

УДК621.86

© Л.М. Слободян

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ГВИНТОВИХ ЗАВАНТАЖУВАЧІВ

Приведена методика проектування гвинтових завантажувачів силових матеріалів, а також умови проектування їх гвинтових робочих органів. Приведені аналітичні залежності для визначення силових і конструктивних параметрів.

ГВИНТОВИЙ ЗАВАНТАЖУВАЧ, ГВИНТОВИЙ РОБОЧИЙ ОРГАН, ПРОДУКТИВНІСТЬ, ЗАВАНТАЖУВАЛЬНО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНІ ОПЕРАЦІЇ.

Постановка проблеми. Ефективність використання транспортних і завантажувально-розвантажувальних механізмів в

більшій мірі залежить від механізації завантажувально-розвантажувальних операцій. Механізми завантажувально-розвантажувальних робіт прискорюють процес завантаження і розвантаження транспортних механізмів, покращують умови роботи і підвищує продуктивність праці, знижує потреби у робочій силі і собівартість робіт.

Важливим фактором технологічних передумов проектування гвинтових робочих органів (ГРО) завантажувачів є отримання вимог технологічних і конструктивних факторів технологічного оснащення виготовлення широкополосних ГРО зі співвідношенням ширини полоси до її товщини в межах 15...20.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питаннями дослідження проектування ГРО завантажувачів присвячені роботи Гевко Б.М. [1], Рогатинського Р.М. [2], Пилипця М.І. [3], Миронюка С.К. [4], Журавлева А.З. [5], Груздева І.Д. [6], Гуревича В.Е. [7], Васильківа В.В. [8], Шифрина Д.Я. [9], Рокотяна С.Е. [10], Ляшука О.Л. [11] та інших. Однак цілий ряд питань удосконалення їх конструкцій і розширення технологічних можливостей потребують свого вирішення.

Мета дослідження – розроблення методики проектування гвинтових завантажувачів та їх робочих органів.

Результати дослідження. Гвинтовий завантажувач-змішувач з центральним приводом [11] зображено на фіг.1, який 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. Причому горизонтальний кожух 2 встановлена під кутом 2-5° до горизонту в сторону подачі сипкого матеріалу, а нижній кінець вертикального кожуха 3 встановлено у вільну зону горизонтального кожуха. 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 становить в межах 2...7 мм, при мінімальній величині вертикальної полицки 2-4мм.

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 жорстко встановлено циліндричний наконечник 11 з конічним кінцем для зручності його введення в

купу сипкого матеріалу. Наконечник 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 осьовими пазами, шириною більшою у 2-6 разів самих більших зернин транспортних матеріалів.

Наконечник 11 жорстко прикріплений до рукоятки 12 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 утворюють сприятливу об'ємну зону 15, в якій встановлено нижній кінець вертикальною 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.

На виході вертикального кожуха 3 жорстко встановлено вивантажувальний лоток 17 для транспортування сипких матеріалів в ємність або кузов машини 18 (на кресленні не показано). 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.

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, який є 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 утримувannya вивантажувального лотка.

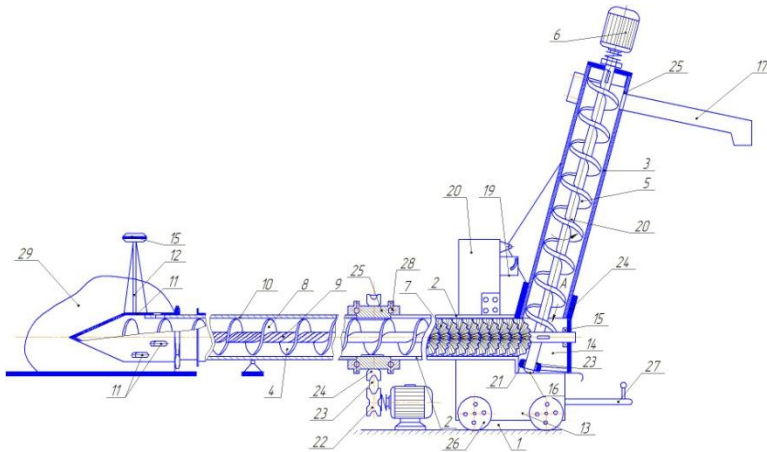


Рис. 1 – Гвинтовий завантажувач-змішувач з центральним приводом

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 25, 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 26 з гальмівними елементами і рукояткою його переміщення 27. 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.

Робота завантажувача-змішувача гвинтового типу здійснюється наступним чином. Кінець гнучкої спіралі 8 з гнучким кожухом 10 з наконечником 11 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, 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 27 переставляють в нове місце.

До переваг завантажувача-змішувача гвинтового типу належить розширення технологічних можливостей, підвищення продуктивності праці, зменшення травмування насінневого 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.

Для пошуку нових конструкцій гвинтових завантажувачів і стендового обладнання нами отримані 2 патенти на корисні моделі [12 і 13] гвинтових завантажувачів і на стенд для дослідження їх характеристик.

Для забезпечення протікання нормального технологічного процесу транспортування ГК з витягаючою магістраллю, продуктивність ГК визначається за формулою [1]:

$$Q_{ax} = 0,25 \cdot \pi \cdot \varphi \cdot V_n \cdot (D_2^c - d), \quad (1)$$

де D - діаметр жолоба; d - діаметр вала; V_n - осьова швидкість переміщення вантажу в жолобі; φ - коефіцієнт заповнення міжвиткового простору.

Потужність транспортування вантажу гвинтовими конвеєрами, згідно [1-2], визначають за залежністю:

$$N = \rho_n g Q (W_L L + H), \quad (2)$$

чи для вертикальних шнеків

$$N = \rho_n g Q W_H, \quad (3)$$

де ρ_n - об'ємна маса (насіпна 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:

$$w = N / (Q \cdot L) = \rho_{\Pi} g W_H. \quad (4)$$

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

$$W_H = \frac{\mu_2 P_s (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta_{\Pi}) \cos \beta_{\Pi}}{\operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta_{\Pi}}, \quad (5)$$

де β_{Π} - кут нахилу траєкторії потоку під впливом тяжіння; $P_s = D \omega_{\Pi}^2 / (2g)$ - коефіцієнт швидкохідності потоку, що визначається кутова швидкість обертання вантажу в потоці ω_{Π} відносно осі шнека діаметром D , що пов'язаний із коефіцієнтом швидкохідності 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, $C_{\beta} = \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \phi)$.

Оскільки в розглянутих конструкціях здійснюється щільна навивка витків з подальшим розгинанням па крок, то одним з головних умов отримання точних спіралей є правильний розрахунок діаметра оправки. При навивці вузьких смуг па оправлення малого діаметра внутрішній діаметр щільних витків практично дорівнює діаметру оправлення d_0 . Значення d_0 визначають з умови розгинання витків на крок по експериментально встановленої залежності [1]

$$d_0 = [1 - (0,02 \dots 0,022) T / d] (D - d) / (\phi - 1). \quad (6)$$

Радіус нейтрального шару деформації, довжина якого дорівнює довжині заготовки,

$$\rho_0 = \sqrt{Rr}, \quad (7)$$

де r и R — радіуси внутрішньої і зовнішньої крайок спіралі. Товщину смуги в залежності від поточного радіуса кривизни шукають по наближеною залежності

$$h_p = H_0 \sqrt{\rho_0 / \rho} \quad (8)$$

де H_0 — товщина заготовки.

При вигині силою з невеликим плечем додатки більш точне значення ρ_0 можна знайти з залежності [11]

$$\rho_0 = \rho_{np} - (\rho_{np} - \sqrt{Rr}) \sqrt{1 + (R^2 + 2r\sqrt{Rr} - 3Rr) / 3(\rho_{np} - \sqrt{Rr})^2}, \quad (9)$$

де ρ_{np} — радіус додатки поздовжньої сили N , яка визначається підсумовуванням напруги по перетину. Радіус ρ_{np} пов'язаний з плечем додатку l згинального сили, коефіцієнтами тертя смуги (про оправлення μ_0 , вигинає ролик μ_p) и кутом нахилу γ_p , сили P залежністю

$$\rho_{np} = (l + (\mu_p + tg\gamma_p)R + \mu_0 r) / (\mu_h + \mu_0 + tg\gamma_p).$$

Виходячи з заданих параметрів спіралі D, d, T и враховуються отримані залежності, які визначають параметри заготовки.

Беручи до уваги утяжку полоси β при навиванні, ширина заготовки

$$B_0 = B / \beta = (D - d) / 2\beta, \quad (10)$$

де β - коефіцієнт утяжки, який визначається експериментально [1].

Товщину заготовки в залежності від необхідної товщини внутрішньої H чи зовнішньої h кромки спіралі шукають з залежності

$$H_0 = H \sqrt{r / \rho_0}, \quad (12)$$

$$H_0 = h \sqrt{R / \rho_0}.$$

Висновки. Розроблена конструкція універсального гвинтового завантажувача, яка захищена деклараційним патентом України на винахід [11], а також методика проектування ГРО

гвинтових завантажувачів і приведені аналітичні залежності для визначення силових і конструктивних параметрів.

Література

1. Гевко Б.М., Рогатинський Р.М. Винтовые подающие механизмы сельскохозяйственных машин. Львов. Изд. Львовского госуниверситета «Вища школа» 1989, с.175.
2. Рогатинський Р.М. Основи оптимального проектування гвинтових конвеєрів сільськогосподарських машин. Вісник НАУ «Сучасні проблеми сільськогосподарського машинобудування». Дис. Канд. техн. наук. Тернопіль 1993, с.184.
3. Пилипець М.І. Теоретичні передумови процесу неперервного навивання спіралей шнеків. / «Сільськогосподарські машини» Збірник наукових статей, Луцьк ЛДДУ 1977, Вип. №3 ст.120-128.
4. Миронюк С.К. Использование транспорта в сельском хозяйстве. М.: Колос, 1982, с.287.
5. Журавлев А.З. и др. «Изготовление шнеков для зерноуборочных комбайнов» / «Кузнечно-штамповочное производство», 1950, №8, ст.29-31.
6. Груздев И.Э. и др. Теория шнековых устройств, Л.1987.
7. Гуревич. В.Е. «Разработка и внедрение в производство вальцовки спиралей шнеков» Автореф. Дис. 1985.
8. Васильків В.В. «Технологічне спорядження для виготовлення навивних заготовок » / зб. ЛДНУ, 2012, Вип.№10, ст.59-64.
9. Шифрин Д.Я. и др. «Холодная вальцовка спиралей шнеков» / «Кузнечно-штамповочное производство», 1984. Вип.№4, ст.4-6.
10. Рокотян С.Е. и др. «Деформация при холодной вальцовке» / «Кузнечно-штамповочное производство», 1983, Вип.№10., ст.8-10.
11. Патент №128417 Україна «Гвинтовий завантажувач-змішувач з центральним приводом» / Ляшук О.Л. та інші. Бюл.№17,2018.