

Також, для встановлення величини пружної деформації контактних поверхонь кулачка та ролика для приводного механізму рухомої натискної плити плоскоштанцювального преса, що розглядається, доцільно провести дослідження при різних законах періодичного руху ролика, як вихідної ланки, з метою вибору оптимального варіанту.

#### Список посилань

1. Прес штанцювального автомата : пат. 151852 Україна : МПК В26F 1/40 (2006.01) / Четербух О.Ю., Шахбазов Я.О. № u 2022 00766; заявл. 21.02.2022; опубл. 21.09.2022. Бюл. № 38. С. 4.
2. Справочник по сопротивлению материалов / Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В.; Отв. ред. Писаренко Г.С. – 2-е изд. перераб. и доп. – Киев: Наук. думка, 1988. – 736 с.

УДК 621.869.85+621.867.64

**Ковальов Ю.А., канд. техн. наук, доцент**  
**Плешко С.А., канд. техн. наук, доцент**  
**Рубанка М.М., канд. техн. наук, доцент**  
**Савенко А.А., магістрант**

Київський національний університет технологій та дизайну, kovalov.ya@knutd.com.ua

### АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ГАЛЬМІВНИХ РОЛИКІВ ГРАВІТАЦІЙНИХ КОНВЕЄРІВ

Для підвищення ефективності технологічного процесу обробки палетованих вантажів в логістичних центрах, складських приміщеннях тощо, як правило, використовують гравітаційні стелажі, що складаються зі стелажної конструкції та гравітаційних роликів конвеєрів [1]. Гравітаційні стелажі досить часто є невід'ємною частиною сучасного високотехнологічного автоматизованого складу [2, 3].

Надмірна швидкість вантажів при їх русі конвеєром є головним джерелом небезпеки не тільки для обслуговуючої техніки і вантажу, що транспортується, але й для персоналу. Для вирішення цієї проблеми використовують гальмівні ролики різних конструкцій.

*Інерційні гальмівні ролики.* Одним із найпростіших способів гальмування вантажу на гравітаційному конвеєрі є створення підвищеного моменту інерції за рахунок наповнення внутрішньої порожнини гальмівного ролика сипучим матеріалом (дріб, пісок тощо) або в'язкою рідиною (наприклад мастило). Основною перевагою такого типу гальмівних роликів є простота конструкції. Однак, на практиці, неможливість регулювання величини гальмівного моменту та можливі випадки протікання мастила обмежують широке застосування даних конструкцій роликів у гравітаційних конвеєрах для палетованих вантажів.

*Гальмівні ролики відцентрового типу.* В механізмах підйомно-транспортних машин можуть використовуватися відцентрові гальма. Варто зазначити, що через малу швидкість обертання гальмівного ролика, використання відцентрового гальма можливе тільки із застосуванням механічного пристрою для збільшення кутової швидкості – підвищуючої зубчастієї передачі (мультиплікатора) [4, 5]. Тому, при виборі цієї конструкції гальмівного ролика в гравітаційних стелажих слід враховувати суттєве збільшення габаритних розмірів корпусу.

*Гальмівні ролики притискного типу.* Також існують конструкції гальмівних роликів, що притискаються до несучих роликів. Такі конструкції називаються притискними. Робота гальмівних роликів притискного типу гравітаційного конвеєра базується на використанні сил тертя, тому вони повинні мати фрикційне покриття (як правило, виконане з гуми) для передачі крутного моменту від несучих роликів на гальмівний і вимагають обов'язкового застосування пружних елементів (циліндричних пружин розтягу, циліндричних пружин стиску тощо) що мають забезпечувати постійне притискне зусилля. Відомі також

конструкції гальмівних роликів, що передбачають застосування гідро- та пневмоциліндрів. Але такі конструкції гальмівних роликів вирізняються порівняно високою вартістю виготовлення (високі вимоги до гідроциліндрів, необхідність створення проміжних опор тощо) і, власне тому, використовуються вкрай рідко.

*Магнітні гальмівні ролики.* До найбільш перспективних та затребуваних конструкцій існуючих конструкцій гальмівних роликів гравітаційних стелажів, в першу чергу, слід відносити магнітні гальмівні ролики, принцип роботи яких базується на законах електромагнітної індукції [6]. Момент опору (гальмівний момент) зовнішньому навантаженню магнітного гальмівного ролика створюється вихровими індукційними струмами [7]. Має місце, так званий, безконтактний (нефрикційний) спосіб гальмування, що дає можливість виключити з роботи процес зносу фрикційної накладки гальмівного ролика. А це в свою чергу, дозволяє підвищити довговічність та ефективність роботи гальмівних роликів та гравітаційних стелажів в цілому [8].

Варто відмітити, що на ринку складського гравітаційного стелажного обладнання магнітні гальмівні ролики не знайшли широкого застосування через свою високу вартість. Це, перш за все, обумовлено відсутністю відомих конструкцій магнітних гальмівних роликів стелажних конвеєрів вітчизняних виробників та відповідних методик для їх розрахунку.

Узагальнену класифікаційну схему гальмівних роликів гравітаційних конвеєрів представлено на рис. 1.

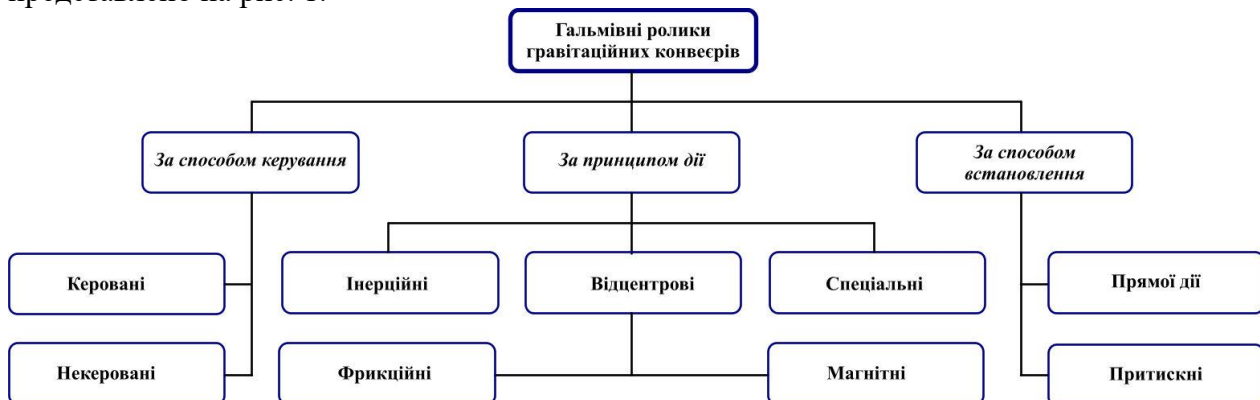


Рис. 1 – Узагальнена класифікаційна схема гальмівних роликів гравітаційних конвеєрів

### Список посилань

1. Стелажі для складу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://stalker.ua/areas/stellazhnye-sistemy/> (дата звернення 30.04.2023).
2. Hamzaoui M. A. Optimal dimensions minimizing expected travel time of a single machine flow rack AS/RS / M. A. Hamzaoui, Z. Sari // *Mechatronics*. – 2015. – Volume 31. P. 158–168.
3. Сорокіна Т. О. Комплексні системи управління складськими та логістичними процесами / Т. О. Сорокіна, Ю. А. Ковальов, М. М. Рубанка // IX Українсько-Польські наукові діалоги = IX Ukrainian-Polish Scientific Dialogues : conference proceeding International Scientific Conference, Khmelnytskyi - Kamianets-Podilskyi, 20-23 October 2021. – Khmelnytskyi : Khmelnytskyi National University, 2021. – P. 89-90.
4. Мультиплікатор (механіка). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B8%D0%BF%D0%BB%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80\\_\(%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B8%D0%BF%D0%BB%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80_(%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0)) (дата звернення 08.05.2023).
5. Піпа Б.Ф. Деталі машин: Підручник / Б.Ф. Піпа Б.Ф., О.М. Хомяк, А.І. Марченко. – К.: КНУТД, 2011. -358 с.
6. Дідух Л. Д. Електрика та магнетизм : підручник / Л. Д. Дідух. — Тернопіль : Підручники і посібники, 2020. — 464 с.

7. Вихрові струми. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D1%85%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%96\\_%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC%D0%B8](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D1%85%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%96_%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC%D0%B8) (дата звернення 08.05.2023).

8. Березін Л. М. До розрахунків деталей на міцність, довговічність та надійність / Л. М. Березін // Наукові нотатки: міжвуз. зб. (за галузями знань "Технічні науки"). – 2018. – Вип. 63. – С. 22-26.

УДК 621.9.048

**Кондрашев П.В., канд. техн. наук, доцент**  
 Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»,  
 kondrashev@ukr.net

## ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ЯКІСТЬ ВНУТРІШНЬОЇ МІКРОСТРУКТУРИ ПРИ ЛАЗЕРНОМУ СПЛАВЛЕННІ ПОРОШКУ

В даній роботі представлені результати дослідження впливу статичного магнітного поля як додаткового джерела енергії для підвищення ефективності реалізації технології DMLS [1]. Для цього було запропоновано схему розташування 4-ох магнітів по периметру фокусу газопорошкового струменю що дає можливість керувати рівнем дисперсної фази порошкової композиції в зоні лазерної обробки. Ця схема є більш простою в реалізації що значно збільшує гнучкість та ефективність технологічного процесу. Враховуючі високу складність протікання фізичних процесів при реалізації технології DMLS а також спираючись на досвід апріорної інформації було використано активну стратегію проведення експерименту [2] яка дозволяє ефективно оцінити вплив одразу декількох технологічних факторів на реалізацію даної технології. В якості матеріалу для досліджень було обрано порошкову композицію на основі алюмінію AlSi10Mg [3] дисперсністю 60 мкм. Це один з найпоширеніших порошків для технологій 3D-прототипування.

В якості одного з основних показників якості внутрішньої мікроструктури сплавлених зразків було обрано дослідження пористості внутрішньої мікроструктури (тобто наявності таких дефектів як: пор, тріщин та інших порожнин) при реалізації процесу лазерного сплавлення порошкового матеріалу AlSi10Mg як відмічалось вище були застосовані методи математичної статистики. Для практичної реалізації активної стратегії проведення експерименту було застосовано не композиційний план Бокса-Бенкена для 4-х технологічних факторів, у вигляді полінома (1) другого порядку [1].

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^{i=k} b_i x_i + \sum_{i \leq j}^{i=k} b_{ij} x_i x_j + \sum_{ii=1}^{i=k} b_{ii} x_i^2, \quad (1)$$

де  $k$  – кількість технологічних факторів;

$b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii}$  – коефіцієнти полінома;

$i, j$  – індекси.

В якості функції відгуку була використана величина пористості внутрішньої мікроструктури сплавлених примітивів (P). В якості технологічних факторів впливу на функцію відгуку при реалізації технології DMLS (визначених раніше), за умови стабілізації факторів діаметра лазерного променя, щільності та потужності лазерного випромінювання були використані величина статичного магнітного поля ( $x_1$ ), масова витрата порошку ( $x_2$ ), швидкість переміщення підложки ( $x_3$ ), положення підложки відносно вихідного отвору сопла ( $x_4$ ). Коефіцієнти полінома  $b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii}$  моделі (1) розраховувалися за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення з використанням математичного апарату лінійної алгебри [2], залежність (3). Матриця умов експерименту X була згенерована за допомогою збалансованої блок-схеми для 4-х незалежних змінних ( $x_1, x_2, x_3, x_4$ ), яка складається з 6-ти блоків (повно факторний експеримент 22) [2], варіювання технологічних факторів проводилося на трьох рівнях (мінімум, центр, максимум). Аналіз результатів