

УДК 685.34.05

Д.А. Макатьора, старший викладач  
Л.П. Голубєв, к.т.н., доц.**РОЗРОБКА МЕХАНІЗМУ ПОДАЧІ ЛИСТОВОГО МАТЕРІАЛУ З АВТОМАТИЗОВАНОЮ  
ЗМІНОЮ КУТА НАХИЛУ РОБОЧОЇ ПЛОЩИНИ**

Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ

*У статті розглянута конструкція пристрою для відокремлення листового матеріалу зі стопи деталей, що обробляються, а саме пристрій автоматизованої зміни кута нахилу робочої площини (транспортної стрічки та рами, пристрою для відокремлення листового матеріалу) відносно горизонтальної площини, в залежності від кількості деталей в стопі та їх фізико-механічних властивостей. У роботі проаналізована кінематична схема пристрою загалом, визначено кінематичне рівняння кута нахилу та розроблена автоматизована система керування кутом нахилу транспортної стрічки відносно горизонтальної площини в залежності від кількості деталей в стопі.*

**Ключові слова:** автоматизована схема керування, кут нахилу, привід, робоча площина, кінематична схема.

**Вступ і постановка проблеми**

Як і раніше залишається актуальним питання підвищення продуктивності в роботі машин прохідного типу. Одним з перспективних напрямків пошуку шляхів підвищення продуктивності роботи такого обладнання є вдосконалення шибєрних магазинних завантажувальних пристроїв (ШМЗУ) з рухомою робочою площиною [1]. Авторами робіт [2-3] були проведенні дослідження відносно мінімальних діаметрів стрічкового транспортеру, це дозволило визначити мінімальну допустиму потужність приводу, але необхідно забезпечити конкурентоспроможність таких машин, і як наслідок необхідно забезпечити автоматизовані технологічні процеси, а саме автоматизовану зміну кута нахилу робочої площини, що дозволить підвищити ефективність роботи механізмів подачі листових матеріалів.

**Аналіз стану досліджень і публікацій**

Відомі конструкції пристроїв для відокремлення листового матеріалу зі стопи [4-5] містять в основному горизонтально розташовані стрічкові транспортери та пластину-шибєр, встановлену над транспортною стрічкою для відокремлення листового матеріалу зі стосу деталей. Однак дані конструкції пристроїв не можуть забезпечити автоматичне регулювання кута нахилу робочої площини (транспортної стрічки) в залежності від кількості деталей в стопі, що приводить до нечіткому відділенню деталей, що, в свою чергу, знижує продуктивність пристрою (присутня відстань між відокремлюваними деталями при подачі на робочі органи інші машин, пристроїв) і може привести до збою або зупинці технологічного процесу. Авторами робіт [6-7] були запропоновані декілька конструкцій пристроїв для відокремлення листового матеріалу зі стопи деталей, де присутня зміна кута нахилу робочої площини, але в роботі [6] зміна кута є статичною (постійна), а в роботі [7] навпаки присутній постійний коливний рух робочої площини, дані конструкції не враховують динаміку зменшення кількості деталей в стопі, що негативно впливає на технологічний процес відокремлення листового матеріалу зі стопи деталей.

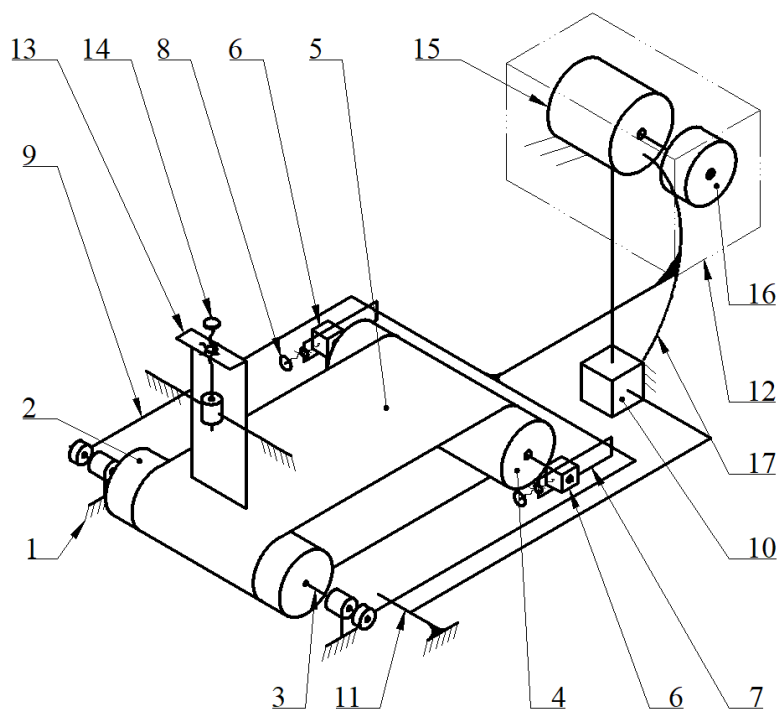
**Формулювання мети статті (постановка завдання)**

Процес відокремлення листового матеріалу від стопи з автоматизованою зміною кута нахилу робочої площини. Розробити кінематичне рівняння кута нахилу транспортної стрічки та автоматизовану схему керування кутом нахилу робочої площини відносно горизонтальної площини в залежності від кількості деталей в стопі.

**Викладення основного матеріалу**

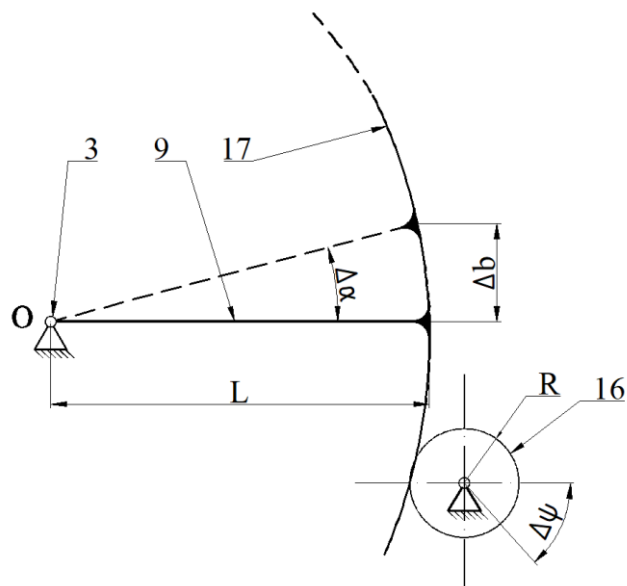
Відома конструкція пристрою для відокремлення листового матеріалу зі стопи [8], що містить встановлені в корпусі 1 ведучий барабан 2 з валом 3 та ведений барабан 4 (фіг. 1), кінематично з'єднані між собою транспортною стрічкою 5, ведений барабан 4 встановлений в парі натяжних повзунів 6, що встановлені в парі напрямних 7 і кінематично з'єднані з парою регульовальних гвинтів 8. Пара напрямних 7 закріплена на рамі 9, яка встановлена на валу 3 ведучого барабана 2, мікропроцесорна система 10 з'єднана з тензодатчиком 11 та механізмом управління кутом нахилу робочої площини 12, які, в свою чергу, з'єднані з рамою 9. Пластина-шибєр 13 (для поштучного відділення деталей (на рисунку не показано) від стопи), встановлена над транспортною стрічкою 5 та кінематично з'єднана з регульовальним гвинтом 14 (для установки товщини відокремлюваної

деталі (на рисунку не показано) від стопи). Вал 3 ведучого барабана 2 кінематично з'єднаний з приводом машини (на рисунку не показано).



**Рис. 1. Кінематична схема пристрою для листового матеріалу зі стопи деталей з автоматизованою зміни кута нахилу робочої площини**

Крім того, механізм управління кута нахилу робочої площини 12 виконаний в вигляді серводвигуна 15, на якому закріплений ролик 16, що кінематично з'єднаний з сектором кола 17, який в свою чергу закріплений на рамі 9 (фіг. 1-2).



**Рис. 2. Розрахункова схема пристрою**

Пристрій працює наступним чином.

Для поштучного відділення деталі (нижньої) від стопи за допомогою регульовального гвинта 14 встановлюють зазор (товщина деталі) між робочою поверхнею транспортної стрічки 5 та кромкою пластини-шибер 13 та програмують мікропроцесорну систему 10 щодо виду матеріалу відокремлюваної деталі та її вагу, після чого завантажують на транспортну стрічку 5 стопу деталей (на рисунку не показано), після чого мікропроцесорна система 10 за допомогою тензодатчика 11 вимірюють деформацію (показання ваги деталей) та подають команду механізму управління кута нахилу робочої площини 12, який, за допомогою серводвигуна 15 повертає ролик 16 на певний кут,

що, в свою чергу, взаємодіє з сектором кола 17, який переміщує раму 9 в початкове положення (кут нахилу робочої площини транспортної стрічки 5 відносно горизонтальної площини). Далі включають привод машини (на рисунку не показано) обертовий момент надходить на вал 3 ведучого барабану 2, який приводить в рух ведений барабан 4, завдяки їх кінематичному з'єднанню транспортною стрічкою 5, при цьому нижня деталь (на рисунку не показано) відокремлюється від стопи та подається стрічкою транспортера 5 в робочий орган машини (на рисунку не показано), після чого, данні відносно ваги стопи деталей з тензодатчика 11 надходять до мікропроцесорної системи 10, яка за допомогою механізму управління кута нахилу робочої площини 12, який, за допомогою серводвигуна 15 повертає ролик 16 на певний кут, що, в свою чергу, взаємодіє з сектором кола 17, який переміщує раму 9 на певний кут відносно горизонтальної площини, після відділення наступної деталі дії повторюються. Для зміни натягу транспортної стрічки 5 за допомогою обертання пари регулювальних гвинтів 8 переміщують пару натяжних повзунів 6 по напрямним 7, при цьому переміщується і ведений барабан 4, за допомогою якого здійснюється натяг транспортної стрічки 5.

З вище сказаного, на першому етапі необхідно провести кінематичне дослідження пристрою, а саме взаємодію ролика 16 сектором кола 17, який переміщує раму 9.

Розглянемо розрахункову схему пристрою (див. рис. 2) та визначимо залежність кутів  $\Psi$  та  $\alpha$ , відповідно валика 16 та рами 9, для цього складемо систему рівнянь:

$$\begin{cases} \Delta b = L \cdot \sin(\alpha) \\ \Delta b = 2 \cdot \frac{\Psi}{180^0} \cdot R \end{cases} \quad (1)$$

де  $R$  – радіус ролика 16;

$L$  – довжина рами;

$\Delta b$  – поточне переміщення рами 9 та сектора кола 17 по вертикалі;

$\alpha$  – поточний кут нахилу рами 9 до горизонтальної площини;

$\Psi$  – поточний кут повороту ролика 16 відносно сектора кола 17.

Прирівняємо систему рівнянь (1), та визначимо залежність кута повороту  $\Psi$  ролика 16 від кута повороту  $\alpha$  рами 9, отримаємо:

$$\Psi = \frac{L \cdot \sin(\alpha) \cdot 180^0}{2R} \quad (2)$$

Рівняння (2) описує кінематичну залежність кутів повороту  $\Psi$  ролика 16 від кута повороту  $\alpha$  рами 9.

Залежно від товщини, фізичних властивостей листового матеріалу і висоти стопи динамічно змінюється кут нахилу транспортної стрічки, тому щоб уникнути порушення технологічного процесу необхідно постійно контролювати і динамічно змінювати цей параметр. Для цього була розроблена автоматизована мікропроцесорна система контролю і зміни кута нахилу транспортної стрічки [9,11].

Блок-схема автоматизованої мікропроцесорної системи контролю та зміни кута нахилу транспортної стрічки приведена на рис. 3.

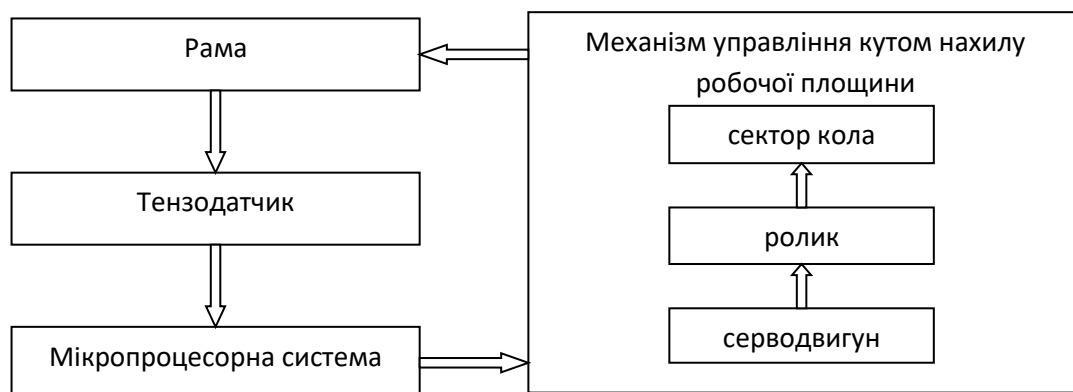


Рис. 3. Блок-схема автоматизованої системи контролю та зміни кута нахилу транспортної стрічки

Основним чутливим елементом системи є тензодатчик. Тензодатчик (тензометричний датчик) – це пристрій для вимірювання деформації різних конструкцій, заснований на визначенні зміщення (або переміщення) пружного елемента. Принцип роботи тензометричного пристрою полягає в зміні опору провідника при механічному впливі на нього [10].

Інформація з тензодатчика надходить в мікропроцесорну систему Arduino UNO. Відповідно до розробленої аналітичною залежністю (2) система визначає кут повороту сервоприводу для забезпечення потрібного нахилу транспортної стрічки.

Схема підключення тензодатчика до мікропроцесорної системи Arduino наведена на рис. 4.

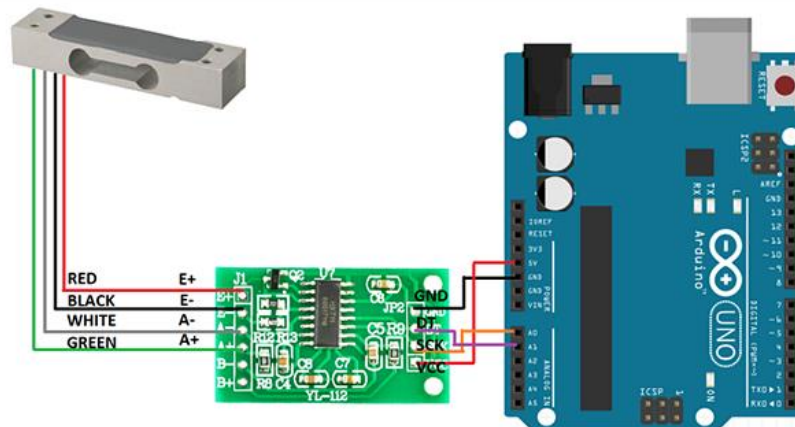


Рис. 4. Схема підключення тензодатчика до мікропроцесорної системи Arduino UNO

Нижче наведено фрагмент скетчу, який реалізує роботу з тензодатчиком і АЦП модулем HX711.

```
#include "HX711.h"

HX711 scale(A1, A0);

float calibration_factor = -3.7;    // калібрування
float units;
float ounces;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  scale.set_scale();
  scale.tare();                      // Скидаємо в 0
  scale.set_scale(calibration_factor); // застосовуємо калібрування }

void loop() {

  Serial.print("Reading: ");

  for(int i = 0; i < 10; i++) units += scale.get_units(), 10; // усереднюємо показники, прочитавши 10 разів
  units / 10; // ділимо на 10
  ounces = units * 0.035274; // переводимо унції в грами
  Serial.print(ounces); // отправляем в монитор порта
  Serial.print(" grams");
  Serial.println();

}
```

Для зміни кута нахилу транспортної стрічки застосовується серводвигун, управління яким здійснюється за допомогою мікропроцесорної системи Arduino Uno.

Основні оператори програми для роботи з сервоприводом наведені нижче.

```
// створюємо об'єкт для управління
Servo myservo;
```

```

void setup()
{
  // підключаємо сервопривід до 9 піну
  myservo.attach(9);
}

void loop()
{
  // встановлюємо сервопривід в розрахункове положення
  myservo.write(alfa);
  delay(500);
}

```

Процес роботи програми і відображення результатів обчислень наведено на рис. 5

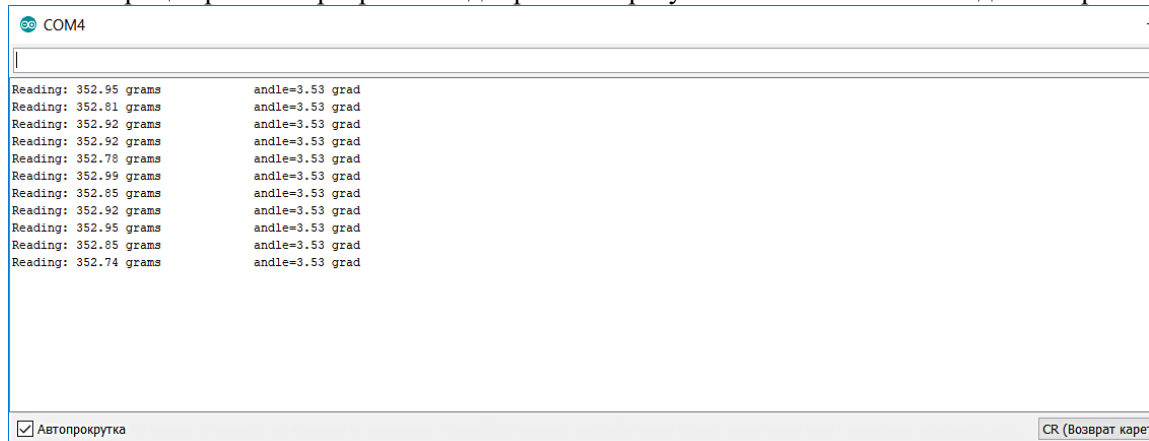


Рис. 5. Результати роботи програми в моніторі порту

### Висновки

В роботі вирішена актуальна задача зміни кута нахилу робочої площини (транспортної стрічки) в процесі подачі та відокремлення листового матеріалу. Для цього виконано кінематичний аналіз механізму управління кутом нахилу робочої площини, визначено кінематичне рівняння кута нахилу транспортної стрічки (рами) в залежності від кількості листового матеріалу (ваги) та розроблений математичний апарат ліг в основу автоматизованої системи управління кутом нахилу транспортної стрічки відносно горизонтальної площини в залежності від кількості деталей в стопі та їх фізико-математичних властивостей, що дозволить підвищити ефективність роботи механізмів подачі листових матеріалів.

### Список використаної літератури

1. Князев В.І., Чорно-Іванов В.С., Макаєра Д.А. Расчет фрикционного загрузочного устройства./ Весник ГАЛПУ, № 2, 2000, с. 119-123.
2. Князев В.І., Макаєра Д.А., Чорно-Іванов В.С. Розрахунок мінімального діаметра подаючих валиків двоїльної машини./ Вісник ТУП, Серія технічні науки, № 5, 2002, с. 112-115.
3. Макаєра Д.А., Князев В.І. Розрахунок мінімального діаметра транспортуючого валика в машині типу "ДН" нової конструкції./ Вісник ТУП, Серія технічні науки, № 6. Ч. 1 Т.2, 2003, с. 179-182.
4. Пат. № 52318 України, МПК А43D 8/00. Машина для двоїння і вирівнювання деталей взуття за товщиною/ В.І. Кнізев, В.С. Чорно-Іванов, Д.А. Макаєра, В.О. Піщіков; заявник та патентовласник Київський державний університет технологій та дизайну. – № 2002042785; заявл. 08.04.2002; опубл. 16.12.2002, Бюл. № 12.
5. Пат. № 64217 України, МПК В65Н 3/00. Пристрій для відокремлення листового матеріалу зі стопи/ Л.М. Янкін, С.А. Поповіченко; заявник та патентовласник Київський державний університет технологій та дизайну. – № 2003042845; заявл. 01.04.2003; опубл. 16.02.2004, Бюл. № 2.
6. Пат. № 123821 України, МПК В65Н 3/00. Пристрій для відокремлення листового матеріалу зі стопи/ Д.А. Макаєра, І.В. Панасюк; заявник та патентовласник Київський державний університет технологій та дизайну. – № u201709268; заявл. 21.09.2017; опубл. 12.03.2018, Бюл. № 5.
7. Пат. № 123895 України, МПК В65Н 3/00. Пристрій для відокремлення листового матеріалу зі стопи/ Д.А. Макаєра, І.В. Панасюк; заявник та патентовласник Київський державний університет технологій та дизайну. – № u201709887; заявл. 12.10.2017; опубл. 12.03.2018, Бюл. № 5.