

подвижности в таких манипуляторах равно числу подвижных звеньев и числу кинематических пар.

Таким образом, использование инверсной кинематики для манипулятора с несколькими степенями свободы в трехмерном пространстве позволяет существенно упростить процесс его настройки и программирования.

#### Литература.

1. В. Г. Хомченко, Мехатронные и робототехнические системы. Омск, Издательство ОмГТУ, 2008.
2. Бутырин С.А., Елисеев С.В. Управление манипулятором с учетом динамики исполнительного органа. Иркутск, 1980, с. 130-146.
3. Табарин В. Б. Учебно – методический комплекс по Теории Механизмов и Машин –URL: <http://tmm-umk.bmstu.ru>.
4. Юрий Ильин Инверсная кинематика. –URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Инверсная\\_кинематика](http://ru.wikipedia.org/wiki/Инверсная_кинематика).
5. Антон Иванов Введение в робототехнику. –URL: <http://robocraft.ru/blog/759.html>.

#### **Левицький І.Т.**

**Наук. керівник проф., д.т.н. Заміховський Л.М.**

*Івано-Франківський національний технічний  
університет нафти і газу*

#### **Система контролю металевих включень у сипучій сировині**

Проблема контролю металевих включень у сипучій сировині вимагає від сучасної приладобудівної галузі розробки нових і вдосконалення існуючих приладів для їх контролю. У свою чергу це вимагає вдосконалення існуючих методів контролю металевих включень а також створює передумови для розробки нових методів.

Найбільш гостро проблема контролю металевих включень постає сьогодні, коли більшість заводів по переробці різноманітної сипучої сировини, що транспортується конвеєрними лініями, проводить їх часткове переобладнання технологічних ліній і в результаті старі чого вони стають джерелами металевих включень, останнє призводить до поломки і зупинки конвеєрної лінії і як наслідок, до значних фінансових втрат.

Існуючі на даний момент системи контролю металовключень не задовольняють в повному обсязі потреби і вимоги технологічних процесів. Серед таких вимог виділяють:

- високу ймовірність контролю металевих включень;
- роботу в умовах наявності у стрічко-протяжному механізмі конвеєрної лінії металевих з'єднувальних елементів,
- високу роздільну здатність;
- можливість визначення габаритів і положення металевих включень;
- вартість системи.

При цьому слід зауважити, що під сипучою сировиною вважається сипучий матеріал, що не володіє феромагнітними властивостями а також не здатен піддаватись електризації. До таких матеріалів відноситься пісок, цемент, вапняк, керамзит і, зокрема, подрібнена глина.

Особливо гостро проблема контролю металевих включень постає на заводах із виробництва керамічних виробів, зокрема цегляних виробів [1]. Сировиною в такому випадку є грубо подрібнена глина, яка часто стає носієм металовключень. Так як в процесі виготовлення цегли глина проходить через ряд технологічного обладнання, яке вимагає повної відсутності у сировині металевих включень, то вимоги до системи контролю металевих включень є високими [2].

Пропонується метод контролю металевих включень на основі скануючого сигналу, принцип дії якого проілюстровано на рис.1. Скануючий сигнал є результатом сумарної дії кількох сигналів певної амплітуди і фази. Так на рис. 1 зображено типовий графік скануючого сигналу (штрихова лінія) як результат суми чотирьох сигналів випромінюючих котушок.

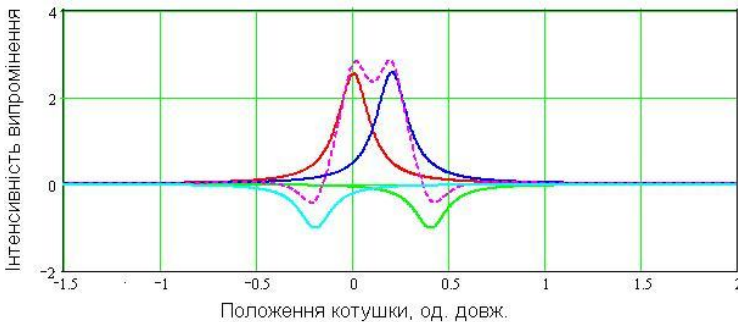


Рисунок 1 – Графік скануючого сигналу  
рис. 2. схематично зображено систему контролю

металевих включень на основі скануючого сигналу. Система являє собою конструкцію, частина якої закріплена над конвеєрною стрічкою, а частина під конвеєрною стрічкою. Нижня частина конструкції являє собою систему передавальних котушок, кількість яких залежить від точності і крутизни скануючого сигналу а також від геометричних розмірів конвеєрної стрічки. При цьому нижні випромінюючі котушки розміщені під кутом  $90^0$  до приймальних.

Верхня частина системи являє собою систему приймальних котушок, кількість яких також залежить від точності з якою необхідно виявляти металеві включення а також від геометричних розмірів конвеєрної стрічки.

Система складається із наступних функціонально завершених блоків: центральний блок обробки і генерації сигналів, пульт управління, блок живлення, блок

управління приймально-передавальними котушками, блок індикації та відображення інформації.

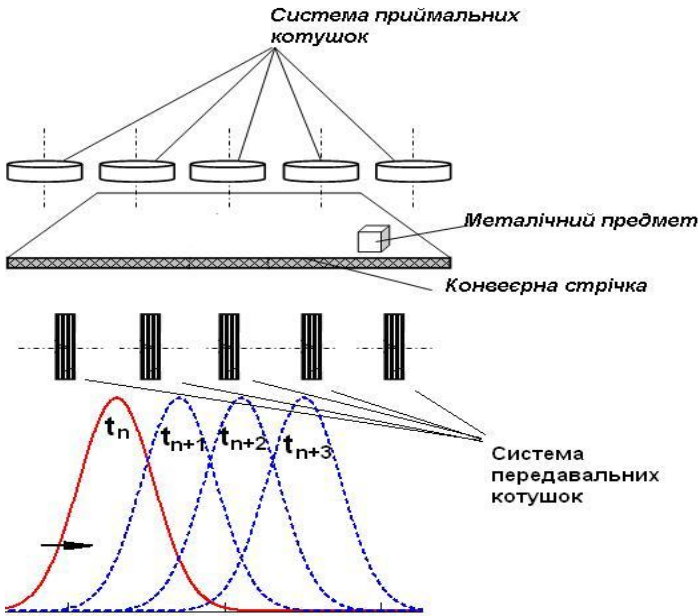


Рисунок 2 – Система виявлення металовключень із скануючим сигналом

Принцип функціонування системи наступний (рис. 2). На систему передавальних котушок поступають синусоїдальні сигнали певної амплітуди, які зсунуті між собою по фазі. В результаті система передавальних котушок генерує скануючий сигнал, який послідовно рухається від першої котушки до останньої. В цей же момент система приймальних котушок, знаючи положення скануючого сигналу, приймає вхідний сигнал. При цьому параметри сигналу (фаза, амплітуда) будуть залежати також від наявності металевих включень в площині між приймальною і передавальними системами.

Перевагою даної системи є, перш за все, відсутність рухомих механічних частин, висока швидкість сканування, висока точність, і що не менш важливо – це можливість визначення геометрії і місця знаходження металевого включення.

#### Література.

1. Левицький І.Т. Сучасний стан контролю складу сировини (глини) для керамічної промисловості // «Наукові вісті» Інституту менеджменту та економіки «Галицька академія» №1(12) – 2007. – с. 101-104.
2. Заміховський Л.М., Левицький І.Т. Розробка структури і формування вимог до системи пошуку металевих включень у сировині для виготовлення керамічних виробів: Науковий вісник. № 1(17) – Івано-Франківськ: Галицька академія, 2010. – 38-42с. – ISBN 978-966-613-569-1.