

**ОПТИМАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ РЕЖИМИ ГВИНТОВИХ
КОНВЕЄРІВ**

І. Дударев, В. Чучуй

Одеський державний аграрний університет

С. Дмитрієва, М. Королькова

Одесский национальный политехнический университет

Підйомно-транспортне машинобудування традиційно займає важливе місце в структурі виробничого комплексу України, де збудовано спеціалізовані підприємства для виготовлення кранів, транспортерів, навантажувачів, та іншого обладнання для харчових переробних підприємств, та аграрно-промислового комплексу. Одним з шляхів підвищення ефективності праці в аграрному секторі економіки та на переробних підприємствах, є механізація

важких і трудомістких робіт. При досягненні високого ступеню механізації праці, утворюються умови для впровадження прогресивних методів виробництва по обробці сировини та виготовленню готової продукції, з збільшенням її обсягів, поліпшенням якості, що є підставою для розвитку прибуткового підприємства. Найбільш трудомісткими та важкими є вантажно-розвантажувальні роботи, які займають істотний обсяг у виробничій діяльності підприємств. Переміщення матеріалів та вантажно-розвантажувальні роботи виконуються на багатьох етапах основних виробничих процесів, тому для механізації таких операцій використовується підйомно-транспортне обладнання. Гвинтові конвеєри широко застосовують у різних галузях народного господарства для переміщення штучних, сипких, в'язкопластичних і рідких вантажів. Найбільш широко гвинтові конвеєри застосовують у якості однієї із ланок складної транспортної чи технологічної систем. У сфері механізації навантажувально-розвантажувальних робіт, при перевезенні сільськогосподарських вантажів гвинтові конвеєри застосовують у вигляді пересувної похилої конструкції, а також у вигляді пересувного вертикального транспортера. У сільському господарстві найчастіше використовують шнекові конвеєри. Основні переваги використання шнекових норій: практично відсутнє або нескладне будь-яке технічне обслуговування; доволі зручне здійснення проміжного вивантаження; герметичність, що дозволяє транспортувати будь-які матеріали.

Ключові слова: використання, матеріал, шнек, транспортування, потужність.

Вступ. Транспортні гвинтові завантажувачі є невід'ємною частиною сучасного виробництва, складовою комплексної механізації та їх автоматизації. За їх допомогою здійснюється їх механізація значної кількості робіт і технологічних процесів. Збільшення продуктивності гвинтового завантаження та зниження динамічних ударів на робочі органи шляхом обґрунтування параметрів є важливою транспортною задачею. Розв'язання цієї задачі дозволить забезпечити більш рівномірне заповнення жолоба конвеєра, зменшення металоємності, енергоємності, ймовірності пошкодження сипкого матеріалу в процесі його переміщення. Важливим параметром гвинтового завантажувача, який складається з двох віток – горизонтальної і нахиленої під кутом, є те, що продуктивність горизонтальної вітки на 5..10% є меншою від нахиленої для забезпечення нормальної роботи. При цьому, регулювання даного параметра доцільно проводити кругом гвинта, а не його діаметром. Іншим важливим елементом, який захищає гвинтовий завантажувач, а відповідно і транспортну систему від забивання, утворення і використання вібруючих пристроїв відомої конструкції. Ці проблеми пов'язані з перезволоженням сипкого матеріалу. Наступний фактор стабільності гвинтового завантажувача є використання додаткових гнучких гвинтових завантажувачів, із метою збільшення зони їх завантаження, з використанням гнучких гвинтових завантажувачів і пересувних механізмів. До основних вимог гвинтових завантажувачів є те, що в зоні пересипу сипкого матеріалу доцільно

встановлювати відповідні зони, з метою забезпечення якісної подачі сипкого матеріалу і стабільності технологічного процесу. Розташування – ця вимога полягає в тому, що горизонтальна завантажувальна секція гвинтового завантажувача встановлюється під кутом $2..5^\circ$ до горизонту в сторону подачі сипкого матеріалу, а вертикальний шнек виконати Т-подібної форми з паличкою зверху, причому співвідношення горизонтальної палички до вертикальної становить у межах $2..7$ мм, мінімальний величині вертикальної палички не менше $2..4$ мм. Ще одна вимога полягає в тому, що бажано використовувати конструкції пристроїв які можуть бути універсальними з використанням відповідних робочих органів для виконання різнотипних операцій. Важливою умовою при виборі конвеєрів для універсальних перевантажувальних комплексів є встановлення області їх використання, зокрема щодо транспортування певного діапазону сипких вантажів. Основним завданням перед проектуванням будь-яких транспортерів є визначення того, для яких саме потреб вони будуть використані, а також необхідне навантаження на них; тільки після цього здійснюють власне розробку проекту. використання гвинтового конвеєра у сільському господарстві полягає в тому, щоб переміщувати зерно із вантажних машин до сховища.

Проблема. Вибір оптимальних кінематичних та силових показників які дозволять найбільш ефективно використовувати гвинтові конвеєри.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Простота конструкції гвинтових конвеєрів, мала трудомісткість робіт з їх виготовлення, а також порівняно невелика вартість, можливість транспортування матеріалів без забруднення навколишнього середовища і втрат зумовило їх широке застосування в різних галузях промисловості та сільського господарства для транспортування сипких, порошкоподібних, дрібнокускових матеріалів. Разом з тим до основних недоліків цих транспортуючих засобів відносять порівняно низьку продуктивність і високу енергоємність процесу транспортування. Найбільшим чином гвинтові конвеєри застосовують для транспортування сипких вантажів. Вони не використовуються для переміщення крупних, липких або вологих матеріалів. Основною перевагою таких конвеєрів є зачинена робоча зона, яка дозволяє переміщувати дрібні матеріали з здатністю до значного пилоутворення, а також токсичних та гарячих матеріалів. На переробних підприємствах такі конвеєри використовують при поєднанні транспортних і технологічних операцій. До недоліків таких конвеєрів слід віднести сильне пошкодження вантажу під час його переміщення, в результаті тертя об гвинт і жолоб. В порівнянні з іншими машинами безперервної дії, недоліком гвинтових конвеєрів є необхідність значних витрат енергії, а також неможливість переміщення вологих вантажів. Характерною конструктивною особливістю гвинтового конвеєра є відсутність тягового органа, а вантаж переміщується внаслідок діючих сил тиску, утворених в робочій зоні машини. Принцип дії гвинтових горизонтальних конвеєрів полягає в тому, що коли вантаж потрапляє в жолоб з обертовим механізмом підпадає під дією сил тиску збоку робочого гвинта та здійснює рух вздовж його осьової лінії.

Гвинтові конвеєри можуть бути з горизонтальним, похилим і

вертикальним переміщенням матеріалів. Похилі гвинтові конвеєри поділяються на такі, що не перевищують кута природного укосу, та круті, що мають кут нахилу більш ніж природний укос. Конвеєр (рис. 1) складається з нерухомого жолобу, нижня частина якого має форму напівциліндра, зачиненого зверху кришкою, приводного валу з укріпленими на ньому витками, кінцевих опор, проміжної опори, приводу, завантажувального та розвантажувального пристроїв. Переміщення вантажу по жолобу забезпечується валом з витками обертового гвинта. Звичайно витки гвинта, вироблені з сталевого листа товщиною 4-8 мм, що приварені до робочого валу. Вали з робочим діаметром більш ніж 30 мм виконують з сталевих труб. Форма поверхні витків (рис. 2) може бути суцільною, стрічковою та з лопатевими витками. Суцільні гвинти бувають одноходові, з постійним і змінним кроком та двоходові. Такі витки використовують для переміщення сипких вантажів. Одноходові суцільні витки мають як правило діаметр 400...600 мм. і використовують їх для переміщення сіна, соломи, хлібної маси.

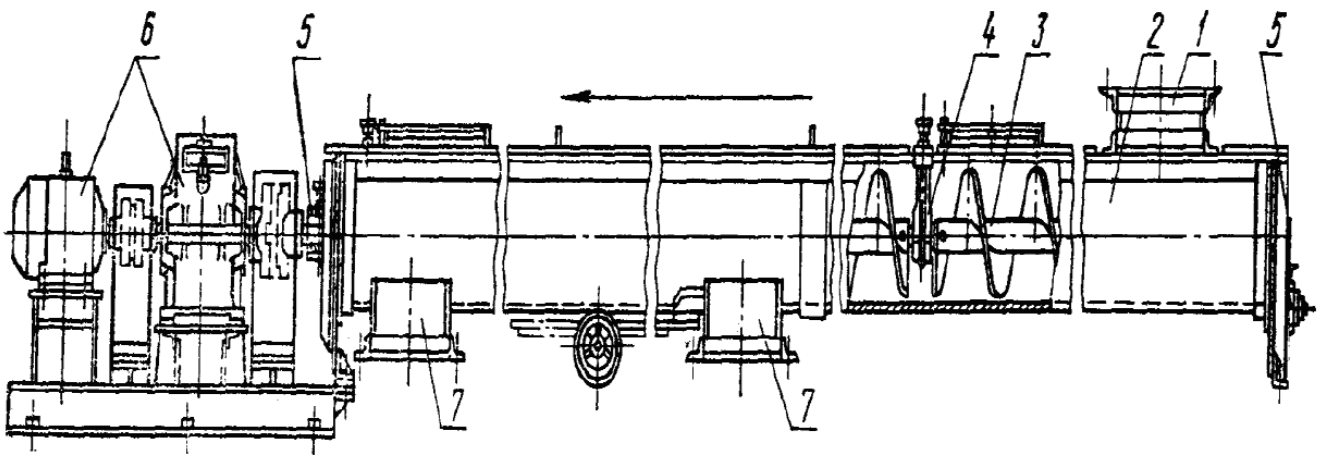


Рис. 1. Гвинтовий конвеєр: 1 - завантажувальний патрубок; 2 - жолоб; 3 - гвинт; 4 - проміжний підшипник; 5 - кінцевий підшипник; 6 - привід; 7 - розвантажувальні люки.

Двоходові гвинти встановлюють для забезпечення процесу живлення обладнання та у похилих конвеєрах

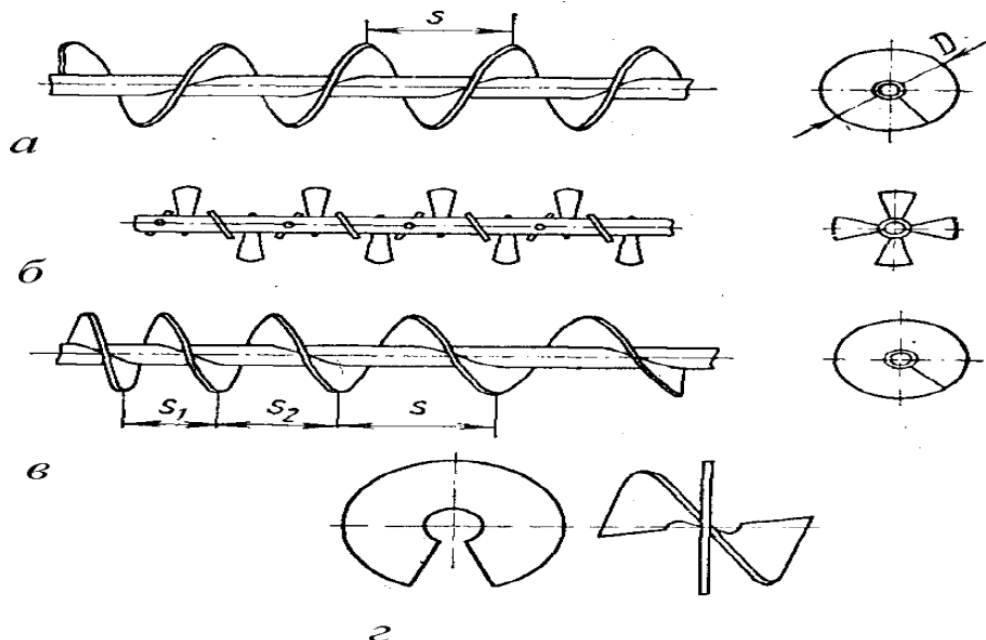


Рис. 2. Типи поверхонь гвинтів: *a* – одноходовий; *б* – лопатевий; *в* - з змінним кроком; *г* – заготівельна смуга.

Основними завданнями досліджень роботи гвинтових конвеєрів є визначення продуктивності Q і споживаної потужності N у залежності від геометричних і кінематичних параметрів шнека, а також від ступеня заповнення і фізико - механічних властивостей матеріалу, який транспортують. При транспортуванні сипучих матеріалів і дрібної продукції до матеріалів пред'являються вимоги по зносостійкості і антифрикційним властивостям. При технологічному транспортуванні продукції гвинти можуть або охолоджуватися до температури -30°C , або нагріватися до температур близько $240-280^{\circ}\text{C}$. Високі вимоги до надійності технологічного обладнання харчових виробництв обумовлені тим, що в більшості випадків відмови в роботі призводять до порушення технологічного процесу і втрати продукту. Як правило, моральний термін служби сучасного обладнання не перевищує 5 років, фізичний термін служби при проектуванні закладається в межах 5-7 років. Стрічкові гвинти використовують для переміщення коренеплодів та крупних вантажів, а лопатеві для матеріалів які під час зберігання змінили первинну форму.

Мета роботи: підвищення продуктивності та зниження енергоємності процесу транспортування сипких матеріалів гвинтовими конвеєрами шляхом визначення кінематичних та енергетичних показників.

Результати досліджень. Витки гвинтів виготовляють з листової сталі при цьому спочатку заготівку розтягують на величину кроку, а потім приварюють. Величину кроку (m) для конвеєрів загального призначення можна визначити за формулою, m :

$$t = K D, \quad (1)$$

де K - коефіцієнт, що залежить від розмірів вантажу (0,5).

Жолоб гвинтового конвеєра повинен забезпечувати герметичність при транспортуванні вантажів, його зазвичай виконують з листової сталі товщиною 3 мм та збирають з секцій довжиною 2 – 4 м які поєднують за допомогою

приварених фланців з кутової сталі. Привод гвинтових конвеєрів передбачає використання редукторів або приводних механізмів від двигуна до робочого органу машини. Завантажувальні пристрої встановлюють на кінці транспортера у вигляді приймальних люків в які за допомогою воронок надається матеріал переміщення. Для рівномірного завантаження вертикальних гвинтових транспортерів застосовують живильники обладнані приймальними гвинтами з суцільними витками, змінним діаметром та кроком для забезпечення взаємодії малої швидкості живильника та збільшеної вертикального транспортеру. Вихідними даними для розрахунку є продуктивність, характеристика транспортованого вантажу і довжина переміщення. Проектний розрахунок зводиться до визначення геометричних параметрів гвинта, частоти його обертання і споживаної потужності. Крім того, необхідно виконати міцнісні розрахунки деяких елементів транспортера. Для попереднього розрахунку діаметру гвинта задаємося частотою обертання гвинта n (об./хв), згідно з табл. 1 і розраховуємо за формулою (м):

$$D = \sqrt[3]{\frac{Q}{0,047 \cdot n \cdot \rho \cdot \phi \cdot C \cdot K}} \quad (2)$$

де Q - продуктивність гвинтового транспортера, т/г; ρ - об'ємна насипна маса вантажу, кг м³, вибирають з табл. 4; ϕ - коефіцієнт заповнення жолоби, вибирається з табл.2; C - коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності через нахилу, вибирається з табл.3 ; K - коефіцієнт, що враховує фізико-механічні властивості вантажів, $K = (0,75 \dots 1,0)$ - для легкосипких вантажів, $K = (0,5 \dots 0,6)$ - для крупних та абразивних вантажів. Розрахункове значення діаметру гвинта округляють до найближчого розміру з номінального ряду: 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 650, 800 мм.

Таблиця 1. Рекомендована частота обертання гвинта, с⁻¹.

Діаметр ванта, мм	$n_{e.min}$	$n_{e.max}$
150	23,6	150
200	23,6	150
250	23,6	118
300	19,0	118
400	19,0	95
500	19,0	95
600	15,0	75

Розраховують крок гвинта (t) за формулою (1). Частота обертання гвинта повинна відповідати умові об./хв.:

$$n \leq n_{max} \quad (3)$$

Найбільшу частоту обертання гвинта визначають за формулою, об./хв.:

$$n_{max} = \frac{A}{\sqrt{D}} \quad (4)$$

де A - коефіцієнт, що вибирають в залежності від характеристик транспортованого вантажу відповідно табл. 2.

В випадку коли умова не виконується, то слід провести перерахунок. За отриманими і прийнятим параметрами гвинтового конвеєра проводять обчислення продуктивності:

$$Q_p = 47KD^3 \phi \rho n C, \quad (5)$$

де C - коефіцієнт, враховує кут нахилу жолобу та якій приймають згідно таблиці 3.

Потрібна потужність (кВт) на валу гвинта визначається за формулою:

$$N = \frac{k \cdot Q}{367} (L \cdot \varpi + H), \quad (6)$$

де $k = 1,2$ - коефіцієнт запасу потужності; L - довжина транспортера, м; H - висота підйому вантажу, м; ϖ - коефіцієнт опору руху, вибирається з табл. 2.

Таблиця 2. Значення розрахункових коефіцієнтів.

вантаж	Походження вантажу	Розрахункові коефіцієнти		
		ϕ	A	ϖ
Легкий, неабразивний	Зернові, мука, висівки	0,4	65	1,2
Легкий, малоабразивний	Крейда, торф, сода	0,32	50	1,6
Важкий, малоабразивний	Сіль, глина суха	0,25	5	2,5

Таблиця 3. Визначення коефіцієнту C .

Кут нахилу, °	0	5	10	15	20
Коефіцієнт, C	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6

Потужність двигуна (кВт):

$$N_d = \frac{N}{\eta}, \quad (7)$$

де $\eta = 0,85$ – ККД привода.

Величину обертального моменту (Н/м) визначаємо за формулою:

$$M_{кр} = 9750 \cdot \frac{N_d}{n} \quad (8)$$

Діюча на гвинт осьова сила визначається за формулою (Н):

$$P = \frac{M_{кр}}{r \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \beta)}, \quad (9)$$

де r – радіус, на якому знаходиться осьова сила, м.

$$r = (0,7 \dots 0,8) \frac{D}{2},$$

α_1 – кут підйому гвинтової лінії (град).

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{t}{2 \cdot \pi \cdot r}, \quad (10)$$

β – кут тертя вантажу та поверхні гвинта

$$\operatorname{tg} \beta = f, \quad (11)$$

де f – коефіцієнт тертя вантажу по поверхні гвинта, вибираємо по табл. 4.

Таблиця 4. Характеристика сипких матеріалів.

Вантаж	Насипна маса, ρ , кг/м ³	Щільність ρ_m , кг/м ³	Кут природного укусу, φ , град.	Коефіцієнт тертя f по		
				сталі	дереву	гумі
Горох	750–800	1260–1350	26	0,28	0,37	–
Гречка	510–700	1180–1280	27	0,73	0,79	–
кукурудза	600–770	1240–1350	28	0,40	0,44	–
Овес	400–520	1150–1250	27	0,46	0,52	0,55
Просо	700–830	1060	25	0,38	0,40	0,45
Пшоница	650–815	1270–1490	34	0,60	0,62	0,68
Рис	650–750	1300–1400	34	0,47	0,57	–
Ячмінь	600–715	1230–1300	28	0,37	0,42	0,50
Борошно	550–600	1400–1500	55	0,65	0,85	0,85

Висновки. Аналіз та врахування кінематичних показників роботи гвинтових конвеєрів дозволяє обирати найбільш ефективні експлуатаційні режими роботи розглянутих конструкцій машин.

ЛІТЕРАТУРА

1. І.І. Дударев, С.М. Кудашев, В.П. Чучуй Транспортуючі машини для АПК та переробних підприємств. Навчальний посібник. – Одеса: Сімекс – прінт. 2012. 217 с.
2. Ю.Б. Паладійчук, к.т.н., Ю.М. Тарасюк Вінницький національний аграрний університет, В.З. Гудь, к.т.н., І.М. Шуст, О.М. Кирик. Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя Сільськогосподарські машини. Випуск 31. Технологічні передумови проектування гвинтових завантажувачів сипких матеріалів. 114-120 с.
3. Расчеты грузоподъемных и транспортирующих машин. Иванченко Ф.К. и др. – К.: Вища школа, 1978. 576 с.

ОПТИМАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ВИНТОВЫХ КОНВЕЙЕРОВ

Дударев И., Чучуй В., Дмитриева С., Королькова М.

Подъемно-транспортное машиностроение традиционно занимает важное место в структуре производственного комплекса Украины, где построено специализированные предприятия для изготовления кранов, транспортеров, погрузчиков и другого оборудования для пищевых перерабатывающих предприятий, и аграрно-промышленного комплекса. Одним из путей повышения эффективности труда в аграрном секторе экономики и на перерабатывающих предприятиях, является механизация тяжелых и трудоемких работ. При достижении высокой степени механизации труда,

образуются условия для внедрения прогрессивных методов производства по обработке сырья и производству готовой продукции, с увеличением ее объемов, улучшением качества, является основанием для развития прибыльного предприятия. Наиболее трудоемкими и тяжелыми являются погрузочно-разгрузочные работы, которые занимают существенный объем в производственной деятельности предприятий. Перемещение материалов и погрузочно-разгрузочные работы выполняются на многих этапах основных производственных процессов, поэтому для механизации таких операций используется подъемно-транспортное оборудование. Винтовые конвейеры широко применяют в различных отраслях народного хозяйства для перемещения штучных, сыпучих, вязкопластичных и жидких грузов. Наиболее широко винтовые конвейеры применяют в качестве одной из звеньев сложной транспортной или технологической систем. В сфере механизации погрузочно-разгрузочных работ, при перевозке сельскохозяйственных грузов винтовые конвейеры применяют в виде передвижной наклонной конструкции, а также в виде передвижного вертикального транспортера. В сельском хозяйстве чаще всего используют шнековые конвейеры. Основные преимущества использования шнековых норий: практически отсутствует или представляет любое техническое обслуживание; довольно удобное осуществления промежуточного выгрузки; герметичность, что позволяет транспортировать любые материалы.

Ключевые слова: *использование, материал, шнек, транспортировка, мощность.*

OPTIMAL TECHNOLOGICAL MODES OF SCREW CONVEYORS

Dudarev I., Chucui V., Dmitrieva S., Korol'kova M.

Lifting and transport engineering traditionally occupies an important place in the structure of the industrial complex of Ukraine, where specialized enterprises are built for the manufacture of cranes, conveyors, loaders and other equipment for food processing enterprises, and the agro-industrial complex. One of the ways to improve the efficiency of labor in the agricultural sector of the economy and in processing enterprises is the mechanization of heavy and labor-intensive work. When a high degree of mechanization of labor is achieved, conditions are created for the introduction of progressive production methods for processing raw materials and manufacturing finished products, with an increase in its volumes, quality improvement, is the basis for the development of a profitable enterprise. The most labor-intensive and heavy are loading and unloading operations, which occupy a significant amount in the production activities of enterprises. The movement of materials and loading and unloading operations are carried out at many stages of the main production processes, therefore lifting and transport equipment is used to mechanize such operations. Screw conveyors are widely used in various sectors of the national economy to move piece, bulk, viscous-plastic and liquid goods. Most widely screw conveyors are used as one of the links of a complex transport or technological systems. In the sphere of mechanization of loading and unloading operations, during transportation of agricultural goods, screw conveyors are used in

the form of a mobile inclined structure, as well as in the form of a mobile vertical conveyor. In agriculture, screw conveyors are most often used. The main advantages of the use of auger norias: practically absent or represents any maintenance; quite convenient implementation of intermediate unloading; tightness that allows to transport any materials.

Key words: *use, material, auger, transportation, power.*