

УДК 621

DOI: 10.15276/pidtt.1.62.2020.10

Семенюк В. Ф., Дерев'янченко О. Г., Вудвуд О. М., Лінгур В. М.

Одеський національний політехнічний університет, Україна

РОЗРОБКА МЕТОДУ МОНІТОРИНГУ ПРОСЛИЗАННЯ СПОЛУЧЕНИХ СТРІЧОК СКЛАДНОГО КОНВЕЄРУ

Анотація. В даній статті наведено деякі результати розробки методу моніторингу прослизання (зміщення, зсуву) сполучених стрічок складного конвеєру. Наявність прослизання викликає відповідні відмови та простої. Тому необхідність моніторингу відсутності чи появи цього ефекту очевидна. У сучасному будівництві, промисловості та інших областях широке використання знаходять конвеєри різноманітного типу. Характерним прикладом є конвеєри у складі ліній напів-автоматичної чи автоматичної зборки. Одним з типів конвеєрів є ті, що складаються з декількох взаємодіючих стрічок - "складні" конвеєри. Однією з важливих ознак промисловості рівня "Індустрія – 4" є створення нових методів та систем моніторингу технологічних систем та процесів, у тому числі – з використанням систем технічного зору. Уявляється доцільною розробка таких систем і для сучасних конвеєрів. Для проведення моніторингу складного конвеєру на торцеві поверхні його стрічок пропонується заздалегідь наносити маркери (наприклад – у вигляді чорних чи кольорових прямокутників), відстань між якими визначається в залежності від швидкості руху конвеєру та ряду інших факторів. Повздовж конвеєру монтуються дві чи декілька цифрових камер, поле зору кожної з яких перекриває загальну товщину обох стрічок конвеєру. Пропонується періодично реєструвати цифрові зображення зон маркерів стрічок кожною з камер, визначати відстань між маркерами та порівнювати їх. На основі цього порівняння приймається рішення про наявність чи відсутність прослизання. По даним моніторингу буде виконуватись автоматична корекція взаємного положення стрічок з використання їх приводів. Якщо прослизання в системі двох сполучених стрічок конвеєра відбувається поступово - через N робочих циклів руху (цикл: робочий хід – холостий хід) - його можливо відстежити шляхом обробки

зображення вже від першої цифрової камери та підтвердити шляхом обробки зображення від другої цифрової камери.

Ключові слова: *моніторинг технічних систем, прослизання стрічок, маркери, цифрові камери, обробка зображень, виділення контурів маркерів, визначення ознак контурів маркерів.*

Вступ. У промисловості, будівництві та інших галузях широке використання знаходять конвеєри різного типу. На магістральних конвеєрних лініях передбачається установа послідовно декілька стрічкових конвеєрів. Це в значній мірі веде до суттєвого збільшення капітальних і експлуатаційних витрат. Для зменшення цих витрат доцільно використовувати багатоприводні стрічкові конвеєри, що дозволяє зменшити навантаження на конвеєрну стрічку і підвищити її довговічність.

Постановка проблеми. При конструюванні стрічкових конвеєрів великої довжини необхідно вирішити дві проблеми: забезпечення довговічності стрічки і зменшення кількості приводних барабанів. Удосконалення конструкції стрічкових конвеєрів можливе за рахунок розробки проміжного приводу. Застосування проміжного приводу дозволяє зменшити натяг стрічки і таким чином забезпечити необхідну довговічність стрічки і відповідно знизити витрати на експлуатацію конвеєра. Проміжний привод дає можливість збільшити довжину конвеєра до декількох кілометрів, використовуючи при цьому дешеву стрічку.

Огляд останніх публікацій. Найчастіше застосовують проміжний приводи у вигляді короткого стрічкового конвеєра [1]. Дослідженню і обґрунтуванню раціональних параметрів проміжних лінійних приводів стрічкових конвеєрів присвячено багато наукових робіт, у тому числі [2, 3, 4]. Але в цих дослідженнях не враховано таке явище, як прослизання стрічки проміжного приводу відносно стрічки конвеєра. Це прослизання суттєво зменшує довговічність стрічки конвеєра. Тому необхідно виявити прослизання і за рахунок відповідного впливу на швидкість переміщення стрічки проміжного приводу усунути прослизання.

Мета роботи розробити метод моніторингу прослизання сполучених стрічок конвеєра і проміжного приводу з використанням спеціалізованої системи технічного зору (СТЗ).

Виклад основного матеріалу. Розглянемо сутність пропонуємого методу з використанням моделей цифрових зображень

від двох цифрових камер СТЗ, та їх обробки відповідним програмним комплексом. Схема реалізації методу приведена на рис. 1.

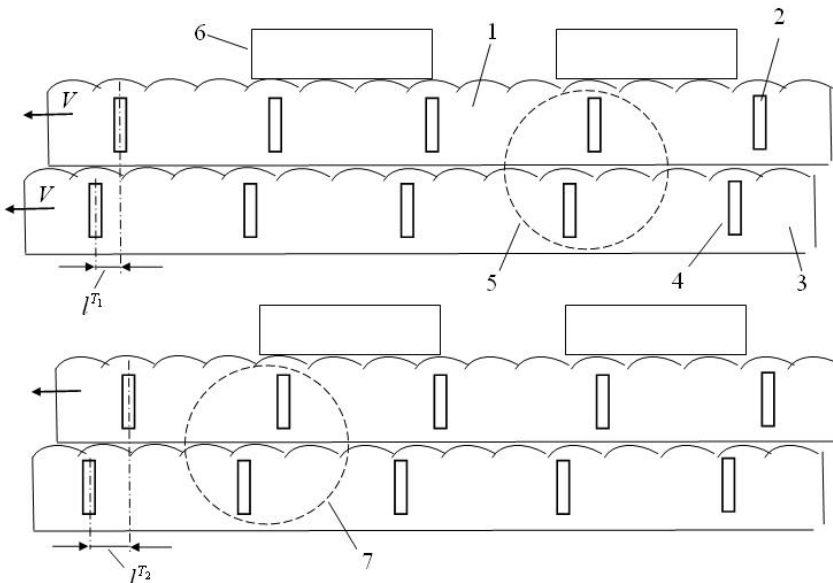


Рис. 1. Схематичне представлення моделей двох контактуючих стрічок конвеєру (у двох положеннях), на торцеві поверхні яких нанесено маркери.

- 1 – перша стрічка конвеєру; 2 – один з маркерів на її торцевій поверхні;
3 – друга стрічка конвеєру; 4 – один з маркерів на її торцевій поверхні;
5 – поле зору першої цифрової камери; 6 – одна з деталей на конвеєрі;
7 – поле зору другої цифрової камери.

Використано спеціальний програмний комплекс обробки зображень. Він створений для вирішення завдань моніторингу елементів сучасних металорізальних верстатів з числовим програмним керуванням та інших завдань [5]. При його побудові та при адаптації до тематики досліджень статті використано базові положення робіт [6 - 10].

На рис. 2 показано загальний вид одної з панелей комплексу.

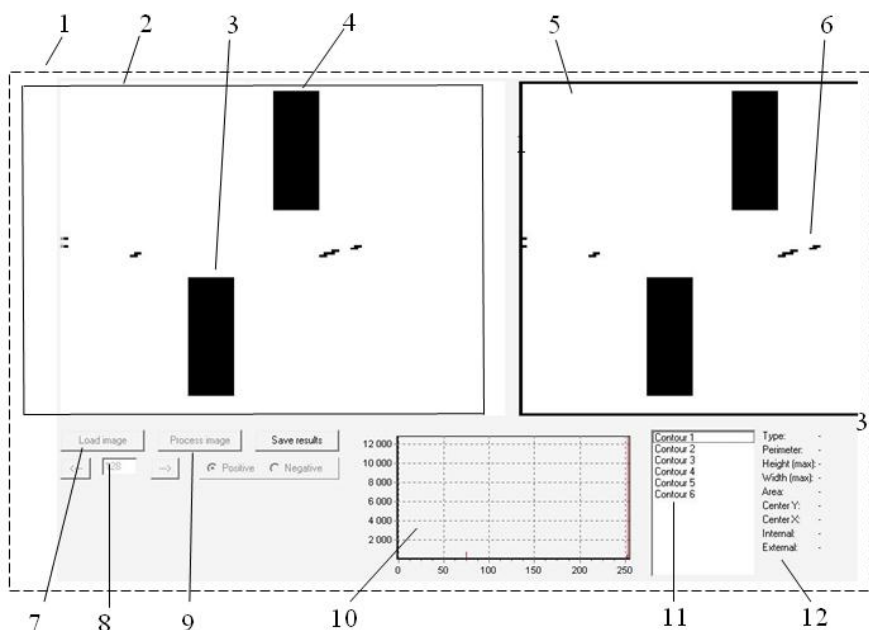


Рис. 2. Одна з панелей програмного комплексу, що використаний для обробки цифрового зображення моделей маркерів на стрічках конвеєру.

Тут: 1 – робоча зона панелі; 2 – вікно завантаження початкового зображення; 3, 4 – моделі зображень маркерів стрічок; 5 - вікно перетворення зображення; 6 – одиничні «шуми» зображення; 7, 8, 9 – кнопки для виконання операцій обробки зображень; 10 - вікно для побудови гістограми зображення; 11 – вікно відображення контурів (contours), що виділені при обробці зображення; 12 – зона відображення первинних параметрів аналізованого контуру (в рамках даної роботи використовується лише один з них – координата центру контуру маркера по осі X – Center X).

Приклади етапів моніторингу, зокрема - контролю взаємного положення стрічок конвеєру з використанням моделей цифрових зображень - приведені на рис. 3, 4, 6 – 8.

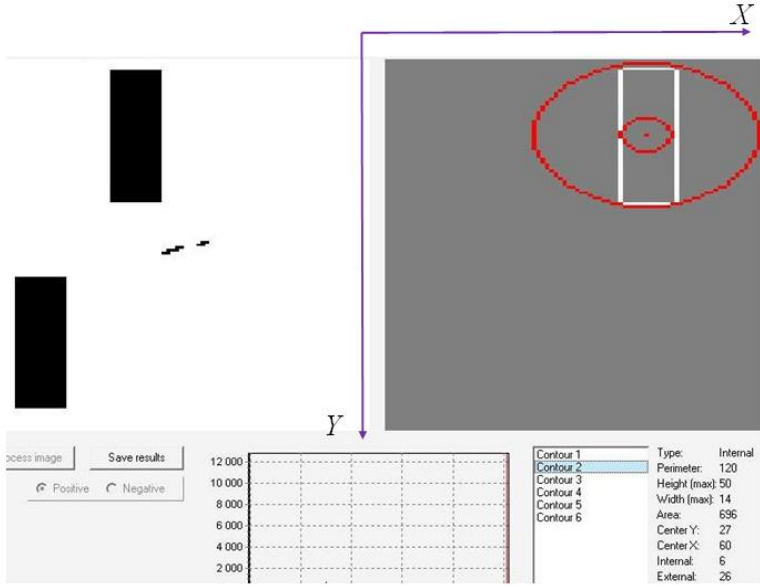


Рис. 3. Визначення координат центру маркера верхньої стрічки конвеєру у системі XY першої цифрової камери.

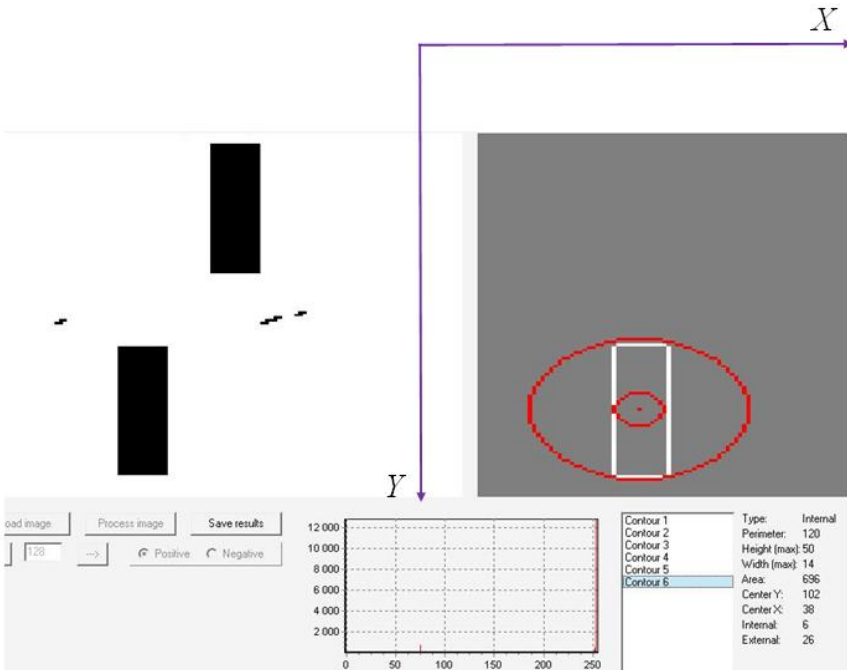


Рис.4. Визначення координат центру маркера нижньої стрічки конвеєру у системі XY першої цифрової камери.

Аналіз результатів процесу моніторингу приведений на рис. 5, 9.

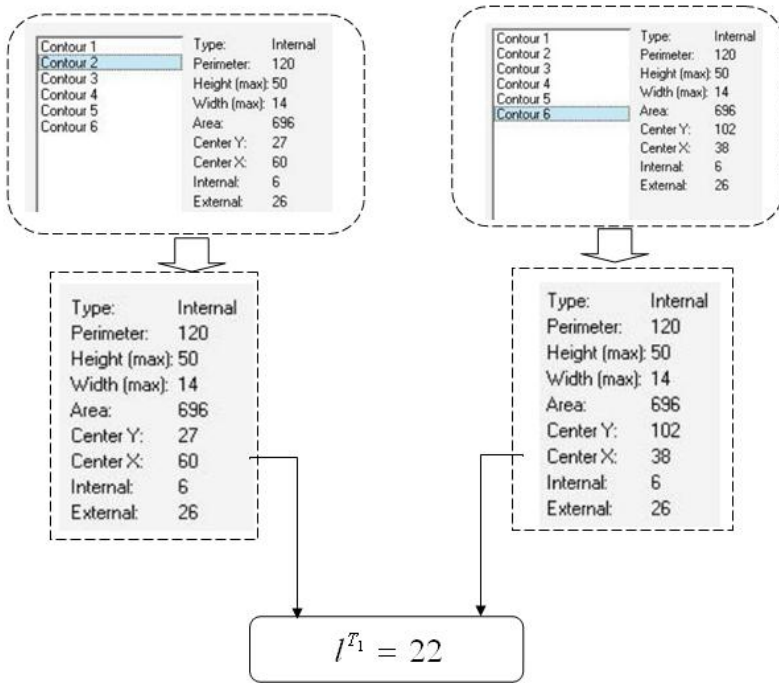


Рис. 5. Визначення відстані між моделями маркерів (l^{T_1}) по умовному зображенню від першої цифрової камери.

T_1 - умовний момент часу реєстрації зображення першою цифровою камерою.

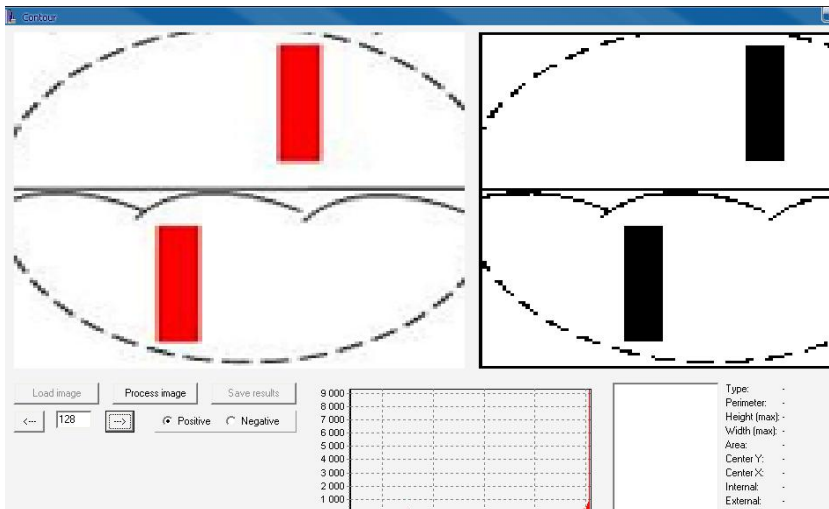


Рис. 6. Загальний вид панелі на етапі обробки зображення зони маркерів від другої цифрової камери.

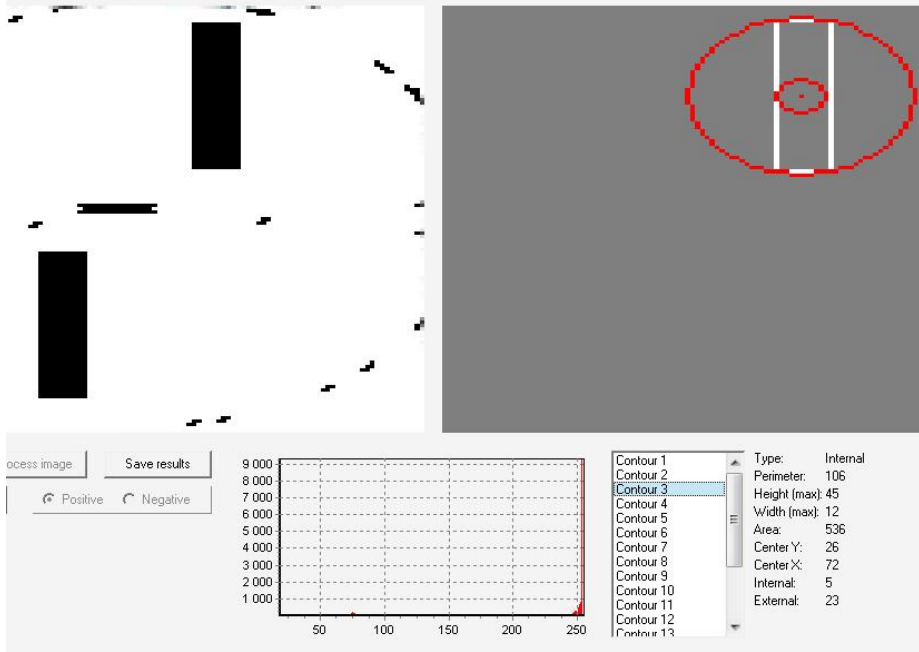


Рис. 7. Визначення координат центру маркера верхньої стрічки конвеєру у системі ХУ другої цифрової камери.

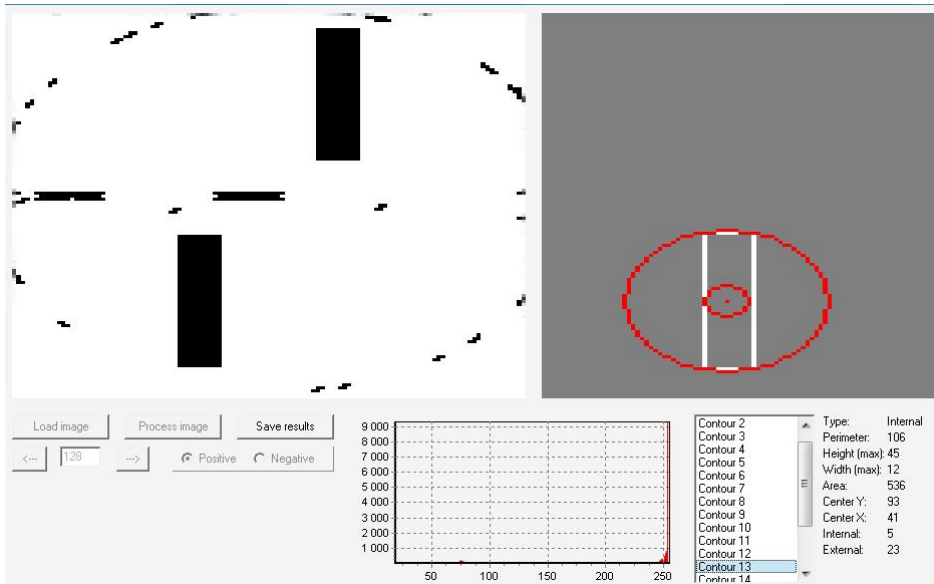


Рис. 8. Визначення координат центру маркера нижньої стрічки конвеєру у системі ХУ другої цифрової камери.

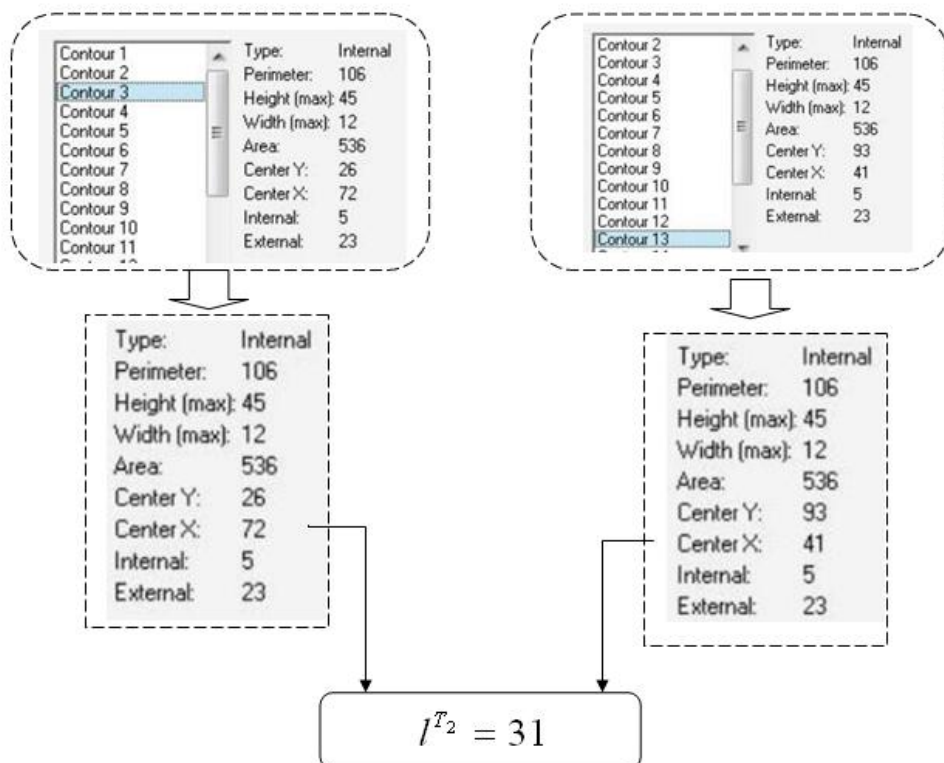


Рис. 9. Визначення відстані між моделями маркерів (l^{T_2}) по умовному зображенню від другої цифрової камери.

T_2 - умовний момент часу реєстрації зображення другою цифровою камерою.

Співставлення результатів аналізу зображень від першої (рис. 5) та другої (рис. 9) цифрових камер дозволяє отримати наступні результати:

1. Відстань між маркерами стрічок конвеєру, що реєструє перша цифрова камера, становить: $l^{T_1} = 22$.
2. Відстань між маркерами стрічок конвеєру, що реєструє друга цифрова камера, становить: $l^{T_2} = 31$.
3. Величина зміщення однієї стрічки конвеєру відносно другої внаслідок прослизання становить:

$$\Delta_{i^{T_2-T_1}} = \frac{l^{T_2} - l^{T_1}}{l^{T_1}} = \frac{31 - 22}{22} = 0,48 > [\Delta], \quad (1)$$

де: $[\Delta] = 0,05$ - умовно прийняте припустиме значення параметру Δ , що відповідає величині похибки визначення лінійних розмірів при обробці зображень стрічок.

Результат (1) свідчить про факт виникнення неприпустимого прослизання в системі стрічок складного конвеєру.

Зауважимо, що значення l^{T_1} , l^{T_2} , $\Delta_l^{T_2-T_1}$ та зображення робочих панелей приведені у пікселях. Калібрування цифрових камер з використанням спеціальних об'єкт – мікрометрів [5] забезпечує можливість перекладу цих даних до стандартних лінійних одиниць.

Отримане значення $\Delta_l^{T_2-T_1}$ передається у систему керування приводами стрічок конвеєру для усунення наслідків прослизання.

Зробимо зауваження відносно перспектив подальших досліджень. У розглянутих матеріалах обробляються зображення від першої та другої цифрових камер - виходячи з положення, що прослизання в системі двох сполучених стрічок конвеєра відбулось за період часу $\Delta^{T_2-T_1}$, тобто за один робочий цикл руху стрічок (до періоду холостого руху).

Якщо прослизання в системі двох сполучених стрічок конвеєра відбувається поступово - через N робочих циклів руху (цикл: робочий хід – холостий хід) - його можливо відстежити шляхом обробки зображення вже від першої цифрової камери та підтвердити шляхом обробки зображення від другої цифрової камери.

Крім того, в умовах поступового нарощування прослизання виникає можливість прогнозування моменту виникнення неприпустимого значення зміщення стрічок та виконання корегування стану системи сполучених стрічок конвеєру заздалегідь.

Висновки

1. Запропоновано метод моніторингу прослизання сполучених стрічок проміжного приводу конвеєра, який полягає у визначенні за допомогою систем технічного зору величини зміщення стрічки проміжного приводу відносно стрічки конвеєра.

2. Отримане значення зміщення передається у систему керування приводом проміжного приводу для корегування швидкості переміщення стрічки проміжного приводу.

Список використаних джерел

1. Тарасов Ю.Ф., Юнгмайстер Д.А., Авдеев В.А. Промежуточные приводы ленточных конвейеров. М.: «Недра», 1996 - 157 с.
2. Тарасов Ю.Д., Юнгмайстер Д.А. Новые конструкции промежуточных приводов ленточных конвейеров. – сб. научных трудов СПб ГГИ, 1994, с. 11 – 16.
3. Тарасов Ю.Д., Труфанова И.С. Усовершенствованные промежуточные линейные приводы ленточных конвейеров с увеличенным тяговым усилием // Горный информационно аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Отдельные статьи (специальный выпуск), №4, 2014. – 13 с.
4. Труфанова И.С. Обоснование рациональных параметров промежуточных линейных приводов с прижимными элементами для ленточных конвейеров. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, Санкт-Петербург – 2014.
5. Деревянченко А.Г., Криницын Д. А. Интеллектуальная система диагностирования отказов и прогнозирования ресурса инструментов/ А.Г. Деревянченко, Д.А. Криницын // - Одесса.: Астропринт. 2012 – 203 с.
6. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с
7. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB.- М.: Техносфера, 2006. – 616 с.
8. Методы компьютерной обработки изображений / Под ред. В.А. Сойфера – 2-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003.– 784 с.
9. Шапиро Л. Компьютерное зрение: Л. Шапиро, Дж. Стокман; Пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний 2006. – 752 с.
10. Яне Б. Цифровая обработка изображений. – М.: Трансфера. 2007 – 583 с.

DEVELOPMENT OF THE METHOD OF MONITORING THE SLIPPING OF A COMPLETE CONVEYOR COUPLING TAPES

Semenjuk V., Derevianchenko O., Vudvud O., Lingur V.
Odessa National Polytechnic University, Odessa, Ukraine

Abstract. This article presents some results of developing a method of monitoring the slip of interconnected tapes of a complex conveyor. The

presence of slippage causes corresponding failures and downtime. Therefore, the need to monitor the absence or occurrence of this effect is obvious. Conveyors of various types are widely used in modern construction, industry and other areas. A typical example is conveyors as part of a line of automatic assembly. One type of conveyor is one that consists of several interacting tapes - "complex" conveyors. One of the important features of industry level 4 is the creation of new methods and systems for monitoring technological systems and processes, including the use of technical systems. It seems appropriate to develop such systems for modern conveyors. To monitor a complex conveyor on the end surface of its tapes it is suggested to apply markers in advance (for example - in the form of black or colored rectangles), the distance between which is determined depending on the speed of movement of the conveyor and several other factors. Two or more digital cameras are mounted along the conveyor, each of which overlaps the total thickness of both conveyor tapes. It is suggested to periodically record digital images of the tape marker zones of each camera, determine the distance between the markers and compare them. Based on this comparison, a decision is made about the presence or absence of slippage. According to the monitoring, the automatic correction of the relative position of the tapes with the use of their actuators will be performed. If slippage in a system of two connected conveyor tapes occurs gradually - through N duty cycles (cycle: stroke - idle) - it can be tracked by image processing from the first digital camera and confirmed by image processing from the second digital camera.

Keywords: monitoring of technical systems, conveyor tapes slippage, markers, digital cameras, image processing, marker contour selection, marker contour sign detection