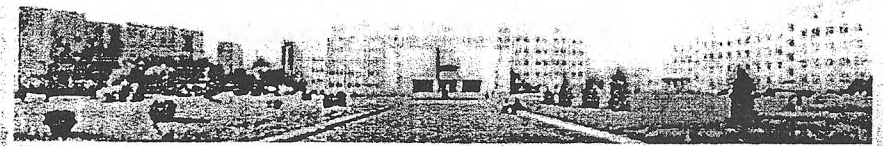


МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
Вінницького державного аграрного університету

Випуск 38



Вінниця-2009

<i>Костенко В. М., Суховуха С. М.</i>	282
ПЕРЕТРАВНІСТЬ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН РАЦІОНІВ ПОРΟΣЯТ ПРИ ЗГОДОВУВАННІ ЖИРОВОЇ ТА ЖИРОЛІЗИНОВОЇ ДОБАВОК	
<i>Кульчицька А. П.</i>	286
ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ В УМОВАХ ПОСТІЙНОГО І ЗМІННОГО РЕЖИМІВ ДНЯ У РІЗНІ ТЕРМІНИ ЛАКТАЦІЇ	
<i>Курнаєв О. М., Нікітенко Л. Г., Костенко В. М., Сироватко К. М., Шуткевич З. П.</i>	294
ЯКІСТЬ ТА ПРОДУКТИВНА ДІЯ КУКУРУДЗЯНОГО СИЛОСУ З КОНСЕРВАНТОМ "БІОКОНТ" ПРИ ВІДГОДІВЛІ МОЛОДНЯКУ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ	
<i>Льотка Г. І., Козюк В. В.</i>	301
ПЕРЕТРАВНІСТЬ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН ТА ОБМІН АЗОТУ У МОЛОДНЯКУ СВИНЕЙ ПРИ ЗГОДОВУВАННІ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТУ МІНАЗИ	
<i>Мазуренко М. О., Марчук О. П.</i>	307
ПРОДУКТИВНІСТЬ БУГАЙЦІВ ПРИ ЗГОДОВУВАННІ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТУ МЕК-БТУ-4	
<i>Непорочна О. Т.</i>	313
НЕСУЧИСТЬ, ЯКІСТЬ ЯЄЦЬ І М'ЯСА КУРОК ЗА ДІЇ ГІРЧИЧНОЇ ТА ГАРБУЗОВОЇ МАКУХИ	
<i>Овсієнко С. М., Вознюк О. І., Тищенко В. А., Ліцький О. Ф.</i>	320
ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА СТАН ШЛУНКУ СВИНЕЙ ПРИ ВИКОРИСТАННІ В РАЦІОНАХ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ	

<i>Поліщук Т. В.</i>	327
НАДОЇ КОРІВ ЗА ЛАКТАЦІЮ У ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД МІСЯЦЯ ОТЕЛІВ ТА ПЕРЕХІДНОГО ПЕРІОДУ ІЗ СТІЙЛОВОГО НА ЛІТНІЙ	
<i>Яремчук О. С., Мороз І. В.</i>	335
РЕКОНСТРУКЦІЯ ТВАРИННИЦЬКОЇ БУДІВЛІ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЯЛОВИЧИНИ З РОЗМІЩЕННЯМ ТВАРИН У ПОПЕРЕК ПРИМІЩЕННЯ	
МЕХАНІЗАЦІЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА	
<i>Гевко Р. Б., Любін М. В., Токарчук О. А.</i>	342
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГНУЧКИХ СПІРАЛЬНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ВАНТАЖІВ	
<i>Деркач В. В.</i>	352
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ПО ТЕХНОЛОГІЇ ЗАГОТІВЛІ ЯКІСНОГО СІНА	
<i>Посвятенко Е. К., Паладійчук Ю. Б., Будяк Р. В.</i>	359
РЕГУЛЯРНІ МАКРОРЕЛЬЄФИ ЯК ЧИННИКИ ПРИМУСОВОГО ПОДІЛУ СТРУЖКИ ПРИ ПРОТЯГУВАННІ	
<i>Топілін Г. С., Умінський С. М., Бандура В. М.</i>	364
УНІВЕРСАЛЬНЕ ГІДРОДИНАМІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА ДО ПОТРЕБ МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ	

МЕХАНІЗАЦІЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

УДК: 621.867.41

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГНУЧКИХ СПІРАЛЬНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ВАНТАЖІВ

ГЕВКО Р.Б., доктор технічних наук

ЛЮБІН М.В., кандидат технічних наук

ТОКАРЧУК О.А.

Вінницький державний аграрний університет

*У статті аналізуються питання транспортування вантажів різними
циліндричними спірально-гвинтовими системами та розглядаються нові
напрями наукових досліджень*

Вступ. Вітчизняна промисловість забезпечує машинами та обладнанням усі галузі виробництва. Проте, за деякими техніко-економічними показниками (матеріаломісткість, надійність, довговічність) машини, в тому числі транспортуючі, на сьогодні відстають від машин зарубіжних фірм. Тому першочерговим завданням є підвищення якості машин, їхньої довговічності та продуктивності, створення нових комплексів машин з високими параметрами на основі застосування нових ідей, нових матеріалів, нових технологій.

Подальший розвиток народного господарства країни вимагає значного розширення номенклатури машин, підвищення їх продуктивності за рахунок використання науково-технічних досягнень. Вирішення цих проблем вимагає глибокого вивчення процесів обробки і транспортування різних матеріалів, особливо машинами безперервного транспорту, які дають змогу механізувати та автоматизувати виробництво. До таких процесів можна віднести транспортування та обробку продуктів та матеріалів за допомогою гвинтових пристроїв та конвеєрів.

Постановка проблеми. На сучасних підприємствах транспортуючі та технологічні лінії взаємопов'язані та представляють єдину виробничу систему. Правильна організація і безперебійна робота міжопераційного та технологічного транспортування є невід'ємною умовою успішної роботи підприємства.

Тісний зв'язок конвеєрів з заданим технологічним процесом виробництва обумовлює їх високу відповідальність. Порушення роботи лише одного конвеєра із загальної транспортно-технологічної системи викликає розлад роботи всього комплексу машин та підприємства в цілому. Будь-яка автоматично-технологічна система не може працювати при неполадках транспортуючих машин. Отже, транспортуючі машини безперервної дії є виключно важливою та відповідальною ланкою обладнання сучасного підприємства. Ці машини повинні бути надійними, міцними і довговічними, простими в експлуатації та забезпечувати автоматизацію виробничих процесів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Великий внесок у формування наукових основ розробки і дослідження технологічних процесів подачі матеріалів гвинтовими конвеєрами зробили такі вчені: Василенко, А.А. Омельченко, А.М. Григор'єв, Л.М. Купчик, Г.І. Коваленко, В.Д. Ткач та багато інших.

Результати дослідження. Конвеєри на сучасних підприємствах використовують у якості: 1) високопродуктивних транспортуючих машин, які переміщують сировину (вантажі) від одного пункту до іншого; 2) навантажувально-розвантажувальних машин; 3) машин для переміщення сировини (вантажів) за технологічним процесом виробництва.

Висока продуктивність, відносно проста конструкція дають змогу використовувати гвинтові пристрої та конвеєри для отримання багатоскладникових продуктів або напівфабрикатів як у дискретних технологічних системах, так і в складі високопродуктивних автоматичних ліній.

Як у нашій країні, так і за кордоном крім жорстких гвинтових механізмів все більш широко застосовують гнучкі гвинтові спіральні конвеєри.

Гнучкий гвинтовий конвеєр є різновидністю традиційного гвинтового конвеєра, та порівняно з ним, він має значно меншу металомісткість.

Гнучкий гвинтовий конвеєр складається з однієї (або двох) гвинтових гнучких спіралей, що розташовані у трубопроводі, інколи навіть гнучкому, відповідного діаметра. Під час роботи гвинтові спіралі обертаються, транспортуючи вантаж, що потрапив у трубопровід. Ці конвеєри застосовують: при складних плоских або просторових трасах; при дотриманні відповідної герметичності транспортування; при непостійних місцях завантаження або розвантаження вантажу.

Гнучкими гвинтовими конвеєрами можна транспортувати порошковидні, зернисті, також дрібношматкові (до 20 мм) вантажі. Вантажі можуть бути: малої важкості переміщення (зерно, кукурудзяна крупа, просо); середньої (борошно, цемент) і великої важкості перевезення (пісок, крейда). Відносять вантаж до відповідної категорії залежно від ступеня їх ущільнення при переміщенні, величини початкового опору зсуву, амбразивності, злежуваності, налипання до спіралі і кожуха.

Гнучкі гвинтові конвеєри мають просту і компактну конструкцію і можуть бути як стаціонарними, так і пересувними. Продуктивність гнучкого гвинтового конвеєра може становити 0,88...12 м³/год. Дальність транспортування – до 120 м. Діаметр трубопроводу – до 100 мм.

Ідея транспортування матеріалу циліндричною пружиною, що обертається, поміщеною в кожух, виникла порівняно давно і належить Х. Плюсту і Ф. Аренсу, які в 1926, 1928 роках запатентували в Німеччині новий вид конвеєра для переміщення вантажів.

Комплексне дослідження пружинного транспортера було почато в 1956 році Преображенським П.А. під керівництвом професора Григор'єва А.М. Деякі аспекти застосування пружинних транспортерів в сільськогосподарському виробництві розглянуті в роботах Резніка Є.І., Каптура З.Ф., Артюх Н.Ф., Бок Н.Б., Кудзієва Е.М. та інших.

В перших теоретичних дослідженнях пружинних транспортерів (гнучких шнеків) Преображенським П.А. вивчалися питання руху ізольованої матеріальної точки в загальному випадку похилого швидкохідного шнека, що є загальними і для пружинного гнучкого шнека. Автор достатньо широко розглянув питання визначення продуктивності гнучкого шнека і споживаної ним потужності при транспортуванні порошкоподібних і дрібнозернистих матеріалів, висвітлив питання визначення середньої осевої швидкості переміщення матеріалів, оптимального кроку і частоти обертання гвинта. На підставі експериментальних досліджень, суміщаючи теорію руху ізольованої матеріальної точки з деякими закономірностями руху маси матеріалу в конвеєрах, ним виведена формула для визначення продуктивності гнучкого шнека (спірально-гвинтового або пружинного транспортера). Потрібну потужність він рекомендує визначати шляхом введення коефіцієнта опору переміщуваного матеріалу, який коливається в межах 5...20, залежно від виду матеріалу і характеру траси транспортування.

У разі безстержневого шнека (пружинного транспортера) Преображенський П.А. [1] рекомендує визначати продуктивність згідно рівняння:

$$W = K_{\text{ж}} F_{\text{к}} v_{\text{зм}} \rho,$$

де $K_{\text{ж}}$ - коефіцієнт заповнення жолоба; ρ - об'ємна маса вантажу; $F_{\text{к}}$ - площа поперечного перетину кожуха; $v_{\text{зм}}$ - середня осьова швидкість маси матеріалу що транспортується. А теоретичні і експериментальні дослідження направити на виявлення можливо простого виразу значення коефіцієнта продуктивності тільки через конструктивні параметри шнека, і при визначенні середньої осьової швидкості переміщення матеріалу користуватися середньою осьовою швидкістю ізольованої матеріальної точки, постійно притиснутої до кожуха силою інерції, що рухається.

Для випадку транспортування порошкоподібних і дрібнозернистих матеріалів, з урахуванням теоретичних і експериментальних досліджень, Преображенський П.А. рекомендує наступну формулу для визначення продуктивності гнучкого шнека:

$$W = \frac{150 n_s d^2}{D_k \left(\frac{D_k^2 - \delta^2}{\sin \alpha} \right) \sin \alpha_k \frac{\cos(\alpha_k + \varphi_1) \rho}{\cos \varphi_1}},$$

де n_s - частота обертання транспортуючої спіралі, хв^{-1} ; d - зовнішній діаметр спіралі, м; D_k - діаметр гнучкого кожуха, м; δ - діаметр дроту спіралі, м; $\alpha = \arctg S / \pi d_{\text{сп}}$ - кут нахилу гвинтової лінії до осі пружини, градусів; S - крок гвинтової лінії, м; $d_{\text{сп}} = (d_1 - \delta)$ - середній діаметр спіралі, м; d_1 - зовнішній діаметр спіралі, м; $\alpha_k = \arctg S / \pi D_k$ - робочий кут нахилу гвинтової лінії до осі кожуха, градусів; φ - кут тертя ковзання матеріалу, що транспортується, за матеріалом спіралі, градусів; ρ - об'ємна маса вантажу, т/м^3 .

Порівняльна оцінка значення продуктивності по даній формулі для гнучкого шнека з внутрішнім діаметром гумового кожуха 38 мм, зовнішнім діаметром транспортуючої спіралі 34 мм, кроком гвинтової лінії спіралі 43 мм, діаметром дроту 5 мм, матеріал - кукурудзяна крупа і хлористий калій, показала, що розбіжності від експериментальних значень не перевищують 12%.

В роботі Каптура З.Ф. [2] наголошується, що при невеликих частотах обертання робочого органу пружинно-гвинтового транспортера, на зовнішні шари перемішуваного матеріалу безперервно впливає поверхня спіральної пружини, примушуючи їх переміщатися як в осьовому, так і в окружному напрямках. Зовнішні шари через внутрішнє тертя матеріалу захоплюють в рух навколишні до них внутрішні шари, а ці, в свою чергу, захоплюють в рух прилеглі до них шари. Середня осьова швидкість всього потоку матеріалу залежить від швидкості і характеру переміщення зовнішнього шару. При великих швидкостях обертання робочого органу спостерігається не плавне ковзання матеріалу щодо кожуха і спіральної пружини, як це відбувається при малих швидкостях обертання, а стрибкоподібне, через ударну дію робочого органу на матеріал. Продуктивність рекомендується визначати введенням коефіцієнта продуктивності, що складається з добутку декількох коефіцієнтів.

В роботах Резніка С.І. [3,4,5] із співавторами розглянуті процеси переміщення сипких кормів спірально-гвинтовими транспортерами з урахуванням режимів роботи і обліком відцентрових сил інерції. Рекомендуються рівняння для визначення коефіцієнта осьового відставання частинки матеріалу від осьової швидкості переміщення гвинтової поверхні пружини.

Також він наголошує на перевагах спірально-гвинтових транспортерів: швидкість обертання пружини значно вища за швидкість робочого органу шнекового транспортера, що дає можливість, не

знижуючи продуктивності, зменшити діаметр рукава транспортера і зробити його більш компактним; простота конструкції, в якій відсутні будь-які передавальні механізми від двигуна до робочого органу; маса матеріалу може транспортуватися по просторовій кривій при різних вигинах рукава транспортера; еластичність гвинтової пружини значно знижує ударні навантаження маси, що транспортується, і зменшує її дроблення.

Спіральні-гвинтові транспортери можуть бути виготовлені трьох основних типів: транспортери з однією циліндровою гвинтовою пружиною, коли пружина виконує роль звичайного шнека, і, обертаючись, просуває матеріал уздовж рукава; із змінним діаметром пружини (наприклад, Топен - Франція); з двома гвинтовими пружинами різного діаметра, різного напрямку обертання різної навівки спіралі. Внутрішня пружина при цьому варіанті компоновки виконує і роль очищення, що запобігає забиванню кожуха матеріалом. Продуктивність двопружинних транспортерів при звичайному переміщенні сипких матеріалів на 40...50 % вище, ніж транспортерів з однією пружиною.

Рекомендовані параметри гвинтових пружин:

Зовнішній діаметр пружини, мм	25...50	75...90	90...110
Довжина гвинтової пружини, м	16...15	10...8	8...3
Товщина дроту, мм	4...6	6...8	8...10
Продуктивність, м ³ /год	1...4	6...8	8...10

Транспортуючі спіральні системи широко використовуються в технологічних процесах передовими країнами світу, наприклад в Німеччині фірмами «Аwila», «Neuego» для транспортування сипучих кормів у птахо комплексах та свинокомплексах. Технічна характеристика обладнання з використанням обертаючих гвинтових спіралей наведена в проспектах фірм.

Про ефективність спіральні-гвинтових транспортерів можна судити за наступними даними:

- «Дж. Мартін», Франція: продуктивність 8 т/год, довжина пружини 10 м, внутрішній діаметр труби 63,5 мм, потужність двигунів 1,62 і 0,625 кВт, частота обертання пружин 1400 і 2800 хв⁻¹;
- «Ланделл», Англія: продуктивність 10 т/год, довжина пружини 9,1 м, внутрішній діаметр труби 76,2 мм, потужність двигуна 2,2 кВт, частота обертання пружин 1400 і 2800 хв⁻¹;
- «Ф. Зеглер», Німеччина: продуктивність 8 т/год, довжина пружини 10 м, діаметр труби 63,5 мм, потужність двигуна 2,2 кВт, частота обертання пружин 1400 і 2800 хв⁻¹;
- «Н. Белояніс», Німеччина: продуктивність 15 т/год, довжина пружини 10м, діаметр труби 110 мм, потужність двигуна по 2,2 кВт, частота обертання пружин по 1000 хв⁻¹;
- ПШП - 10, Росія: продуктивність 10 т/год, діаметр труби 120 мм, довжина траси 3,4 м, частота обертання шнека 550 хв⁻¹ потужність приводу 0,735 кВт, маса 170 кг;
- Трьохпружинний, Франція (А.Топен): продуктивність 12 т/год, діаметр труби 90 мм, довжина траси 10 м, частота обертання пружин 1400 і 2800 хв⁻¹, потужність приводу 1,1 кВт, маса 100 кг.

Поряд з обертаючими транспортними спіралями деякі зарубіжні фірми використовують транспортуючі кільцеві спіралі, які переміщуються прямолінійно, принцип транспортування вантажу подібний до скребкових конвеєрів з контурними скребками.

Аналіз показує, що спіральні-гвинтові транспортери мають достатню для сільськогосподарського виробництва продуктивність і по своїх

техніко-економічних показниках не поступаються звичайним гвинтовим конвеєрам.

Висновки.

1. Існуючі технічні засоби транспортування навантаження, вивантаження і зберігання продукції рослинництва і тваринництва, приготування і роздачі рідких і напіврідких кормів, прибирання території тваринницьких комплексів недостатньо повно забезпечують комплексну механізацію всіх технологічних процесів виробництва і переробки продукції рослинництва і тваринництва.
2. Конструкції існуючих технічних засобів надмірно різноманітні, не універсальні, метало- і енергоємні.
3. Останнім часом в нашій країні і за кордоном все більше застосування знаходять технічні засоби з пружинно-транспортуючими робочими органами, що забезпечують переміщення сипких, рідких і напіврідких сільськогосподарських матеріалів по складних трасах, а також рідин з високою густиною і в'язкістю з великими органічними включеннями.
4. Не дивлячись на широке застосування шнеків в промисловості, теорія їх ще недостатньо розроблена, особливо безстержневих спірально-гвинтових транспортерів при обертанні пружини у відкритому жолобі і закритому кожусі.
5. Теорія спірально-гвинтових систем для сипучих матеріалів базується в основному на теорії переміщення частинок вантажу у шнекових конвеєрах, однак вона недостатньо адекватно відтворює умови переміщення вантажів та кормів у пристроях, робочим органом яких є обертаюча пружина.
6. Практично відсутні теоретичні та експериментальні дослідження для оцінки продуктивності та енергетичних характеристик

спірально-гвинтових систем, в яких спіралі переміщуються прямолінійно.

Література

1. Преображенский П.А., Григорьев А.М. Сравнительная оценка методов расчёта производительности односпирального гибкого шнека // Химическое и нефтяное машиностроение. – 1970. – №13.
2. Каптур З.Ф. Исследование и разработка средств механизации транспортирования и дозирования концентрированных кормов в кормоцехах свиноводческих ферм. Автореферат дисс. к.т.н. – Минск, 1969. – С.19.
3. Резник Е.И. Исследование процесса перемещения сыпучих кормов спирально-винтовыми транспортёрами. Автореферат дисс. к.т.н. – М., 1970. – 34 с.
4. Резник Е.И. Исследование работы спирально-винтовых транспортёров // Тракторы и сельхозмашины. – 1971. – №8.
5. Артемьев В.Г., Артюшин А.А., Резник Е.И. Пружинно-транспортирующие рабочие органы сельскохозяйственной техники. Москва-Ульяновск, 2005. – 554 с.
6. Исаев Ю.М. Технология перемещения сыпучих и жидких сельскохозяйственных материалов спирально-винтовыми рабочими органами. Автореферат дисс. д.т.н. – Ульяновск, 2006. – 46 с.

SUMMARY

The questions of transporting of loads by different cylinder spiral-screw systems are analyzed in the article and new the directions of scientific researches are examined.