

**VI. ТРАНСПОРТНІ ТА ТРАНСПОРТНО - ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА
ОБЛАДНАННЯ**

УДК 621.92

ГВИНТОВИЙ ЗАВАНТАЖУВАЧ-ЗМІШУВАЧ З ЦЕНТРАЛЬНИМ ПРИВОДОМ

Гевко Ігор Богданович, к.т.н., доцент,
Клендій Володимир Миколайович, к.т.н., асистент
Слободян Любомир Михайлович, асистент
Маруніч Олег Петрович, асистент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Залуцька Наталя Василівна, ст. викладач

Тернопільський коледж Тернопільського національного технічного університету імені І. Пулюя

I. Hevko, PhD, Associate Professor**V. Klendii**, PhD, Assistant**L. Slobodyan**, Assistant**O. Marunich**, Assistant

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

N. Zalutska, Senior Lecturer

Technical Colledge Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

*Приведена конструкція гвинтового завантажувача-змішувача з центральним приводом.
Представлені аналітичні залежності для його розрахунку.*

Ключові слова: гвинтові механізми, розширені технологічні можливості, сипкий матеріал.

Ф. 6. Рис. 1. Літ. 7.

1. Постановка проблеми

Гвинтові транспортно-технологічні механізми (ГТТМ) є невід'ємною частиною більшості технологічних процесів у всіх галузях народного господарства. Процеси із виконанням транспортних функцій дані механізми успішно виконують функції перемішування сипких компонентів, подрібнення, пресування та багато інших операцій. Шнекові гвинтові конвеєри, як окремі технічні механізми знайшли широке використання в компоновальних схемах машин для транспортування і перевантаження сипких матеріалів у зв'язку з простотою їх конструкції, технологічного обслуговування та можливістю завантаження і розвантаження матеріалу в будь-якому місці технологічної лінії, а також для транспортування стружки і штучних заготовок.

Тому актуальним завданням є розробка нових конструкцій і гвинтових механізмів (ГМ) з розширеними технологічними можливостями, які забезпечують значне підвищення експлуатаційної надійності і довговічності, зменшення радіуса кривизни транспортної магістралі, зменшення енерговитрат та підвищення їх продуктивності.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проектними розрахунками механізмів із гвинтовими елементами займалися багато науковців, зокрема Григор'єв А.М. [1], Зенков Р.Л., Гевко Б.М., Баришев О.І і Будівшевський В.А., Ловейкін В.С., Рогатинський Р.М., Гевко Р.Б., Герман Х., Павлище В.Т. та багато інших. Тому актуальним завданням є розробка нових конструкцій ГТТМ з розширеними технологічними можливостями, які забезпечують значне підвищення експлуатаційної надійності і довговічності, зменшення радіуса кривизни траси транспортування, зменшення енергозатрат та підвищення їх продуктивності

3. Мета роботи

Обґрунтування параметрів гвинтового завантажувача-змішувача з центральним приводом і виведення аналітичних залежностей для їх розрахунку.

4. Реалізація роботи

Гвинтовий завантажувач-змішувач з центральним приводом (рис. 1.) виконано у вигляді рами 1, на якій встановлено завантажувальний горизонтальний (2) і вертикальний (3) циліндричні кожухи з гвинтовими робочими органами горизонтальними (4) і вертикальними (5) з приводами (6) з



запобіжними муфтами [2-4]. Причому горизонтальний кожух (2) встановлена під кутом $2-5^\circ$ до горизонту в сторону подачі сипкого матеріалу, а нижній кінець вертикального кожуха 3 встановлено у вільну зону горизонтального кожуха (2). Горизонтальна завантажувальна секція гвинтового робочого органу виконана у вигляді гвинтових гофрів (7) для покращення процесу змішування сипких матеріалів. Вертикальний гвинтовий робочий орган (5) виконано Г-подібної форми, причому співвідношення горизонтальної полицки до вертикальної знаходиться в межах 2-7 мм, при мінімальній величині вертикальної полицки 2-4мм.

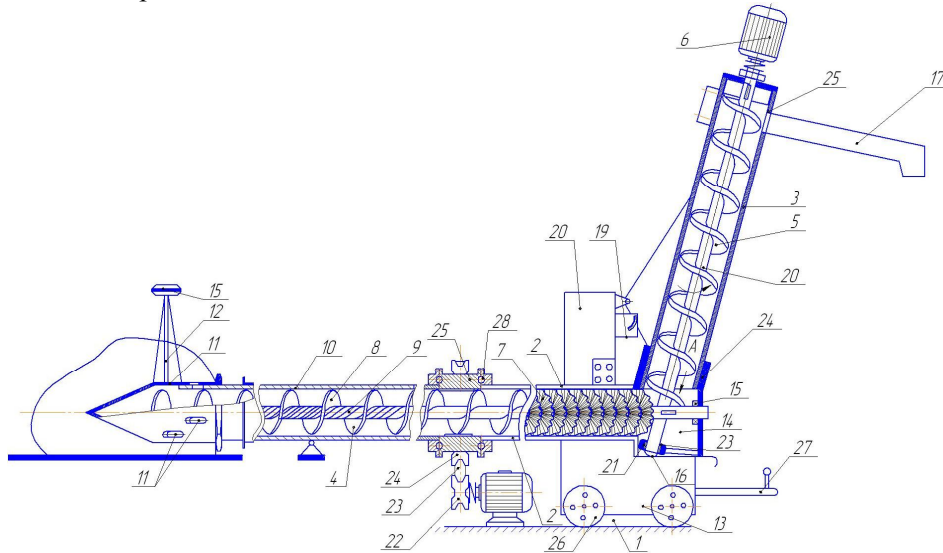


Рис. 1. Гвинтовий завантажувач-змішувач

До кінця горизонтального завантажувального робочого органу секції (4) жорстко приєднана гнучка гвинтова спіраль (8) з гнучким валом (9) і з гнучким кожухом (10) для збільшення зони завантаження гвинтового конвеєра. На кінці гнучкого циліндричного кожуха (10) жорстко встановлено циліндричний наконечник (11) з конічним кінцем для зручності його введення в купу сипкого матеріалу [3]. Наконечник (12) забезпечує не попадання великих кусків в зону транспортування, які можуть спричинити його поломку і сприяє кращому пересипанню сипких матеріалів в зону транспортування, який виконано у вигляді циліндричних елементів з осевими пазами, шириною більшою у 2-6 разів найбільших зернин транспортних матеріалів [3].

Наконечник (12) жорстко закріплений на рукоятці 13 з можливістю їх переустановлення в інше місце, коли з одного місця купи сипкого матеріалу вибрано певну кількість матеріалу, а зона вивантаження горизонтальної секції (2) розміщена в півкруглому корпусі підставки (14) і утворює сприятливу об'ємну зону 15, в якій встановлено нижній кінець вертикального гвинтового робочого органу (5) для вільного транспортування матеріалів вертикальним гвинтовим робочим органом. В зоні правого кінця горизонтального циліндричного кожуха 2 поза його зоною виконана опора циліндрична 14. Завантажувач-змішувач оснащений заслінкою 16 відомої конструкції для кінцевого його очищення після завершення технологічного процесу, а навпроти вивантажувального вікна вертикального жолоба 3 встановлено вивантажувальний лоток (заслонка) 16 відомої конструкції [3].

На виході вертикального кожуха 3 жорстко встановлено вивантажувальний лоток 17 для транспортування сипких матеріалів в ємність або кузов машини. Вертикальний кожух 3 жорстко встановлено в механізм регулювання кута його нахилу до горизонту 19 відомої конструкції, а до рами 1 жорстко закріплено пульт керування 20 [3].

Вал вертикального гвинтового робочого органу 5 знизу встановлено в упорний сферичний підшипник 21 з можливістю кругового провертання в ємності 15 і зміни кута нахилу відомої конструкції, який по зовнішньому діаметру виконано циліндричної форми, у жорсткій взаємодії з внутрішньою циліндричною поверхнею нижньої частини кожуха 3. Зверху підшипник закритий ущільнюючим диском. Крім цього вертикальний вивантажувальний лоток 17 є у взаємодії з зовнішнім діаметром вертикального жолоба 3 в зоні вивантаження сипких матеріалів через гумову прокладку відомої конструкції, яка створює відповідне тертя і сприяє жорсткому утримуванию вивантажувального лотка 17 [3].



Центральний привід механізму 22 встановлений на рамі 1 по середині довжини горизонтальної секції і за допомогою передачі 23 і зірочки 24 передається на корпус 25 і горизонтальний гвинтовий робочий орган 2. Плоскі гвинтові секції центрального приводу жорстко встановлені на валу і приварені до корпусу 24, а його вал є у взаємодії з основним валом 4 через шліци відомим способом і є його приводом. Крім цього завантажувач-змішувач встановлено на підставку 14 з опорними колесами 25 з гальмівними елементами і рукояткою його переміщення 26. Крім цього корпус 24 центрується кульками 28, а гвинтові гофровані елементи 7 жорстко встановлені на валу, який є у взаємодії з основним горизонтальним валом 2 через шліци відомим способом [3].

Робота завантажувача-змішувача гвинтового типу здійснюється наступним чином. Кінець гнучкої спіралі 8 з гнучким кожухом 10 з наконечником 12 вводять в купу сипкого матеріалу 29 разом з рукояткою 13. Після цього включають привід за допомогою пульта керування 20. За допомогою гнучкої спіралі 8 сипкий матеріал переміщується по горизонтальній трасі в жолобі 2 за допомогою плоских гвинтових елементів корпусу 24, де він інтенсивно змішується гвинтовим гофрованим робочим органом 7 і подається в зону вивантаження об'ємного збірника циліндричної форми і звідси вертикальним гвинтовим робочим органом 5 в зону вивантаження і вивантажувальний лоток 17 і в ємність для збору матеріалу (кузов машини) 18 або різного типу тари. В разі вибору сипкого матеріалу з даної зони, завантажувальну секцію за допомогою рукоятки 13 переставляють у нове місце [3].

До переваг завантажувача-змішувача гвинтового типу належить розширення технологічних можливостей, підвищення продуктивності праці, зменшення травмування насіннєвого матеріалу і підвищення експлуатаційної надійності і довговічності завантажувача. При цьому механізм може працювати в двох режимах як транспортер і як транспортер-змішувач, і тим самим забезпечує збільшення коефіцієнта його використання.

Потужність транспортування вантажу гвинтовими конвеєрами, згідно [6], визначають за залежністю:

$$N = \rho_{\Pi} g Q (W_L L + H), \quad (1)$$

чи для вертикальних шнеків:

$$N = \rho_{\Pi} g Q W_H, \quad (2)$$

де ρ_{Π} – об'ємна маса (насипна густина) вантажу в потоці; g – прискорення земного тяжіння; Q – об'ємна продуктивність конвеєра; W_L та W_H – коефіцієнт опору переміщенню вантажу; L та H – відповідно довжина транспортування та висота підйому вантажу, для вертикальних ГК $L=H$. Приведена енергоємність w , що визначає енергетичні затрати для переміщення одиниці маси вантажу на одиницю довжини, відповідно для вертикального гвинтового конвеєра буде:

$$w = N / (Q \cdot L) = \rho_{\Pi} g W_H \quad (3)$$

В розгорнутому вигляді для вертикальних гвинтових конвеєрів коефіцієнт опору записується виразом:

$$W_H = \frac{\mu_2 P_s (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta_{\Pi}) \cos \beta_{\Pi}}{\operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta_{\Pi}}, \quad (4)$$

де β_{Π} – кут нахилу траєкторії потоку під впливом тяжіння; $P_s = D \omega_{\Pi}^2 / (2g)$ – коефіцієнт швидкості потоку, що визначається кутова швидкість обертання вантажу в потоці ω_{Π} відносно осі шнека діаметром D , що пов'язаний із коефіцієнтом швидкості конвеєра $P_k = D \omega^2 / (2g)$ залежністю $P_s = P C_{\beta}^2 / (1 + C_{\beta})^2$. Тут C_{β} – коефіцієнт кінематичної подібності гвинтового транспортування, $C_{\beta} = \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \phi_1)$.

У роботі [7] показано, що мінімально можливий теоретичний рівень критерію енергоємності W_H залежить тільки від коефіцієнту тертя вантажу по гвинтовій поверхні шнека μ_1 і для інтервалу його зміни $0,3 \leq 0, \mu_1 \leq 1$ апроксимується залежністю (5).

$$W_H = 2,30 + 6,64 \mu_1 + 19,16 \mu_1^2. \quad (5)$$



Такі мінімальні значення досягаються за умови, коли безрозмірний критерій динамічної подібності $Sc_{\Pi} = \omega_k / \omega$, де ω_k – критична кутова швидкість конвеєра, та кут підйому гвинта за зовнішнім діаметром α набувають значень:

$$Sc_{\Pi}(\mu) = 0,3 + 0,1\mu_1, \quad \operatorname{tg} \alpha = f(\mu) = 0,25 - 0,1\mu_1. \quad (6)$$

Відповідно і значення всіх інших безрозмірних критеріїв гвинтового транспортування, зокрема критерію кінематичної подібності C_{β} , які мінімізують енергоємність конвеєра, будуть також однозначно визначатись такою характеристикою вантажу, як коефіцієнтом тертя $\mu_1 = \operatorname{tg} \phi_1$.

5. Висновки

На основі проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Приведена конструкція гвинтового завантажувача-змішувача з центральним приводом;
2. Приведені аналітичні залежності для визначення силових і конструктивних параметрів.

Список використаних джерел

1. Григорьев А.М. Винтовые конвейеры. / Григорьев А.М. М.:Машиностроение, 1972. – 184ст.
2. Зенков Р.Л. Механика насыпных грузов. / Зенков Р.Л. – М.:Машиностроение, 1973. – 220ст.
3. Гевко Б.М. Механізми з гвинтовими пристроями. / Гевко Б.М.. –Львів. Світ, 1993. – 208 с.
4. Барышев А.И., Будишевский В.А. Расчет и проектирование транспортных средств непрерывного действия. / Под ред. В.А. Будишевского. Донецк: Норд-Пресс, 2005. – 689ст.
5. Ловейкін В.С., Рогатинська О.Р. Оптимізація режимів роботи гвинтових конвеєрів. / Піднімально-транспортна техніка. №2, 2004. –с.8–15.
6. Рогатинський Р.М., Гевко І.Б., Дячун А.Є. Гевко Р.Б. Гнучкі Герман Х. Шнековые машины в технологиях ФРГ. Л.1975.
7. Павлище В.Т. Основи конструювання і розрахунків деталей машин. – К.:Вища школа, 1993. – 556ст.

Reference

- [1] Grigor'ev A.M. Vintovye konvejery. / Grigor'ev A.M. M.:Mashinostroenie, 1972. –184s.
- [2] Zenkov R.L. Mekhanika nasypnyh грузов. / Zenkov R.L. – M.:Mashinostroenie, 1973. – 220s.
- [3] Gevko B.M. ta inshi. Mekhanizmi z gvintovimi pristroyami. / Gevko B.M. ta inshi. – L'viv. Svit, 1993. – 208s.
- [4] Baryshev A.I., Budishevskij V.A. i dr. Raschet i proektirovanie transportnyh sredstv nepreryvnogo dejstviya. / Pod red. V.A. Budishevskogo. Doneck: Nord-Press, 2005. – 689s.
- [5] Lovejkin V.S., Rogatins'ka O.R. Optimizaciya rezhimiv roboti gvintovih konveeriv. / Pidnimal'no-transportna tekhnika. №2, 2004. –s.8-15.
- [6] Rogatins'kij R.M., Gevko I.B., Dyachun A.E., Gevko R.B. Gnuchki, German H. SHnekove mashiny v tekhnologiyah FRG. L.1975.
- [7] Pavlishche V.T. Osnovi konstruyuvannya i rozrahunok detalej mashin. – K.:Vishcha shkola, 1993. – 556s.

ВИНТОВОЙ ЗАГРУЗЧИК-СМЕСИТЕЛЬ С ЦЕНТРАЛЬНЫМ ПРИВОДОМ

Приведена конструкция винтового загрузчика-смесителя с центральным приводом. Представленные аналитические зависимости для его расчета.

Ключевые слова: винтовые механизмы, расширенные технологические возможности, сыпучий материал.

Ф. 6. Рис. 1. Лит. 7.

MULTIPLAYER MEMORY DRIVER WITH CENTRAL DRIVER

The construction of a central propeller mixer with a central drive is given. The analytical dependences for its calculation are presented.

Keywords: screw mechanisms, advanced technological possibilities, loose material.

F. 6. Fig. 1. Ref. 7.



ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Гевко Ігор Богданович – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Автомобілів» Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя (вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001, Україна).

Клендій Володимир Миколайович – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри «Автомобілів» Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя (вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001, Україна, e-mail: vova221@ukr.net).

Слободян Любомир Михайлович – асистент кафедри «Автомобілів» Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя (вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001, Україна, e-mail: kaf_am@ukr.net).

Маруніч Олег Петрович – асистент кафедри «Автомобілів» Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя (вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001, Україна).

Залуцька Наталія Василівна – старший викладач, декан факультету транспорту та інженерної механіки Технічного коледжу ТНТУ імені Івана Пулюя (вул. Л. Курбаса 13, м. Тернопіль, 46016, Україна).

Гевко Игорь Богданович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автомобилей» Тернопольского государственного технического университета имени Ивана Пулюя (ул. Русская, 56, г. Тернополь, 46001, Украина).

Клендий Владимир Николаевич – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Автомобилей» Тернопольского государственного технического университета имени Ивана Пулюя (ул. Русская, 56, г. Тернополь, 46001, Украина, e-mail: vova221@ukr.net).

Слободян Любомир Михайлович – ассистент кафедры «Автомобилей» Тернопольского государственного технического университета имени Ивана Пулюя (ул. Русская, 56, г. Тернополь, 46001, Украина, e-mail: kaf_am@ukr.net).

Маруніч Олег Петрович – ассистент кафедры «Автомобилей» Тернопольского государственного технического университета имени Ивана Пулюя (ул. Русская, 56, г. Тернополь, 46001, Украина).

Залуцька Наталья Васильевна – старший преподаватель, декан факультета транспорта и инженерной механики Технического колледжа ТНТУ имени Ивана Пулюя (ул. Л. Курбаса, 13, м. Тернополь, 46016, Украина).

Hevko Igor – PhD, Associate Professor of the Department of Automotive at the Ternopil State Technical University named after Ivan Puluj (56, Ruska str., Ternopil, 46001, Ukraine).

Klendii Volodymyr – PhD, Senior Lecturer of the Department of Automotive, Ivan Puluj Ternopil State Technical University (56, Ruska str., Ternopil, 46001, Ukraine, e-mail: vova221@ukr.net).

Slobodian Lyubomir – assistant of the Department of Automobile of Ivan Puluj Ternopil State Technical University (56 Ruska St., Ternopil, 46001, Ukraine, e-mail: kaf_am@ukr.net).

Marunich Oleg – assistant of the Department of Automobile of Ternopil State Technical University named after Ivan Puluj (56, Ruska str., Ternopil, 46001, Ukraine).

Zalutskaya Natalia – Senior Lecturer, Dean of the Faculty of Transport and Engineering Mechanics of the Technical College of Ivan Franko TNTU (L. Kurbas St. 13, Ternopil, 46016, Ukraine).