

надаючи їм виробничу інформацію в реальному часі.

Мобільні додатки, за допомогою яких здійснюється управління інформацією, роблять доступ до даних зручнішим, і завдяки цьому підприємства отримують значні переваги:

- більш швидке усунення проблем і недопущення їх повторного виникнення;
- своєчасне прийняття обґрунтованих рішень;
- попереджувальні заходи по вирішенню технологічних проблем.

Мобільні технології все ширше застосовуються в промисловому виробництві. Можливості доступу до виробничої інформації і її аналізу є відчутною перевагою для підприємств і здатні значно підняти ефективність їх роботи. Компанії, які вже користуються мобільними технологіями, накопичують цінний практичний досвід і допомагають розробникам додатків визначати пріоритетні напрямки їх розвитку. Де б користувачі не знаходились, вони завжди, в будь-який час дня і ночі можуть отримувати актуальну інформацію про технологічний процес. Такий

розширений доступ до даних слугує джерелом неоціненного досвіду і допомагає фахівцям працювати з більшою ефективністю. Очікується, що в недалекому майбутньому додатки, що базуються на мобільних технологіях, займуть міцні позиції в управлінні виробничим процесом.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] Nevlyudov I., Tsybal O., Bronnikov A. Intelligent means in the system of managing a manufacturing agent / Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 2018. № 1 (3). – С. 33-47.
- [2] I. Nyevelyudov, O. Tsybal, A. Chochowski, V. Lysenko, V. Reshetiuk, D. Komarchuk, B. Kuliak. Methods and Models of Intellectual Decision-Making Support for Automatized Control of Flexible Integrated Manufacturing / K.: Agrar Media Group, 2016. – 356 p.

Разработка математической модели современных бесконтактных датчиков положения

Светлана Сотник, Дмитрий Бондаренко

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, УКРАИНА,
Харьков, пр. Науки 14, e-mail: dmytro.bondarenko@nure.ua

Аннотация: В работе рассмотрены три наиболее распространенных типа бесконтактных датчиков: индуктивные, емкостные и оптические. Определены их достоинства и недостатки. Предложена математическая модель современных бесконтактных датчиков положения, которая позволит сократить время при проектировании подобных устройств.

Ключевые слова: бесконтактные, датчики, положения, математическая, модель

I. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время благодаря высокому быстродействию, а также большой частоте включений механизма бесконтактные датчики положения (БДП) активно расширяют сферу своего применения. Например, датчики используются в качестве защитного устройства на промышленных роботах или в целях безопасности они могут использоваться для остановки движения робота, если человек входит в его рабочую зону. С помощью таких датчиков можно реализовать большое количество возможных технологических решений, начиная от контроля положения или регистрации наличия/отсутствия объекта в рамках гибкого интегрированного производства и

заканчивая отбор объектов по их габаритам, цвету и другим физическим свойствам.

Быстрая сменяемость продукции и требования ее дешевизны при высоком качестве стали основными предпосылками активного развития гибкого интегрированного производства. С каждым днем «прогрессивное мышление» развивается, что касательно применения новых технологий для улучшения производства с интеграцией всех аспектов производства, а именно, для повышения эффективности и производительности.

Например, в обрабатывающей и перерабатывающей промышленности проводится концепция интеграции всего бизнес-процесса, включая проектирование продукции, закупки, управление цепочками поставок, производство, техническое обслуживание и логистику.

То есть, применение БДП на современном гибком интегрированном производстве, позволит непосредственно повысить степень его автоматизации за счет того, что управление механизмами передаются устройствам.

Первичными источниками информации для систем на производстве являются датчики

положения и поэтому надежность всей системы определяется надежностью элемента, наиболее подверженного воздействию дестабилизирующих факторов.

II. ОСОБЕННОСТИ БЕСКОНТАКТНЫХ ДАТЧИКОВ ПОЛОЖЕНИЯ

Автоматизация гибкого интегрированного производства, а именно, процесс реализации технологических процессов, управления оборудованием требует многочисленных измерений разнообразных физических величин, поэтому применяют датчики, так как с их помощью получают информацию о параметрах контролируемой системы или устройства.

Одной из функций БДП является определение местоположения объекта, который может быть как в твердой форме, так и в жидкой или даже сыпучей, что немаловажно для современного интегрированного производства.

Проведя анализ в области БДП, определено, что такие датчики чаще всего классифицируются по принципу действия чувствительного элемента – индуктивный, оптический, емкостный и др.

БДП включают в себя: чувствительный элемент, схему преобразования, коммутационный элемент. Рассмотрим подробнее наиболее широкоприменяемые БДП.

Особенность индуктивных бесконтактных датчиков (ИДП) в том, что у них имеют чувствительный элемент представлен в виде катушки индуктивности с открытым в сторону активной поверхности магнитопроводом.

ИДП применяют для бесконтактного получения информации о перемещениях рабочих органов роботов, машин, механизмов и т.д. с дальнейшим преобразованием этой информации в электрический сигнал.

К достоинствам можно отнести то, что они устойчивы к механическим воздействиям на производстве и отсутствуют отказы, связанные с состоянием контактов.

К недостаткам можно отнести сравнительно малую чувствительность и зависимость индуктивного сопротивления от частоты питающего напряжения. Примеры ЕДП разных производителей представлены на рис. 1 [1].

Особенность емкостных бесконтактных датчиков положения (ЕДП) в том, что чувствительная поверхность такого датчика состоит из двух концентрически расположенных металлических электродов. То есть, если объект приближается к чувствительной поверхности ЕДП, то он попадает в электрическое поле перед поверхностями электродов и способствует повышению емкости связи между его пластинами.

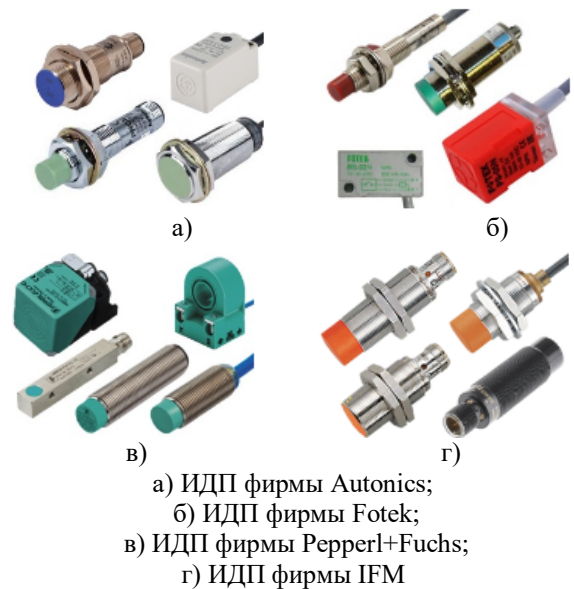


Рис. 1. Индуктивные бесконтактные датчики

Достоинства ЕДП в том, что они способны обнаруживать объектов сквозь «непрозрачные преграды» такие как жидкость, стекло или пластик. Недостатки заключаются в том, что на работу ЕДП влияет окружающая среда, материал и габариты объекта регистрации.

Примеры ЕДП разных производителей представлены на рис. 2 [2].

Особенность оптических бесконтактных датчиков (ОДП) заключается в том, что они направлены на изменение принимаемого датчиком светового потока и состоят из 2-х функционально законченных узлов – источника оптического излучения и приемника этого излучения.

Достоинства ОДП в том, что эти датчики, используют оптический принцип, то есть, их удобно применять для определения положения «горячих» объектов, а также объектов с низкой диэлектрической проницаемостью. Еще к достоинствам можно отнести их способность регистрации и подсчета количества любых объектов.

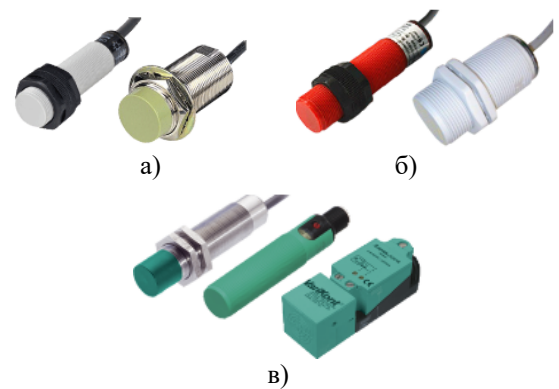


Рис. 2. Емкостные бесконтактные датчики

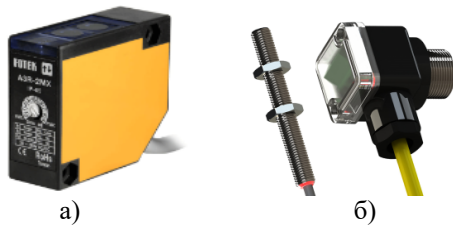
Самое главное – ОДП обладают большей дальностью действия по сравнению с другими бесконтактными датчиками.

Примеры ОДП разных производителей представлены на рис. 3 [3].

ОДП имеют регулятор чувствительности, благодаря которому можно осуществлять настройку по фактической контрастности объекта на фоне окружающих предметов.

Например, оптические датчики Fotek (рис. 3, а) – бесконтактные приборы с универсальным питанием. Фотодатчики Fotek используются для распознавания наличия прозрачных и непрозрачных материалов в автоматических системах любых отраслей промышленности, где необходим контроль положения или количества предметов.

Устройства подходят для определения положений объектов с высокой температурой или низкой диэлектрической проницаемостью.



а) ОДП фирмы Fotek;
б) ОДП фирмы Овен

Рис. 1. Оптические бесконтактные датчики

III. РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СОВРЕМЕННЫХ БЕСКОНТАКТНЫХ ДАТЧИКОВ ПОЛОЖЕНИЯ

Практически все существующие процессы, которые происходят в природе, в технике и др. можно формализовать. Степень формализации зависит от сложности процесса, то есть, можно описать математическими соотношениями, к которым относятся: уравнения, системы уравнений, системы неравенств и т.д. Такие соотношения называются математическими моделями описываемых процессов.

В работе предлагается представить информацию о современных бесконтактных датчиках положения в виде математической модели

$$S_i^p = \langle TC_i^p, MC_i^p, WS_i^p, SZ_i^p, DR_i^p, MD_i^p, UW_i^p, OC_i^p, RF_i^p, SF_i^p, OT_i^p, TR_i^p \rangle \quad (1)$$

где TC_i^p – тип корпуса (Type of corpus), $i = 1, \dots, N$; N – количество возможных типов корпуса (например, цилиндрический, плоский, кубический, кольцевой, щелевой и т.д.);

MC_i^p – материал (Material of corpus); $i = 1, \dots, N$; N – количество возможных типов материалов корпуса (например, латунь, нержавеющая сталь, дюралюминий, полибутилентерефталат и т.д.);

WS_i^p – вес (Weight) датчика без учета провода; $i = 1, \dots, N$; N – тип датчика;

SZ_i^p – размеры корпуса датчика (Size); $i = 1, \dots, N$; N – тип датчика;

DR_i^p – расстояние срабатывания датчика (Detection range);

MD_i^p – обнаружение объекта (Detection of object), то есть, тип демпфирующего материала; $i = 1, \dots, N$; N – тип датчика;

UW_i^p – напряжение питания или рабочее напряжение (Work Voltage); $i = 1, \dots, N$; N – тип датчика;

OC_i^p – выходной ток (Output current/ current consumption); $i = 1, \dots, N$; N – тип датчика;

RF_i^p – частота (Response frequency); $i = 1, \dots, N$; N – тип датчика;

SF_i^p – функция переключающего элемента электрического выхода (Switching function); $i = 1, \dots, N$; N – тип датчика;

OT_i^p – схема подключения (Output type); $i = 1, \dots, N$; N – тип датчика;

TR_i^p – температурный режим (Temperature range); $i = 1, \dots, N$; N – тип датчика.

IV. ВЫВОДЫ

В работе рассмотрены три наиболее распространенных типа бесконтактных датчиков: индуктивные, емкостные и оптические. Определены их достоинства и недостатки. В результате проведенного обзора определено, что особенностью ОДП в том, что с их помощью можно контролировать расстояние, габариты, уровень, цвет и степень прозрачности объектов вне зависимости от материала его изготовления. Самое главное – ОДП обладают большей дальностью действия по сравнению с другими бесконтактными датчиками. Предложена математическая модель современных бесконтактных датчиков положения, которая позволит сократить время при проектировании подобных устройств.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

- [1] Технічні засоби автоматизації: Підручник / І.Ш. Невлюдов, А.О. Андрусевич, О.І. Филипенко, Н.П. Демська, С.П. Новоселов. – Кривий Ріг : Криворізький коледж НАУ, 2019. – 366 с.
- [2] И.Н. Овчинников, "Емкостной бесконтактный датчик деформации. диагностика и прогнозирование остаточного ресурса долговечности", *Деформация и разрушение материалов и наноматериалов*, с. 922-924, 2017.
- [3] А.В. Лисин, Бесконтактные датчики для определения частоты вращения коленчатого вала", *В мире научных открытий*, с. 47-49, 2018.