

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 621.867.2:631.372:004.9:620.92

DOI <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-4.31>

Басова Ю. О.

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри механічної та електричної інженерії,
Полтавський державний аграрний університет
Полтава, Україна*

E-mail: yuliia.basova@pdau.edu.ua

ORCID: 0000-0003-4057-7712

Левченко Ю. В.

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри механічної та електричної інженерії,
Полтавський державний аграрний університет
Полтава, Україна*

E-mail: yuliia.levchenko@pdau.edu.ua

ORCID: 0000-0001-7087-3681

Проценко О. Ю.

*здобувач ступеня доктора філософії
(третій освітньо-науковий рівень вищої освіти),
Полтавський державний аграрний університет
Полтава, Україна*

E-mail: oleksandr.protsenko@pdau.edu.ua

ORCID: 0009-0003-1582-722X

Качур С. В.

*здобувач ступеня доктора філософії
(третій освітньо-науковий рівень вищої освіти),
Полтавський державний аграрний університет
Полтава, Україна*

E-mail: serhii.kachur@pdau.edu.ua

ORCID: 0009-0001-4873-632X

АНАЛІЗ ПАТЕНТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ЩОДО ІННОВАЦІЙНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ СТІЧКОВИХ ТРАНСПОРТЕРІВ

Анотація

У статті розглянуто актуальні проблеми розвитку та вдосконалення стрічкових транспортерів, що широко застосовуються у сільському господарстві. Традиційні конструкції характеризуються низкою суттєвих недоліків, серед яких – швидкий знос транспортерних стрічок, значні енерговитрати, підвищені експлуатаційні витрати та складність обслуговування. Ці чинники призводять до зниження надійності, збільшення простой та передчасного виходу обладнання з ладу. Метою дослідження є проведення патентного аналізу, спрямованого на ідентифікацію сучасних інженерних рішень та визначення

перспективних напрямів удосконалення стрічкових транспортерів. Для цього було застосовано розширений пошук у Спеціальній інформаційній системі УКРНОІВІ з урахуванням ключових класів Міжнародної патентної класифікації.

Аналіз показав, що патентну активність зосереджено навколо трьох основних напрямів: удосконалення механічних компонентів (привідні вузли, барабани, роликоспоори, натяжні пристрої), що сприяє підвищенню довговічності та зниженню витрат на обслуговування; інтеграції інтелектуальних систем контролю, моніторингу та діагностики, які забезпечують прогнозне технічне обслуговування та оптимізацію роботи у режимі реального часу; розробленні нових матеріалів для транспортерних стрічок із підвищеною зносостійкістю, у тому числі композитних та самовідновлюваних, а також удосконалення конструкцій із метою підвищення енергоефективності й екологічної безпеки.

Отримані результати мають практичне значення для створення конкурентоспроможних конвеєрних систем, які відповідають сучасним вимогам надійності, енергоефективності та сталого розвитку.

Ключові слова: стрічковий транспортер, конвеєрна стрічка, патентний пошук, сільське господарство.

Вступ. Стрічкові транспортери є одним із найбільш поширених і ефективних засобів для транспортування матеріалів, які широко застосовуються у промисловості, сільському господарстві, будівництві та гірничодобувній сфері. Їх універсальність, висока продуктивність та можливість автоматизації процесів роблять цю техніку незамінною у сучасному виробництві [3; 4, с. 12–38; 6; 8; 9; 11, с. 4–8; 12; 14; 15, с. 65–75].

Разом із тим експлуатація стрічкових конвеєрів супроводжується низкою проблем. Однією з ключових є швидкий знос стрічки, на яку припадає від 50% до 70% вартості всієї системи, а витрати на її амортизацію становлять до 80% загальних ремонтних витрат [4, с. 63–65]. Додатковими чинниками є високі енергетичні витрати, значні динамічні навантаження під час пуску і гальмування, а також складність обслуговування окремих вузлів [6; 12]. До цього додаються зовнішні чинники: агресивне виробниче середовище, пил, волога, висока температура, що призводять до механічних пошкоджень і скорочення терміну служби обладнання.

Питання енергоефективності та надійності транспортерів набуває особливого значення в умовах зростання вартості енергоресурсів і потреби у підвищенні безпеки виробництва. Як показують сучасні дослідження, оптимізація конструкцій та застосування нових матеріалів здатні суттєво знизити експлуатаційні витрати, однак для цього необхідно враховувати специфіку робочих умов та технологічних процесів [14].

Важливим інструментом у визначенні напрямів удосконалення є патентний аналіз, який дає змогу:

- відстежити рівень науково-технічного прогресу в галузі;
- ідентифікувати найбільш перспективні конструктивні рішення;
- виявити тенденції розвитку інтелектуальних систем діагностики та контролю;
- визначити «білі плями» у сфері конвеєрних технологій, де існує потреба у нових дослідженнях

[1, с. 108–110; 2; 5; 7; 16; 17].

Таким чином, систематичний аналіз патентної бази створює передумови для пошуку інноваційних рішень, що сприятимуть підвищенню довговічності, енергоефективності та функціональної надійності стрічкових транспортерів. Це зумовлює актуальність вибраної теми та її практичне значення для розвитку галузевого машинобудування.

Мета роботи – проаналізувати існуючі патенти, виявити тенденції та окреслити перспективні напрями вдосконалення стрічкових транспортерів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для проведення нашого дослідження був застосований комплексний підхід до патентного пошуку. Аналіз міжнародних патентних баз (WIPO, Espacenet, Google Patents) свідчить, що найбільшу активність у сфері стрічкових транспортерів демонструють:

Китай – лідирує за кількістю поданих заявок. Основні розробки стосуються здешевлення конструктивних рішень, удосконалення пристроїв для з'єднання та ремонту стрічок, а також створення комплексних конвеєрних систем, орієнтованих на потреби гірничої та вугільної промисловості.

США – значна частина патентів спрямована на впровадження високотехнологічних матеріалів для стрічок, розроблення енергоефективних приводів і систем автоматизації.

Німеччина – характеризується розробленням промислових конвеєрів з акцентом на модульні конструкції, спеціалізовані секції та системи контролю навантаження.

Японія – зосереджується на підвищенні точності, надійності та ергономічності обладнання. Значна частка патентів стосується компактних систем для виробничих просторів з обмеженими габаритами, а також використання високотехнологічних композитних матеріалів.

Підводячи підсумки, можна стверджувати, що Китай зберігає провідні позиції за кількісними показниками поданих патентних заявок, тоді як США, Німеччина та Японія вирізняються вищим рівнем технологічності та інноваційного характеру розробок.

Для проведення патентного аналізу було застосовано комплексний підхід, що передбачав пошук у національній патентній базі – Спеціальній інформаційній системі УКРНОІВІ, відбір ключових технічних рішень та їх систематизацію за основними напрямками інновацій. Основний фокус був зосереджений на класі B65G 15/00, який охоплює конвеєри з нескінченними вантажонесучими поверхнями, зокрема стрічками, де тягове зусилля передається за допомогою безкінечних приводних елементів [10].

У межах цього є численні підгрупи, які деталізують такі особливості:

- B65G 15/30 – стрічки або подібні нескінченні носії вантажу;

- B65G 15/32 – такі стрічки з гумового або пластикового матеріалу;
- B65G 15/34 – стрічки з підсилюючими прошарками, армовані;
- B65G 15/40-44 – стрічки з виступами, ребрами, направляючими тощо [10].

Додатково були використані споріднені класи, які допомагали розширити пошук і охопити допоміжні елементи:

- B65G 21/00 – опорні чи захисні рами або корпуси для нескінченних вантажонесучих або тягових елементів стрічкових чи ланцюгових конвеєрів;
- F16G 3/00 – з'єднувачі пасів або стрічок, наприклад для конвеєрних стрічок [10].

На першому етапі було ідентифіковано ключові класи Міжнародної патентної класифікації (IPC) [10], які безпосередньо стосуються стрічкових транспортерів та їхніх компонентів. Тобто патенти, пов'язані зі стрічковими транспортерами, можуть бути знайдені не лише в основному класі B65G 15/00, а й у пов'язаних підкласах – від самих стрічок до приводних механізмів.

Для отримання інформації про об'єкти промислової власності в Україні застосовували Спеціальну інформаційну систему УКРНОІВІ (СІС) [13]. Спеціальна інформаційна система (СІС) УКРНОІВІ – це офіційна база даних, яка містить інформацію про об'єкти інтелектуальної власності, зареєстровані в Україні. Система охоплює патенти на винаходи, корисні моделі, промислові зразки, торговельні марки та географічні зазначення. Кожен запис містить детальну інформацію про патент (назву, номер, дату публікації, винахідників, заявників), а також відомості про його правовий статус (дієвий, не дієвий, анульований тощо).

Основні критерії відбору патентних заявок для аналізу наведено на рис. 1.

Завдяки такому підходу вдалося сформувати репрезентативну вибірку патентів, що відображає сучасний стан та перспективи розвитку стрічкових транспортерів.

Конструктивні рішення	Матеріали стрічок	Енергоефективність	Автоматизація та діагностика
☐ нові типи з'єднувачів	☐ композити	☐ системи приводів	☐ системи моніторингу стану
☐ модульні секції,	☐ полімери	☐ механізми регулювання натягу	☐ прогнозування зносу
☐ спеціальні вузли	☐ армовані структури	☐ зниження втрат енергії	☐ цифрове управління

Рис. 1. Параметри відбору патентів для дослідження

Здійснювали пошук за різними критеріями, включаючи ключові слова, номери патентів, імена винахідників та класифікаційні індекси (наприклад, МПК). Для виконання пошуку було здійснено перехід до режиму розширеного пошуку (рис. 2).

При необхідності виконання пошуку за декількома параметрами Вам необхідно натиснути кнопку "Додати параметр"

Корисні моделі

Охоронний докуме...

(51) Індекс МПК

B65G15/00

+

+ Додати параметр

Показати результати

^ Сховати умови пошуку

Всього РЕЗУЛЬТАТІВ: 59

ТИП ОПВ

Сортувати за: Релевантністю

Відображати на сторінці: 50

Рис. 2. Інтерфейс функції «Розширений пошук» у СІС УКРНОІВІ

У розділі «Розширений пошук» головного меню системи вибираємо такі елементи:

1. Тип об'єкта промислової власності: зі списку доступних типів об'єктів (наприклад, винаходи, корисні моделі) користувач вибирає відповідний варіант та визначає його правовий статус, наприклад «охоронний документ».
2. Бібліографічні параметри пошуку: система надає можливість фільтрації за такими параметрами:
 - індекс МПК (наприклад, B65G15/00);
 - дата публікації – за допомогою календарного віджету можна вказати початкову та кінцеву дату;
 - додаткові критерії – наприклад, ключові слова, заявник, винахідник. Для уточнення запиту доступна кнопка «Додати параметр».

3. Виконуємо пошуковий запит (системою формується перелік документів, що відповідають критеріям).

Застосування розширеного пошуку в СІС УКРНОІВІ дало змогу виконувати глибокий і цілковито контрольований пошук патентних документів [13].

Аналіз патентної бази даних за класом B65G 15/00 «Конвеєрні системи» показав високий рівень науково-технічної активності у сфері вдосконалення стрічкових транспортерів. Було виявлено 59 патентів на корисні моделі та 22 патенти на винаходи, що свідчить про постійний пошук ефективних рішень у цій галузі [13].

Більшість розробок стосується оптимізації окремих вузлів конвеєрних систем. Значну увагу винахідники приділяють натяжним пристроям, що підтверджується патентами № 153150, № 139776 та № 126276. Удосконалення цих елементів дає змогу забезпечити стабільний натяг стрічки, знизити ризик проковзування та вібрацій, а також мінімізувати експлуатаційні витрати.

Не менш важливим напрямом є модернізація приводних та опорних вузлів. Патенти на привідні барабани (№ 147299, № 45062, № 3078), ролики (№ 94664, № 5142) та роликоопори (№ 109767, № 105876) демонструють прагнення підвищити довговічність обладнання та зменшити опір руху, що напряму впливає на енергозбереження. Додатково, увага до підшипникових вузлів (патент № 84742) свідчить про акцент на деталях, від яких залежить безперебійність роботи системи [13].

Важливою тенденцією є перехід від суто конструктивних рішень до функціональних удосконалень та «розумних» технологій. Так, патенти № 151021, № 125252 та № 124341 описують методи контролю тягової спроможності, а № 125251, № 125250 та № 124340 – способи вимірювання зусиль натягу. Використання таких рішень відкриває можливості для впровадження систем діагностики у режимі реального часу, прогнозування ремонтів та підвищення надійності обладнання.

Окремий пласт становлять розробки для специфічних умов експлуатації. Це, зокрема, крутопохилі (№ 62569, № 49869, № 28156) та трубчасті (№ 123416, № 114507) конвеєри, призначені для транспортування матеріалів у складних просторових умовах. Вони знаходять застосування у гірничодобувній промисловості, будівництві та хімічних виробництвах, де критичним є зменшення втрат матеріалів і впливу на довкілля. Додатково, інноваційними є рішення на основі канатно-стрічкових конвеєрів (№ 95851) та систем для спеціалізованих процесів, як-от гальванічна обробка (№ 12674) [13].

У групі патентів на винаходи простежується орієнтація на розширення функціональних можливостей обладнання. Так, патенти № 51881, № 61551, № 62423, № 58988, № 52130 та № 62264 спрямовані на вирішення проблем транспортування матеріалів під великим кутом. Інші приклади – самохідний конвеєр (№ 53251), конвеєр для в'язких речовин (№ 21748) та конвеєр для кар'єрів (№ 68569), що демонструють адаптацію технологій до умов конкретних галузей.

Серед патентів також простежується активність у сфері поліпшення методів контролю та діагностики. Наприклад, патент № 82051 («Спосіб лінеаризації характеристики конвеєрної ваги») відображає перехід від механічних до інтелектуальних рішень, що підвищує точність обліку матеріалів та сприяє автоматизації виробничих процесів.

Аналіз підгрупи B65G 15/30 виявив сім патентів на корисні моделі та 11 патентів на винаходи, спрямованих на вдосконалення конструктивних елементів конвеєрів. Особливо актуальними є рішення щодо з'єднань стрічок (патенти № 23260, № 24760, № 43215, № 142016), які мають критичне значення для підвищення надійності та зменшення простоїв обладнання.

Подальший аналіз патентної документації у класі B65G 15/00 показав, що значна увага приділяється проблемі з'єднання та стикування конвеєрних стрічок. Патенти на винаходи № 7360, № 35622, № 70666, № 4643, № 61022, № 105869 та № 106711 охоплюють різні аспекти цього завдання – від пристроїв попередньої обробки стрічки до конструкцій з'єднувачів і скоб для стрічок різних типів. Це підкреслює прагнення розробників до підвищення надійності з'єднань, що безпосередньо впливає на зменшення простоїв обладнання та витрат на його обслуговування [13].

Окрему групу становлять патенти, спрямовані на створення цілісних конвеєрних систем, адаптованих до конкретних умов експлуатації. Наприклад, патент № 50054 на «Стрічковий телескопічний конвеєр» орієнтований на роботу в обмежених просторах, тоді як патент № 61348 на «Крутопохилий стрічковий конвеєр» вирішує завдання транспортування матеріалів під великими кутами. Обидві розробки свідчать про зростання уваги до універсальності та мобільності конвеєрних систем.

У контексті контролю та діагностики заслуговує на увагу патент № 121977, який описує «Спосіб визначення згинальної жорсткості конвеєрної стрічки і пристрій для його реалізації». Подібні розробки підтверджують перехід від суто механічних рішень до інтеграції інженерних і діагностичних методів, що сприяє підвищенню надійності та прогнозованості роботи обладнання.

У підгрупах B65G 15/32 та B65G 15/34 акценти зміщено на матеріали та конструкцію самих стрічок. Тут переважають патенти, що описують гумові й пластикові стрічки, а також варіанти з армуванням чи посилюючими прошарками. Ця тенденція демонструє пошук шляхів підвищення зносостійкості та довговічності ключового елемента транспортерної системи.

Додатково було проведено патентний пошук у спорідненому класі B65G 21/00, що охоплює допоміжні елементи. У результаті виявлено 11 патентів на винаходи, з яких сім присвячено саме конвеєрним системам і вузлам, серед них: натяжні пристрої (№ 16518), конструкції поставів (№ 16505, № 50310, № 51935), секції (№ 1728) та завантажувальні механізми (№ 87906, № 13237). Інші чотири патенти стосуються суміжних сфер (автомобільна промисловість, харчове виробництво, пакування) і лише частково дотичні до стрічкових конвеєрів.

Серед 13 патентів на корисні моделі цього класу дев'ять безпосередньо стосуються стрічкових конвеєрів та їхніх компонентів. Найбільш показовими є розробки амортизаційних секцій (№ 69340, № 69339), завантажувальних блоків для крутопохилих конвеєрів (№ 88957, № 58134), закритих транспортерів і конвеєрів з укриттям (№ 108628, № 151329), а також пристроїв для захисту стрічки (№ 154398). Важливим напрямом залишаються рішення з аспірації та регулювання пиловиділення (№ 66777, № 88818), що має особливе значення під час роботи із сипучими матеріалами [13].

Таблиця 1. Узагальнений аналіз патентів з удосконалення стрічкових конвеєрів

Напрямок удосконалення	Приклади патентів	Суть розробок	Практичне значення
Натяжні пристрої	№153150, №139776, №126276, №16518	Пристрої для забезпечення стабільного натягу стрічки	Зниження проковзування, вібрацій, витрат на обслуговування
Привідні вузли та роликоопори	№147299, №45062, №3078, №94664, №5142, №109767, №105876, №84742	Привідні барабани, ролики, опори, підшипникові вузли	Підвищення довговічності, зниження опору руху, енергозбереження
Очищення та обслуговування	№120637, №133133, №26232	Пристрої для очищення стрічки та прибирання просипу	Зменшення забруднення, безпека праці, захист обладнання
Контроль і діагностика	№151021, №125252, №124341, №125251, №125250, №124340, №121977, №82051	Методи контролю тягової спроможності, натягу, згинальної жорсткості	Моніторинг у реальному часі, прогнозування ремонтів, автоматизація
Спеціалізовані конструкції	№62569, №49869, №28156, №123416, №114507, №95851, №12674, №50054, №61348, №53251, №21748, №68569	Крутопохилі, трубчасті, телескопічні, самохідні, канатно-стрічкові конвеєри	Адаптація до складних умов, транспортування під кутом, робота в обмеженому просторі
З'єднання стрічок	№7360, №35622, №70666, №4643, №61022, №105869, №106711, №23260, №24760, №43215, №142016	Пристрої для стикування, з'єднувачі, скоби	Підвищення надійності та довговічності з'єднань, зменшення простоїв
Матеріали стрічок (B65G 15/32, 15/34)	—	Стрічки з гуми, пластику, з армуванням та посилюючими прошарками	Збільшення міцності та зносостійкості
Секції та допоміжні елементи (B65G 21/00)	№16505, №50310, №51935, №1728, №87906, №13237, №69340, №69339, №88957, №58134, №108628, №151329, №154398, №66777, №88818	Постави, амортизаційні та завантажувальні секції, пристрої для захисту стрічки, аспірація	Зменшення ударних навантажень, зниження пиловиділення, підвищення безпеки

Таким чином, проведений патентний пошук демонструє, що основними тенденціями у сфері конвеєрних систем є:

– удосконалення механічних компонентів, що забезпечує зниження експлуатаційних витрат та підвищення загальної ефективності. Такі інновації спрямовані на підвищення надійності та довговічності ключових елементів, таких як привідні та опорні вузли, натяжні пристрої та самі стрічки (включно з їхньою армованою структурою та способами з'єднання);

– інтеграція інтелектуальних систем, що дає змогу здійснювати моніторинг стану конвеєра в режимі реального часу, прогнозувати необхідність обслуговування та оптимізувати робочий процес. Такі розробки стосуються «розумних» технологій – від способів контролю тягової спроможності та зусилля натягування до систем аспірації та прибирання просипу.

Проведений аналіз патентів дав змогу виділити такі ключові тенденції (рис. 3).

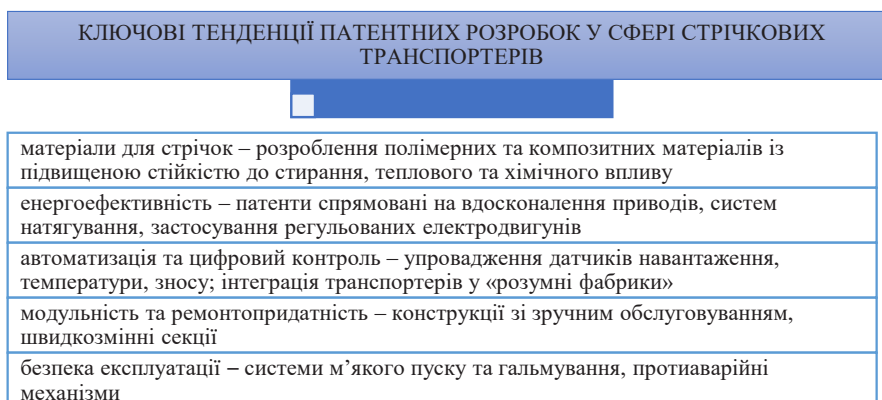


Рис. 3. Структурна схема напрямів удосконалення стрічкових транспортерів

Попри велику кількість патентів є напрями, що лише починають розвиватися:

- використання штучного інтелекту та машинного навчання для прогнозування зносу, діагностики стану стрічки та автоматичного регулювання режимів роботи;
- 3D-друк елементів транспортерів (роликів, кріпильних деталей, сегментів стрічки), що може знизити витрати на ремонт і підвищити гнучкість виробництва;
- рециклінг зношених конструктивних елементів – технології вторинної переробки та повторного використання зношених стрічок (наприклад, як будівельних матеріалів або вторинної сировини для гумових сумішей);
- екологічні аспекти – розроблення біорозкладних або екологічно безпечних матеріалів, що зменшують вплив на довкілля.

Патентну активність у сфері стрічкових транспортерів зосереджено на комплексних удосконаленнях, що охоплюють як механічні компоненти, так і інтелектуальні системи контролю. На основі проведеного аналізу патентної бази даних можна зробити висновок, що перспективи вдосконалення конвеєрних технологій є комплексними та багатограничними.

Висновки. Проведений патентний пошук показав, що розвиток стрічкових транспортерів у сільському господарстві та суміжних галузях зосереджується на трьох напрямках. По-перше, інтеграція сенсорних систем, алгоритмів штучного інтелекту та автоматизованого керування спрямована на підвищення адаптивності обладнання й забезпечення прогнозного обслуговування. По-друге, удосконалюються матеріали транспортерних стрічок і вузлів, зокрема шляхом розроблення композиційних та самовідновлюваних структур із підвищеною зносостійкістю та стійкістю до агресивних середовищ. По-третє, пріоритетними є енергоефективність і екологічна безпека, що реалізуються через оптимізацію приводних систем, застосування роликів зі знизеним опором коченню та впровадження технологій рекуперації енергії.

Отже, перспектива подальших досліджень визначається синтезом інтелектуальних систем керування, новітніх матеріалознавчих рішень та принципів «зеленої» інженерії, що відповідає сучасним критеріям надійності, енергоефективності й сталого розвитку.

Список використаних джерел

1. Басова Ю.О., Кожушко Г.М., Шурдук І.В. Патентознавство та ліцензування : навчальний посібник. Полтава : ПУЕТ, 2019. 165 с.
2. Бондаренко Н.В., Кудін В.В. Патентно-інформаційний пошук як основа для прийняття управлінських рішень в інноваційній діяльності. Економіка та суспільство. 2017. № 9. С. 219–224.
3. Відмінності стрічкового транспортера від шнекового. *Компанія «Agrohelix»*. 2021. URL: <https://agrohelix.com.ua/vidminnosti-strichkovogo-transportera-vid-shnekovogo/>
4. Груньський Д.О. Обґрунтування параметрів гумових конвеєрних стрічок та заходи з підвищення їх довговічності : магістерська дипломна робота : 208. Дніпро, 2021. 109 с. URL: <http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/578>
5. Заяць А.С. Патентний аналіз як інструмент управління інноваційним розвитком підприємства. Вісник економіки транспорту і промисловості. 2015. № 52. С. 281–285.
6. Знос конвеєрної стрічки: причини та рекомендації. *ТОВ «Євро Белт»*. URL: <https://eurobelt.in.ua/ua/a494707-iznos-konvejernoj-lenty.html>
7. Кашуба О.В. Оцінка рівня інноваційної активності підприємства на основі патентної інформації. Економічний вісник Національного технічного університету України «КПІ». 2016. № 13. С. 222–228.
8. Левченко Ю.В., Басова Ю.О., Молчанова Н.Ю., Ситник Д.Р. Дослідження конструктивних елементів обладнання для зберігання зерна. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2023. Вип. 2(39). С. 70–75. DOI: 10.37406/2706-9052-2023-2.10. URL: <http://surl.li/czehmv>
9. Левченко Ю., Басова Ю., Проценко О., Качур С. Інноваційні підходи до вдосконалення ефективності роботи обладнання для транспортування зерна. Modern Science, Economy and Digital Innovation : Collection of Scientific Papers «International Scientific Unity» with Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference. 2025. P. 148–152. URL: <https://isu-conference.com/en/archive/modern-science-economy-and-digital-innovation-12-03-25/>
10. Міжнародна патентна класифікація (МПК-2025.01). *Національний інститут інтелектуальної власності України*. URL: <https://base.nipo.gov.ua/mpk2009/index.html?level=c&version=2>
11. Посібники з експлуатації обладнання. *Компанія «Retra»*. URL: https://retra.com.ua/index.php?route=product/product/download&product_id=644&download_id=35
12. Ромасевич Ю.О. Динаміка стрічкового конвеєра при пуску. Підйомно-транспортна техніка. 2018. № 1. С. 62–68. URL: <https://ptt-journals.net/wp-content/uploads/2018/12/pidtt-2018-1-10.pdf>
13. Спеціальна інформаційна система (CIC) УКРНОІВІ. URL: <https://sis.nipo.gov.ua>
14. Створення енергоефективного елеватора потребує уваги до кожного його елемента. *АгроТаймс*. 2021. URL: <https://agrotimes.ua/article/stvorennya-energoefektyvnogo-elevatora-potrebuye-uvagy-do-kozhnogo-jogo-elementa/>
15. Підйомно-транспортні машини / А.С. Кобець та ін. Луганськ : ЛНУ імені Тараса Шевченка, 2013. 218 с.
16. Ali A., Tufail A., De Silva L. C., Abas P. E. Innovating Patent Retrieval: A Comprehensive Review of Techniques, Trends, and Challenges in Prior Art Searches. Applied System Innovation. 2024. Vol. 7, no. 5. P. 91. DOI: 10.3390/asi7050091.
17. Ali A., Humayun M.A., De Silva L.C., Abas P.E. Optimizing Patent Prior Art Search: An Approach Using Patent Abstract and Key Terms. Information. 2025. Vol. 16, no. 2. P. 145. DOI: 10.3390/info16020145.

Basova Yu. O.

*Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor at the Department of Mechanical and Electrical Engineering,
Poltava State Agrarian University
Poltava, Ukraine*

E-mail: yuliia.basova@pdau.edu.ua

ORCID: 0000-0003-4057-7712

Levchenko Yu. V.

*Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor at the Department of Mechanical and Electrical Engineering,
Poltava State Agrarian University
Poltava, Ukraine*

E-mail: yuliia.levchenko@pdaa.edu.ua

ORCID: 0000-0001-7087-3681

Protsenko O. Yu.

*PhD Candidate (Third Educational and Scientific Level),
Poltava State Agrarian University
Poltava, Ukraine*

E-mail: oleksandr.protsenko@pdau.edu.ua

ORCID: 0009-0003-1582-722X

Kachur S. V.

*PhD Candidate (Third Educational and Scientific Level),
Poltava State Agrarian University
Poltava, Ukraine*

E-mail: serhii.kachur@pdau.edu.ua

ORCID: 0009-0001-4873-632X

PATENT ANALYSIS OF INNOVATIVE SOLUTIONS FOR THE ADVANCEMENT OF BELT CONVEYOR TECHNOLOGIES

Abstract

Purpose. The study aims to identify and analyze the main trends in the development of belt conveyors for agriculture and related industries based on a comprehensive patent search. Special attention is given to automation, materials engineering, energy efficiency, and environmental safety as the key drivers of innovation in conveyor systems. *Methods.* The research is grounded on a systematic patent search carried out in international and national databases (WIPO, Espacenet, Derwent, and others) for the period 2010–2025. Patent documentation was examined with regard to International Patent Classification (IPC) codes relevant to conveyor technology, automation, and materials science. The analysis focused on identifying technical solutions, innovative approaches, and recurring trends in patented developments.

Results. The patent analysis demonstrated three main directions of innovation. First, the integration of intelligent technologies – sensors, monitoring systems, and artificial intelligence algorithms – contributes to the transition from traditional mechanical conveyors to adaptive, self-regulating systems with predictive maintenance capabilities. Second, the improvement of conveyor belt materials is a priority, with developments in composite and self-healing structures ensuring enhanced wear resistance, durability in aggressive environments, and extended service life. Third, patents emphasize energy efficiency and ecological safety through optimized drive mechanisms, low-resistance idlers, and energy recovery technologies. *Conclusions.* The results confirm that the future development of belt conveyors depends on the synergy between intelligent control, advanced materials, and green engineering principles. This integrative approach corresponds to modern requirements of reliability, energy efficiency, and sustainability. The findings provide a theoretical and practical basis for further research and technological implementation in the agricultural and industrial sectors, highlighting the role of patent information as a strategic tool for innovation management.

Key words: belt conveyors, agriculture, patent search, automation, artificial intelligence, advanced materials, energy efficiency, ecological safety, sustainable development.

References

1. Basova, Yu.O., Kozhushko, H.M., & Shurduk, I.V. (2019). Patentoznavstvo ta litsenzuvannia: navchalnyi posibnyk [Patent science and licensing: Textbook]. Poltava: PUET [in Ukrainian]
2. Bondarenko, N.V., & Kudin, V.V. (2017). Patentno-informatsiinyi poshuk yak osnova dlia pryiniattia upravlinskykh rishen v innovatsiinii diialnosti [Patent information search as a basis for managerial decision-making in innovation activity]. *Ekonomika ta suspilstvo*, 9, 219–224. [in Ukrainian]

3. Kompaniia «Agrohelix». (2021). Vidminnosti strichkovoho transportera vid shnekovoho [Differences between belt and screw conveyors]. Retrieved from: <https://agrohelix.com.ua/vidminnosti-strichkovogo-transportera-vid-shnekovogo/> [in Ukrainian]
4. Hruns'kyi, D.O. (2021). Obgruntuvannia parametriv humovykh konveiernykh strichok ta zakhody z pidvyshchennia yikh dovhovichnosti: Mahisterska dyplomna robota: 208 Ahroinzheneriia [Justification of parameters of rubber conveyor belts and measures to improve their durability: Master's thesis: 208 Agroengineering]. Dnipro: Dniprovskiy derzhavnyi aharno-ekonomichnyi universytet, Inzhenerno-tehnolohichniy fakultet, Kafedra nadiinosti i remontu mashyn. <http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/578> [in Ukrainian]
5. Zaiats, A.S. (2015). Patentnyi analiz yak instrument upravlinnia innovatsiinym rozvytkom pidpriemstva [Patent analysis as a tool for enterprise innovation development management]. *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti*, 52, 281–285. [in Ukrainian]
6. TOV «Yevro Belt». (n.d.). Znos konveiernoi strichky: prychyny ta rekomendatsii [Conveyor belt wear: Causes and recommendations]. Retrieved from: <https://eurobelt.in.ua/ua/a494707-iznos-konvejerno-lenty.html> [in Ukrainian]
7. Kashuba, O.V. (2016). Otsinka rivnia innovatsiinoi aktyvnosti pidpriemstva na osnovi patentnoi informatsii [Assessment of enterprise innovation activity level based on patent information]. *Ekonomichnyi visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu Ukrainy «KPI»*, 13, 222–228. [in Ukrainian]
8. Levchenko, Yu.V., Basova, Yu.O., Molchanova, N.Yu., & Sytnyk, D.R. (2023). Doslidzhennia konstruktyvnykh elementiv obladnannia dlia zberihannia zerna [Study of design elements of grain storage equipment]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika*, 2(39), 70–75. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-2.10> [in Ukrainian]
9. Levchenko, Y., Basova, Y., Protsenko, O., & Kachur, S. (2025). Innovatsiini pidkhody do udoskonalennia efektyvnosti roboty obladnannia dlia transportuvannia zerna [Innovative approaches to improving the efficiency of grain transportation equipment]. In *Modern Science, Economy and Digital Innovation: Collection of Scientific Papers «International Scientific Unity» with Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference* (pp. 148–152). Retrieved from: <https://isu-conference.com/en/archive/modern-science-economy-and-digital-innovation-12-03-25/> [in Ukrainian]
10. Natsionalnyi instytut intelektualnoi vlasnosti Ukrainy. (2025). Mizhnarodna patentna klasyfikatsiia (MPK-2025.01) [International Patent Classification (IPC-2025.01)]. Retrieved from: <https://base.nipo.gov.ua/mpk2009/index.html?level=c&version=2> [in Ukrainian]
11. Kompaniia «Retra». (n.d.). Posibnyky z ekspluatatsii obladnannia [Equipment operation manuals]. Retrieved from: https://retra.com.ua/index.php?route=product/product/download&product_id=644&download_id=35 [in Ukrainian]
12. Romasevych, Yu.O. (2018). Dynamika strichkovoho konveiera pry pusku [Dynamics of a belt conveyor at start-up]. *Pidjomno-transportna tekhnika*, 1, 62–68. Retrieved from: <https://ptt-journals.net/wp-content/uploads/2018/12/pidtt-2018-1-10.pdf> [in Ukrainian]
13. UKRNOIVI. (n.d.). Spetsialna informatsiina systema (SIS) [Special information system]. Retrieved from: <https://sis.nipo.gov.ua> [in Ukrainian]
14. AhroTayms (2021). Stvorennia enerhoefektyvnoho elevatora potrebuie uvahy do kozhnogo yoho elementa [Creating an energy-efficient elevator requires attention to each of its elements]. Retrieved from: <https://agrotimes.ua/article/stvorenniya-energoefektyvnogo-elevatora-potrebuye-uvagy-do-kozhnogo-jogo-elementa/> [in Ukrainian]
15. Kobets, A.S., Dyrda, V.I., Kozub, Yu.H., ta in. (2013). Pidjomno-transportni mashyny [Lifting and transport machines]. Luhansk: DZ «LNU imeni Tarasa Shevchenka» [in Ukrainian]
16. Ali, A., Tufail, A., De Silva, L.C., & Abas, P.E. (2024). Innovating patent retrieval: A comprehensive review of techniques, trends, and challenges in prior art searches. *Applied Sciences*, 7(5), 91. <https://doi.org/10.3390/asi7050091> [in English].
17. Ali, A., Humayun, M.A., De Silva, L.C., & Abas, P.E. (2025). Optimizing patent prior art search: An approach using patent abstract and key terms. *Information*, 16(2), 145. <https://doi.org/10.3390/info16020145> [in English].

Отримано: 25.09.2025

Рекомендовано: 31.10.2025

Опубліковано: 16.12.2025