

Подальші дослідження мають бути спрямовані на розробку неруйнівних методів контролю втоми металу в ресорах і деталях трансмісії, а також на оптимізацію складу гумових сумішей для наварювання протектора АТ-шин з метою підвищення їхньої зносостійкості на складних ґрунтах.

Література

1. Тесля В.О., Сіправська М.Д., Марценюк Г.Є. Методи дослідження пружних властивостей шин в умовах їх експлуатації. *Енергоефективність, екологічність та безпечність автомобіля: збірник тез доповідей III Всеукраїнської науково-практичної конференції*. Львів. ЛДУ БЖД. 28 листопада 2024. 66-68 с.
2. Аулін В.В., Ляшук О.Л., Гупка А.Б., Тесля В.О. Масштабний фактор при діагностуванні трибологічної надійності транспортних засобів. *Матеріали XVI Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту»*, 23-25 жовтня 2023 року. Вінниця: ВНТУ, 2023. – 396 с. ISBN 978-966-641-950-0
3. Тесля В.О., Сіправська М.Д. Оптимізація руху автомобіля при врахуванні дорожніх умов та технічного стану автомобіля. *Матеріали XVI-ої Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту»*, 23-25 жовтня 2023. – ВНТУ Вінниця. – 2023. – С. 347-348. ISBN 978-966-641- 950-0
4. Teslia V. (2010) Osoblyvosti znoshuvannia shyiok kolinchastykh valiv v protsesi ekspluatatsii. Materials of III Ukrainian Student Science Conference "Natural and Human Sciences. Actual issues" (Tern., 22-23 April 2010), Volume 1, pp. 257.

УДК 621.867

О.Р. Дмитрів к.т.н., доц.; П.О. Леськів; Р.І. Охнівський; А.О.Скоропляс;
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

МОДЕЛЬ ТРАНСПОРТУВАННЯ СИПКИХ ВАНТАЖІВ ТИХОХІДНИМИ ГВИНТОВИМИ КОНВЕЄРАМИ

O. Dmytriv, Ph.D., Assoc.Prof; P. Les'kiv; R. Okhnivskyi; A. Skoroplyas;
**MODEL OF TRANSPORTATION OF BULK CARGO OW-SPEED
SCREW CONVEYORS**

Одним із дієвих засобів підвищення ефективності роботи гвинтових конвеєрів є використання швидкохідних двовальних гвинтових конвеєрів, в яких в одному профільному корпусі встановлено два гвинтових робочих органи із паралельно розміщеними осями, що обертаються в протилежних напрямках із протилежними напрямками навивки гвинтових стрічок. Переміщення насипного вантажу у двовальних шнеках проходить з утворенням плинного шару у вигляді тіла волочіння, що відповідає тихохідному режиму транспортування. Такий режим транспортування дозволяє суттєво збільшити швидкості обертання гвинтових робочих органів при прямоточному переміщенні вантажу. Розрахунок тихохідних гвинтових конвеєрів у відомих джерелах [1] ґрунтується на моделі матеріальної частинки, яка передбачає приведення всіх параметрів тіла волочіння до центру ваги вантажу, що для двовальних конвеєрів неприйнятно, оскільки умови захоплення в нижній та верхній частинах потоку різні.

Метою дослідження є розробка моделі транспортування тихохідними конвеєрами насипного вантажу, як сукупності взаємозв'язаних частинок, розміщених по дузі їх контакту із робочими поверхнями кожуха та гвинта. Така модель стане основою для розробки моделі транспортування вантажу двовальним конвеєрами.

Розглянемо горизонтальний тихохідний гвинтовий конвеєр діаметром кожуха $D = 2R$, в якому розміщено гвинтовий робочий орган із, відповідно, зовнішнім R та внутрішнім r радіусами та кроком T , який обертається з кутовою швидкістю ω . Виберемо циліндричну систему координат $Or\varphi z$, в якій вісь Oz конвеєра спрямована по осі конвеєра, вісь Or розміщена в нормальній площині конвеєра і при $\varphi = 0$ спрямована вниз.

Приймемо, що рух вантажу при тихохідному транспортуванні здійснюється тільки паралельно осі Oz , тобто кутові параметри частинок будуть незмінними в часі, $\varphi = \theta = \text{const}$. Для моделі однієї матеріальної частинки її кутовий параметр θ буде, [1]:

$$\theta = \text{arctg}[\mu_2 \text{tg}(\alpha + \varphi_{\mu 1})], \quad (1)$$

де μ_2 - коефіцієнт тертя частинки до поверхні кожуха; $\varphi_{\mu 1}$ - кут тертя частинки по поверхні спіралі $\varphi_{\mu 1} = \text{arctg}\mu_1$.

З метою уточнення даної моделі, розглянемо модель транспортування тихохідним конвеєром двох частинок, масою $m_i = m$ кожна, які відстоять від їх спільного центру з кутовим параметром θ_C на однакові кутові віддалі Δ , $\theta_{1,2} = \theta_C \pm \Delta$. Для двох взаємозв'язаних частинок, сила взаємодії яких P_{12} , складемо 6 рівнянь рівноваги в проекціях на осі системи

$$\begin{aligned} -N_{ki} \cos \Delta + m_i g \cos(\theta_C \pm \Delta) \pm P_{\rho i} &= 0; \\ (\sin \alpha + \mu_1 \cos \alpha) \cdot N_{ci} \pm P_{\varphi i} - mg \sin(\theta_C \pm \Delta) &= 0; \\ (\cos \alpha - \mu_1 \sin \alpha) \cdot N_{ci} - \mu_2 N_{ki} \pm P_{zi} &= 0, \end{aligned} \quad (2)$$

де N_{ci} та N_{ki} - відповідно сили реакції поверхонь спіралі та кожуха відповідно для кожної із точок $i = 1, 2$; $P_{\rho i}$, $P_{\varphi i}$ та P_{zi} - відповідно, проекції сили взаємодії між частинками $P_{12} = |P_1| = |P_2|$ на осі системи координат $Or\varphi z$.

Щоб позбутись складових сили взаємодії P_{12} , просумуємо рівняння для кожної із двох частинок на відповідних проекціях.

$$\begin{aligned} -(N_{21} + N_{22}) + 2mg \cos \theta_C &= 0; \\ (\sin \alpha + \mu_1 \cos \alpha) \cdot (N_{11} + N_{12}) - 2mg \sin \theta_C \cos \Delta &= 0; \\ (\cos \alpha - \mu_1 \sin \alpha) \cdot (N_{11} + N_{12}) - \mu_2 (N_{21} + N_{22}) &= 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Розв'язок системи відносно θ_C дає залежність

$$\theta_C = \text{arctg} \left(\frac{\mu_2 \text{tg}(\alpha + \varphi_{\mu 1})}{\cos \Delta} \right). \quad (4)$$

При кратному збільшенні в моделі кількості частинок однакової маси, які віддалені одна від одної на однакову віддаль, результат буде аналогічний (4). В цьому випадку кратно буде збільшуватись приведений дуговий інтервал Δ_Σ моделі.

Отже, для моделі взаємозв'язаних двох матеріальних частинок, порівняно із моделлю однієї частинки (1) кут розміщення центру ваги системи буде більший, що важливо при розрахунку коефіцієнта заповнення гвинтового конвеєра.

Залежності для визначення сумарних реакцій поверхонь кожуха $N_{2\Sigma}$ та гвинтової стрічки $N_{1\Sigma}$ на систему для моделі при $m_1 = m_2 = m$ та $\Delta_1 = \Delta_2 = \Delta$ будуть такими же, як і для до моделі однієї матеріальної частинки:

$$N_{2\Sigma} = N_{21} + N_{22} = 2mg \cos \theta_C, \quad (5)$$

$$N_{1\Sigma} = N_{11} + N_{12} = \frac{2\mu_2 mg \cos \theta_C}{\cos \alpha - \mu_1 \sin \alpha}. \quad (6)$$

В загальному випадку, модель несиметричного тіла волочіння при тиххідному транспортуванні буде відрізнятись від моделі сукупності однакових частинок. Для цього випадку проаналізовано модель із частинкам різної ваги. Встановлено, що тоді, для визначенні кутового параметру розміщення центра ваги тіла волочіння, можна рекомендувати залежність, аналогічну (4)

$$\theta = \arctg[k_m \mu_2 \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\mu 1})], \quad (7)$$

де k_m - коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу мас по дузі захоплення вантажу гвинтовою стрічкою, $k_m > \sec(\Delta_m)$. Тут Δ_m - кутовий параметр розхилу тіла волочіння, приблизно рівний половині його дуги охоплення.

Для випадку похилого гвинтового конвеєра, кутовий параметр розміщення центру ваги тіла волочіння визначається розв'язком системи, аналогічній (2) числовими методами. На основі вказаної моделі розроблена принципова модель транспортування вантажу у двовальному конвеєрі, в якій два тіла волочіння в двох руслах кожуха несуть зовнішнє навантаження у вигляді плинного потоку.

Література .

1. Механізми з гвинтовими пристроями / Б.М. Гевко, М.Г. Данильченко, Р.М. Рогатинський та ін. Львів: Світ, 1993. 208 с.
2. Research of horizontal screw conveyors-mixers with rotating casing / Ivan Gevko, Andrii Diachun, Olena Dmytriv, Sergii Koval, Pavlo Leskiv, Roman Okhnivskiy // *Scientific Journal of TNTU*. — Tern. : TNTU, 2024. — Vol 115. — No 3. — P. 130–141. УДК663.17

А.І. Днесь¹, Ю.І. Пипко¹, Т.В. Герман²

¹Тернопільський НДЕКЦ МВС

²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПОРУ КОЧЕННЯ КЕРОВАНИХ КОЛІС ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З УРАХУВАННЯМ КУТІВ РОЗВАЛУ ТА СХОДЖЕННЯ

A.I. Dnes, Y.I. Pyrko, T.V. Herman

STUDY OF ROLLING RESISTANCE OF VEHICLE STEERING WHEELS UNDER CAMBER AND TOE ANGLES

Встановлення керованих коліс автомобіля під певними кутами розвалу та сходження є важливою складовою забезпечення безпеки, паливної економічності й надійності транспортного засобу. Неправильні кути установки коліс призводять до підвищення опору коченню, нерівномірного зносу шин, погіршення курсової стійкості та зростання витрати палива. Тому дослідження впливу цих кутів на величину опору руху має як теоретичне, так і практичне значення.

Попередні наукові роботи здебільшого обмежувалися експериментальним вивченням конкретних типорозмірів шин, що ускладнювало узагальнення результатів та застосування їх для сучасних автомобільних конструкцій. Водночас розвиток підвісок і зростання вимог до енергоефективності автомобілів вимагають формування теоретично обґрунтованих моделей, здатних пояснити взаємозв'язок між кутами положення коліс та опором руху.

Розвал коліс історично застосовувався для підвищення стабільності руху й зменшення поперечних навантажень у вузлах кріплення. Для жорстких коліс з металевими шинами вплив розвалу на опір руху був практично відсутній. Однак перехід до пневматичних шин, що деформуються під навантаженням по площині контакту, привів до