta = \theta_0$ при $t = 0$, запишеться залежністю

$$\theta = \theta_0 + \frac{\ln(1 + \mu \dot{\theta}_0 t)}{\mu}. \quad (5)$$

Із врахуванням того, що $\sin \beta = \dot{z} / \dot{\theta}$ проводимо аналіз третього рівняння системи (2) відносно \dot{z} та z , який дозволяє встановити максимальну висоту підйому Δh виділеного елемента. Проте, із умови забезпечення неперервності подачі Q вантажу, має виконуватись умова

$$v_{z0} / v_{z \min} = \varphi_{\max} / \varphi,$$

де φ та φ_{\max} - відповідно номінальний та максимально допустимий коефіцієнти заповнення робочого простору конвеєра. Отже, за умови дотримання рекомендованих параметрів процесу Sc, C_β та кутової швидкості гвинтового конвеєра ω , висота проміжку між секціями, через який може проходити вантаж без зриву потоку, визначатиметься як

$$s_{don} = K(\mu) \cdot r \operatorname{tg}^3 \alpha \cdot (1 - \varphi / \varphi_{\max}), \quad (6)$$

де $K(\mu)$ - параметр, що залежить від коефіцієнту тертя вантажу до поверхні кожуха, максимальне значення якого не перевищує 1,2 при $\mu < 0,1$ і менше 1 при $\mu > 0,1$.

В результаті проведених досліджень показана можливість секційного компонування довгомірних швидкохідних гвинтових конвеєрів з проміжними опорами. Для забезпечення стабільності їх роботи розроблені відповідні конструктивні рішення вузлів з проміжними опорами та елементами регульованого направлення потоку вантажу, які забезпечують можливість використання проміжних опор, в т.ч. для вертикальних гвинтових конвеєрів.

Список використаних джерел

1. Ловейкін В.С., Рогатинська О.Р. Вибір раціональних параметрів та режимів роботи вертикальних гвинтових конвеєрів // Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. – Вип. 23, - Вінниця: ВДАУ, 2005. – С. 181-195.

УДК 681.6

СУЧАСНІ ВИДИ ХОТЕНДІВ ДЛЯ 3D ПРИНТЕРА

В. О. ШАЛЕНКО, к.т.н., доц.

Б. В. КОРНІЙЧУК, к.т.н., доц.

А. А. МАСЛЮК, асист.

*Київський національний університет будівництва і архітектури,
м. Київ*

E-mail: masliuk.aa@knuba.edu.ua

Швидкі темпи розвитку та вдосконалення конструкційних особливостей 3D-принтерів на сьогодні маю багато різних видів хотендів, які використовуються у процесі 3D-друку. Вони можуть відрізнятися будовою, а також мати різноманітне призначення. Це зумовлене необхідністю друкувати різні моделі з пластику, які можуть мати різноманітні розміри та складну чи просту конструкцію[1].

Більшість з існуючих на сьогодні хотендів мають різноманітну будову але схожі за принципом роботи. При цьому у 3D-принтерах для друку використовується пластиковий пруток діаметром 1,75мм або 2,9мм. Такі екструдери мають характерну будову (рис.1).

Екструдер складається з радіатора всередині якого розміщується термобар'єр через який подається нитка пластика до нагрівального блоку. До блока під'єднане сопло певного діаметру. Нитка плавиться та витікає через