

Фльонц Олег Володимирович канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри машиновикористання
та технологій в сільському господарстві

ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут», Україна

РОЗРАХУНКОВО-ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ КОНВЕЄРНОЇ СТРІЧКИ ДЛЯ ПОДАЧІ НА ЛІНІЮ РІЗАННЯ СМУГ У СИСТЕМАХ МЕХАНІЗАЦІЇ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРОЦЕСІВ

Анотація. Розвиток сучасних приводних систем фермерських машин і обладнання для тваринництва характеризується стійкою тенденцією до заміни традиційних ланцюгових передач більш надійними та енергоефективними гнучкими елементами, зокрема зубчастими ременями зі шліцевими виступами. Такі технічні рішення широко застосовуються у транспортерах кормів, зноєвидалювальних установках, лініях підготовки та перероблювання сировини, де важливими є стабільність кінематичних параметрів, зменшення динамічних навантажень і підвищення довговічності машин. Теоретичні основи роботи механізмів подачі конвеєрних стрічок у сільськогосподарських і тваринницьких машинах базуються на закономірностях взаємодії гнучкого тягового елемента з приводними та напрямними органами, а також на умовах тертя, рівноваги та деформації матеріалу стрічки. Конструктивні параметри таких механізмів суттєво впливають на рівномірність транспортування кормів, підстилки чи технологічних матеріалів, точність їх подачі та енергетичну ефективність машин.

Ключові слова. конвеєрна стрічка; стрічковий конвеєр; подача стрічки; зона різання; процес різання; параметри подачі; енергоефективність; міцність конвеєрної стрічки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика розрахунково-теоретичного обґрунтування параметрів механізмів подачі та різання гнучких матеріалів, зокрема гумово-бавовняних і гумово-кордових конвеєрних стрічок, знайшла відображення у працях вітчизняних і закордонних науковців у галузі машиновикористання у тваринництві. Такі стрічкові матеріали широко застосовуються у транспортних і технологічних машинах для приготування, подачі та розподілу кормів, прибирання гною та переміщення сипких і штучних вантажів на тваринницьких фермах.

У більшості наукових досліджень основну увагу приділено аналізу процесів різання, вивченню силової взаємодії різального інструмента з матеріалом, а також технологічним аспектам виготовлення й обробки стрічкових виробів. Водночас питання обґрунтування параметрів механізмів подачі та різання конвеєрних стрічок з урахуванням умов експлуатації машин тваринницького призначення, характеру навантажень і вимог до надійності

обладнання залишаються недостатньо дослідженими.

У наукових працях [1] виконано аналіз технологічного забезпечення виготовлення зубчастих гумо кордових стрічок із рулонних заготовок, а також запропоновано напрями вдосконалення окремих операцій їх обробки. Водночас питання механізованого завантаження бухт значної маси та особливості взаємодії завантажувальних пристроїв із системами подачі залишаються недостатньо дослідженими.

Дослідження [2] присвячені загальним технологічним аспектам переробки полімерних матеріалів, окремі положення яких можуть бути використані для аналізу деформаційних і силових характеристик гнучких стрічкових виробів. Проте в зазначених роботах відсутні спеціалізовані розрахункові моделі, необхідні для визначення параметрів завантажувальних пристроїв ліній порізки конвеєрних стрічок.

Аналіз наявних технічних рішень, у тому числі захищених патентною документацією [3], свідчить про розробку різноманітних конструкцій ліній для різання конвеєрної стрічки. Однак у більшості випадків такі рішення не супроводжуються достатнім теоретичним обґрунтуванням вибору основних параметрів завантажувальних і подаючих механізмів.

Таким чином, огляд сучасних досліджень і публікацій показує, що наявні наукові праці не повною мірою враховують специфіку розрахунку завантажувальних пристроїв для подачі конвеєрної стрічки з бухт великої маси. Це зумовлює актуальність подальших теоретичних досліджень, спрямованих на розробку аналітичних залежностей та обґрунтування раціональних конструктивних параметрів таких пристроїв.

Мета роботи. Метою роботи є розрахунково-теоретичне обґрунтування основних конструктивних і кінематичних параметрів завантажувального пристрою та механізму подачі конвеєрної стрічки з бухт великої маси в зону різання, а також встановлення аналітичних залежностей між силовими, геометричними та кінематичними характеристиками процесу завантаження і подачі з метою підвищення стабільності роботи, надійності та енергоефективності ліній різання конвеєрних стрічок, що застосовуються у фермерських і тваринницьких машинах.

Лінія складається з рами 1, пульта керування 2, і на вході лінії встановлена підставка 3, яка кріпиться до рами 1 і на опорах 4, вісь яких є перпендикулярною до напрямку руху стрічки, а на підставку встановлено валок 5. На останньому намотано рулон 6 стрічка, з можливістю його вільного розмотування і порізки на мірні розміри.

У напрямку розмотування конвеєрної стрічки 6 за підставкою 3

встановлений механізм подачі конвеєрної стрічки, який виконано у вигляді верхнього приводного валка 7 і нижнього шліцевого вала 8 з поперечним профілем і розмірами шліців аналогічними профілю конвеєрної стрічки 6, які розміщені один над одним у вертикальній площині. Привід механізму подачі здійснюється відомим способом від електродвигуна 9, який з'єднаний з системою керування лінії.

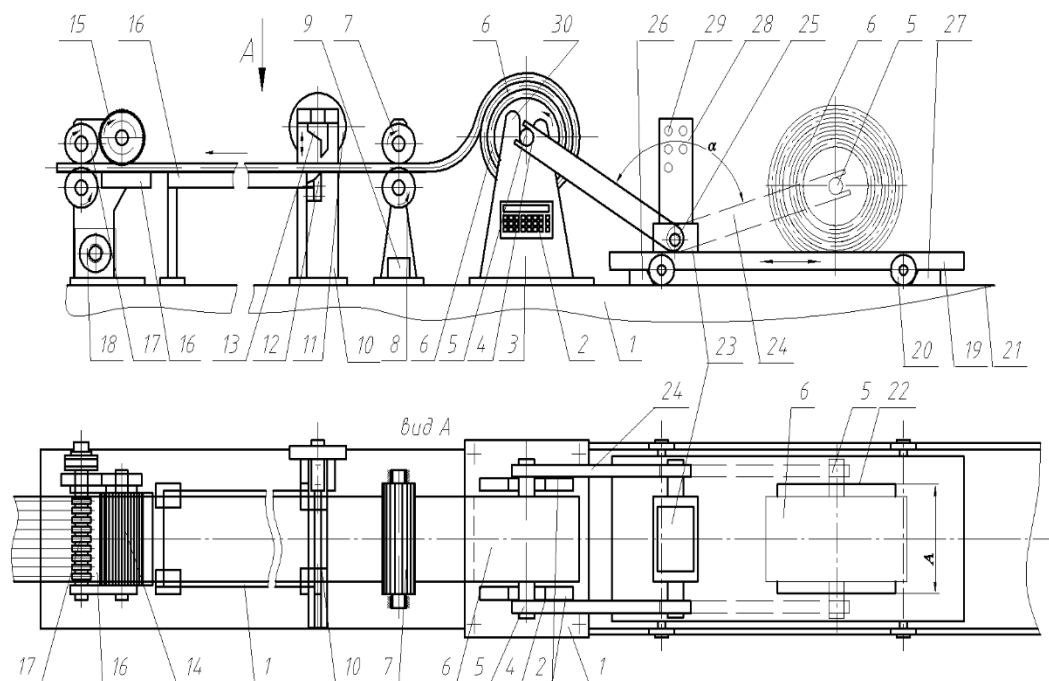


Рис. 1. Лінія порізки конвеєрної стрічки на смуги

За приводними валками у напрямку руху конвеєрної стрічки і паралельно їм встановлено ножиці 10 з горизонтальними різальними ножами, які є паралельні конвеєрній стрічці, маховика 11, нижнього нерухомого ножа 12, який жорстко закріплено до станини ножиць і верхнього ножа 13, який жорстко кріпиться до повзуна (на кресленні не показаний) і рухається у вертикальному напрямку періодично від приводу.

Нижній шліцевий вал 8 зв'язаний з датчиком довжини (на кресленні не показаний), який встановлений в пульті керування 2. Далі по ходу конвеєрної стрічки 6 встановлено притискний валок 14 з насічками 15 для кращої її подачі в зону різання, який притискає стрічку до столу 16 в зоні різання парами дискових ножів 17, які виконані у вигляді ножових блоків по два на кожному, осі яких є паралельними між собою, які обертаються від приводу 18.

В зоні завантаження рулонів встановлено візок, який складається з рамки

19 на двох осях якої встановлено колеса 20, які рухаються по рейках 21. З правої сторони дна рамки зі сторони бухти виконано проріз 22 шириною А в який встановлюють бухту у вертикальному положенні. Бухта навита на вал 5, яким вона встановлюється в опори 4. На рамці 19 візка встановлено пневматичний підіймач 23, який з'єднаний з двома вилками 24 віддаль між якими є більшою ширини опори. Обидві вилки 24 провертаються на валку 25 в межах кута $\alpha=100^\circ$ з допомогою пневмоциліндра. Причому зверху вилки виконані відкриті пази шириною більшою діаметра кінців вала 5 з можливістю його вільного заходу. З лівої сторони колеса при переміщенні візка впираються в постійну опору 26, а з правої встановлюється переставна опора 27 для фіксації візка при перевантаженні бухти. На візку встановлена вертикальна стійка 28 з пультом керування 29, який забезпечує переміщення візка і провертання вилок 24 як з бухтою, так і без неї. Ліва сторона 30 опори 4 виконана видовженою для зручності встановлення бухти 6.

Процес завантаження бухти на опору 4 характеризується кутовою швидкістю обертання ω , яка дорівнює:

$$\omega = \frac{V_{\max}}{l} - \frac{V_{\max}}{l \cdot t_k} \cdot t; \quad (1)$$

де l – довжина вилки, мм.

При цьому виникає кутове прискорення ε :

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = -\frac{V_{\max}}{l \cdot t_k} \quad (2)$$

Необхідний крутний момент повороту вилки визначають з залежності:

$$M = F \cdot l \quad (3)$$

Для забезпечення міцності вилки необхідно, щоб виконувалась наступна залежність:

$$\sigma_{зг} = \frac{M}{2 \cdot W_{oc}} < [\sigma]_{зг}, \quad (4)$$

де $\sigma_{зг}$ – напруження згину у вилці, МПа;

W_{oc} – осьовий момент опору поперечного січення вилки, мм⁴;

$[\sigma]_{зг}$ – допустимі напруження згину матеріалу вилок, МПа.

Осьовий момент опору визначають з залежності:

$$W_{oc} = \frac{d \cdot h^2}{6}; \quad (5)$$

де b – ширина вилки, мм;

h – товщина вилки, мм.

По результатах досліджень побудовані графіки залежностей сили тяги від маси бухти (рис.2), від кута нахилу вилки (рис.3) і максимальної швидкості руху вилки.

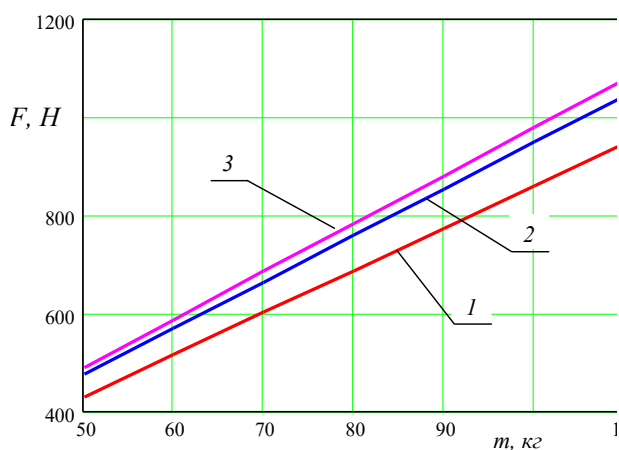


Рис. 2. Графік залежності сили тяги від маси бухти:
1 – $\alpha=1$ рад; 2 – $\alpha=1,2$ рад;
3 – $\alpha=1,3$ рад

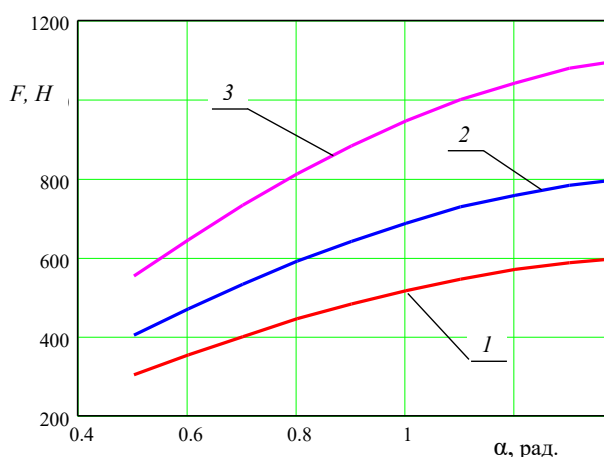


Рис. 3. Графік залежності сили тяги від кута нахилу вилки:
1 – $m=60$ кг; 2 – $m=80$ кг;
3 – $m=110$ кг

Як видно з графіка сила тяги значно збільшується із збільшенням її маси.

З графіка видно, що із збільшенням кута нахилу сила тяги значно збільшується.

Висновки. На основі проведених досліджень сформульовано такі основні висновки:

1. У роботі розглянуто конструкцію та принцип дії удосконаленої лінії для різання конвеєрної стрічки на смуги, яка оснащена механізованим завантажувальним пристроєм для перевантаження бухт значної маси та механізмом примусової подачі стрічки в зону різання.

2. Розроблено розрахункову схему процесу завантаження бухти конвеєрної стрічки та отримано аналітичні залежності для визначення кутової швидкості, кутового прискорення та необхідного крутного моменту повороту вилок завантажувального механізму.

3. Виведено умови міцності елементів завантажувального пристрою,

зокрема вилок, та встановлено залежності для визначення допустимих напружень згину з урахуванням геометричних параметрів їх поперечного перерізу.

4. На основі теоретичних досліджень побудовано графічні залежності сили тяги від маси бухти та кута нахилу вилок, які показали, що збільшення маси бухти та кута її підйому суттєво підвищує силові навантаження на елементи механізму, що необхідно враховувати при проектуванні та виборі параметрів приводу.

5. Отримані аналітичні залежності та результати досліджень можуть бути використані для інженерного розрахунку і оптимізації параметрів завантажувальних і подаючих пристроїв ліній різання конвеєрних стрічок, а також при модернізації обладнання з метою підвищення його надійності, довговічності та енергоефективності.

Список використаних джерел:

1. Логуш І. В., Фльонц О. В. Дослідження процесу подачі конвеєрної стрічки в зону різання верстата / І. В. Логуш, О. В. Фльонц // Збірник наукових праць. – Житомир, 2009. – С. 87–92.
2. Рублюк О. В. Розробка технології одержання виробів з вторинної полімерної сировини.: Дис. ...канд. техн. наук: 05.02.08. – Львів, 1994, 190с.
3. Висновок про видачу деклараційного патенту на корисну модель № u2007 07019 від 22.06.2007. Матвійчук А.В., Брошак І.І., Фльонц О.В., Гевко І.Б. Лінія для порізки конвеєрної стрічки.
4. Фльонц О. В. Умови подачі конвеєрної стрічки в зону різання / О. В. Фльонц // Матеріали наукової конференції Тернопільського державного технічного університету ім. І. Пулюя. – Тернопіль, 2008. – С. 45–49.
5. Фльонц О. В. Дослідження процесу подачі гладкої конвеєрної стрічки в зону різання / О. В. Фльонц // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – 2008. – № 3. – С. 112–118.
6. Бельмас І. В., Колосов Д. Л., Білоус О. І. Алгоритм розрахунку на міцність конвеєрної стрічки з отворами // Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету. – Кам'янське, 2020. – № 1(36). – С. 23–30.
7. Куроп'ятник О. С. Параметрична оптимізація стрічкових конвеєрів за критерієм енергоефективності / О. С. Куроп'ятник // Наука та прогрес транспорту. – 2019. – № 2. – С. 65–72.
8. Руднев М. А. Підвищення енергоефективності роботи стрічкового конвеєру : кваліфікаційна робота / М. А. Руднев. – Кропивницький : КНТУ, 2021. – 78.
9. Кошкін Д. Л. Модернізація роботи стрічкового конвеєру у складі технологічного циклу : кваліфікаційна робота / Д. Л. Кошкін. – Миколаїв : МНАУ, 2022. – 82.