

*Проект SWorld*



*Балашов В.А., Князева М.В., Львович И.Я., Осадчук В.С.,  
Преображенский А.П., Чопоров О.Н., Шарагов В.А. и др.*

---

# **РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ БУДУЩЕГО**

---

ВХОДИТ В  
*Международные наукометрические базы*

***МОНОГРАФИЯ***

Одесса  
*Куприенко СВ*  
2018

УДК 62  
ББК 30  
Р 17

*Авторский коллектив:*

Бабчук С.М. (3), Балашов В.А. (14), Билилиевская О.П. (13), Бочанов П.А. (2),  
Бубнов И.В. (10), Волкова Е.А. (6), Гармаш С.Н. (8), Голембовська Н.В. (1),  
Егупова Е.П. (14), Ерёмкин Е.А. (2), Иванюта А.А. (11), Князева М.В. (9),  
Кушников П.В. (7), Львович И.Я. (4), Нестеренко Н.А. (11), Орешков В.И. (14),  
Осадчук А.В. (13), Осадчук В.С. (13), Преображенский А.П. (4), Резников В.И. (12),  
Скворцова Т.А. (12), Халилова-Чуваева Ю.А. (10), Чопоров О.Н. (4), Шарагов В.А. (5)

*Рецензенты:*

*Кострова Вера Николаевна (4)* д.т.н., профессор, Воронежский институт высоких технологий  
*Сидоренко Елена Владимировна (11)*, д.т.н., проф., Киевский национальный торгово-  
экономический университет  
*Кулаков Павел Игоревич (13)*, д.т.н., проф., Винницкий национальный технический университет

Р 17 Развитие технологий будущего : монография / [авт.кол. : В.А.Балашов, М.В.Князева, И.Я.Львович, В.С.Осадчук, А.П.Преображенский, О.Н.Чопоров, В.А.Шарагов и др.]. – Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2018 – 158 с. : ил., табл.  
ISBN 978-617-7414-44-4

Монография содержит научные исследования авторов в области техники и технологий. Может быть полезна для инженеров, руководителей и других работников предприятий и организаций, а также преподавателей, соискателей, аспирантов, магистрантов и студентов высших учебных заведений

**УДК 62**

**ББК 30**

**DOI: 10.30888/978-617-7414-44-4.0**

© Коллектив авторов, 2018

© Куприенко С.В., оформление, 2018

ISBN 978-617-7414-44-4



## Монография подготовлена авторским коллективом:

1. *Бабчук Сергей Миронович*, Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, кандидат технических наук, доцент - Глава 3
2. *Балашов Виталий Александрович*, Одесский научно-исследовательский институт связи, доктор технических наук, профессор - Глава 14 (в соавторстве)
3. *Билилиевская Ольга Петровна*, Винницкий национальный технический университет, кандидат технических наук, ст. преп - Глава 13 (в соавторстве)
4. *Бочанов Павел Анатольевич*, Донбасская государственная машиностроительная академия, магистр, ст. преп - Глава 2 (в соавторстве)
5. *Бубнов Игорь Васильевич*, Одесский государственный экологический университет, кандидат исторических наук, доцент - Глава 10 (в соавторстве)
6. *Волкова Елена Александровна*, Дальневосточный государственный аграрный университет, кандидат экономических наук, доцент - Глава 6
7. *Гармаш Светлана Николаевна*, Украинский государственный химико-технологический университет, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент - Глава 8
8. *Голембовская Наталья Владимировна*, кандидат технических наук, доцент - Глава 1
9. *Егунова Елена Павловна*, Одесская национальная академия связи им. А.С.Попова - Глава 14 (в соавторстве)
10. *Ерёмкин Евгений Анатольевич*, Донбасская государственная машиностроительная академия, кандидат технических наук, доцент - Глава 2 (в соавторстве)
11. *Иванюта Анастасия Александровна*, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, кандидат технических наук - Глава 11 (в соавторстве)
12. *Князева Марина Владиславовна*, Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, доктор биологических наук, профессор - Глава 9
13. *Кушниров Павел Васильевич*, Сумской государственный университет, кандидат технических наук, доцент - Глава 7
14. *Львович Игорь Яковлевич*, Воронежский институт высоких технологий, доктор технических наук, профессор - Глава 4 (в соавторстве)
15. *Нестеренко Наталия Анатольевна*, Киевский национальный торгово-экономический университет, соискатель - Глава 11 (в соавторстве)
16. *Орешков Василий Иванович*, Одесская национальная академия связи им. А.С.Попова, кандидат технических наук - Глава 14 (в соавторстве)
17. *Осадчук Александр Владимирович*, Винницкий национальный технический университет, доктор технических наук, профессор - Глава 13 (в соавторстве)
18. *Осадчук Владимир Степанович*, Винницкий национальный технический университет, доктор технических наук, профессор - Глава 13 (в соавторстве)
19. *Преображенский Андрей Петрович*, Воронежский государственный технический университет, доктор технических наук, доцент - Глава 4 (в соавторстве)
20. *Резников Владислав Игоревич*, Ростовский государственный экономический университет РИНХ, магистр - Глава 12 (в соавторстве)
21. *Скворцова Татьяна Александровна*, Ростовский государственный экономический университет РИНХ, кандидат юридических наук, доцент - Глава 12 (в соавторстве)
22. *Халилова-Чуваева Юлия Александровна*, Одесская национальная академия пищевых технологий, кандидат политологии, доцент - Глава 10 (в соавторстве)
23. *Чопоров Олег Николаевич*, Воронежский институт высоких технологий, доктор технических наук, профессор - Глава 4 (в соавторстве)
24. *Шарагов Василий Андреевич*, Бельцкий государственный университет им. Алеку Руссо, доктор химических наук, доцент - Глава 5



## Содержание

### ГЛАВА 1. ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ В ТЕХНОЛОГИИ РЫБНЫХ РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Введение.....	7
1.1. Характеристика пищевой и биологической ценности карпа.....	7
1.2. Технологическая характеристика и пищевая ценность сырья растительного и животного происхождения.....	9
1.3. Разработка рецептур рыбных полуфабрикатов.....	11
1.4. Характеристика химического состава полуфабрикатов.....	11
1.5. Исследование изменений показателей качества мороженых полуфабрикатов при хранении.....	12
Выводы.....	13

### ГЛАВА 2. НОВЫЕ ВИДЫ УПЛОТНЕНИЙ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ С ИСПОЛНИТЕЛЬНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ СФЕРООБРАЗНОЙ ФОРМЫ

Введение.....	14
2.1. Состояние вопроса об эффективном уплотнении исполнительных механизмов не стандартной формы.....	14
2.2. Пути решения уплотнений сферообразных исполнительных механизмов.....	15
2.3. Экспериментальная установка для исследования щелевых втулок-уплотнений.....	16
2.4. Методика проведения экспериментов при испытании втулок-уплотнений для исполнительных механизмов сферообразной формы.....	18
Выводы.....	21

### ГЛАВА 3. БЕСПРОВОДНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ЦИФРОВЫЕ СЕТИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

Введение.....	23
3.1. Беспроводные специализированные цифровые сети.....	24
3.2. Критерии выбора беспроводной специализированной цифровой сети для объектов нефтегазового комплекса.....	26
3.3. Специализированные цифровые сети для объектов нефтегазового комплекса.....	27
3.4. Алгоритм выбора беспроводной специализированной цифровой сети.....	28
3.5. Классификация современных беспроводных специализированных цифровых сетей для управления технологическими процессами на объектах нефтегазового комплекса.....	30
Выводы.....	31

### ГЛАВА 4. ФОРМИРОВАНИЕ ПРОГРАММНО-ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

Введение.....	32
4.1. Обзор функциональных характеристик МИС-аналогов.....	32
4.2. Описание логической структуры МИС.....	34



4.3. Структура программы.....	36
4.4. Функциональное назначение МИС.....	39
Выводы.....	43

## **ГЛАВА 5. ТЕРМОМАГНИТНАЯ ОБРАБОТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ СТЕКЛОИЗДЕЛИЙ**

Введение.....	44
5.1. Методика эксперимента.....	46
5.2. Полученные результаты и их обсуждение.....	49
Выводы.....	54

## **ГЛАВА 6. МЕТОДЫ И ПОКАЗАТЕЛИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА.....55**

## **ГЛАВА 7. К ВОПРОСУ О ПОВТОРЯЕМОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ ОШИБКАХ.....62**

## **ГЛАВА 8. КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ ОХРАНЫ ТРУДА И ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ УКРАИНЫ**

Введение.....	69
8.1. Законодательная база охраны труда и региональные социальные программы повышения безопасности.....	69
8.2. Основные мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональной заболеваемости.....	70
8.3. Задачи подразделения по вопросам гражданской защиты.....	72
Выводы.....	74

## **ГЛАВА 9. К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ МЕХАНИЗМОВ СТРЕССА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЕЧЕНИЯ СТРЕССОГЕННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

Введение.....	76
9.1. Общие представления о механизмах стресса.....	76
9.2. Представления о звеньях дезинтеграции метаболических процессов.....	79
9.3. Использование представлений о механизмах стресса и дезинтеграции метаболических процессов при лечении ОХ, ОИМ, РЯ.....	85
Выводы.....	90

## **ГЛАВА 10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ ЛИЧНОСТИ**

Введение.....	91
10.1. Информационные технологии как императив формирования нового порядка знаний инновационной личности.....	91
10.2. Информационные технологии как инструмент социализации личности и преобразования различных сфер общественной жизни.....	95
Выводы.....	98



## ГЛАВА 11. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗАМОРАЖИВАНИЯ ГРИБОВ

Введение.....	99
11.1. Сущность кристаллообразования.....	99
11.2. Изменения химического состава грибов в процессе замораживания.....	101
11.3. Влияние замораживания на микробиальную загрязненность грибов.....	102
Выводы.....	103

## ГЛАВА 12. РАЗВИТИЕ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ИНСТИТУТА КонтРАКТНОГО УПРАВЛЯЮЩЕГО ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКУПОК В ЭЛЕКТРОННОЙ ФОРМЕ

Введение.....	104
12.1. Назначение контрактного управляющего.....	105
12.2. Права и обязанности контрактного управляющего.....	107
Выводы.....	109

## ГЛАВА 13. МЕТОД КОНТРОЛЯ УГЛОВЫХ ПОЛОЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ АВТОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТРОЙСТВ С МАГНИТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫМИ ТРАНЗИСТОРАМИ

Введение.....	111
13.1. Моделирование распределения магнитного поля постоянного магнита с диаметральной намагничиванием.....	112
13.2. Анализ систем расположения чувствительных элементов.....	118
13.3. Разработка метода контроля угловых положений на основе автогенераторных устройств с магниточувствительными транзисторами.....	122
Выводы.....	126

## ГЛАВА 14. КОМПЕНСАЦИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ПОМЕХ В СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ПО МНОГОПАРНЫМ ТЕЛЕФОННЫМ КАБЕЛЯМ ТПП

Введение.....	127
14.1. Помехи при параллельной работе систем передачи по многопарным телефонным кабелям.....	128
14.2. Алгоритм функционирования и обобщенная аналитическая модель системы «векторинг».....	130
14.3. Аналитические модели системы «векторинг».....	133
14.3.1. Модели системы «векторинг» для малопучковых многопарных телефонных кабелей типа ТПП.....	133
14.3.2. Модели системы «векторинг» для многопучковых многопарных телефонных кабелей типа ТПП.....	135
14.4. Эффективность подавления переходных помех в многопарных телефонных кабелях.....	139
Выводы.....	141

## Литература..... 142



## ГЛАВА 13.

### МЕТОД КОНТРОЛЮ КУТОВИХ ПОЛОЖЕНЬ НА ОСНОВІ АВТОГЕНЕРАТОРНИХ ПРИБОРІВ ІЗ МАГНІТОЧУТЛИВИМИ ТРАНЗИСТОРАМИ

DOI: 10.30888/978-617-7414-44-4.0-037

#### Вступ

Кутіві положення підлягають контролю в багатьох галузях промисловості: в металообробці, ліфтовій техніці, фасувальних, пакувальних і розливних автоматах, у друкарській промисловості, випробувальних стендах, а також у роботах та інших машинах, що потребують точного визначення показників руху обертових частин. Засоби вимірювання та контролю кутіві положень використовуються для забезпечення зворотного зв'язку між поворотними та статичними елементами сучасних систем точного переміщення, зокрема, в опорно-поворотних пристроях (ОПП). Для таких засобів важливими є не лише висока роздільна здатність і точність, а й діапазон вимірювання, повторюваність позиціонування, низька інерційність, надійність та зручність монтажу.

На сьогодні вірогідність контролю кутіві положень опорно-поворотних пристроїв радіолокаційних станцій (РЛС) є низькою, що обумовлює появу додаткових похибок визначення просторових координат повітряних і наземних об'єктів. Тому існує потреба пошуку нових способів зменшення частоти появи помилок у процесі контролю кутіві положень.

При виборі чи розробленні методу контролю кутіві положень потрібно враховувати особливості об'єкта контролю. Незважаючи на те, що точність установлення заданого кута повороту є головним параметром ОПП, архітектура контрольно-вимірювальних засобів залежить і від конструктивних можливостей встановлення того чи іншого типу сенсора, і від динамічних характеристик системи.

Для контролю кутіві положень ОПП одним з найкращих варіантів є безконтактне отримання вимірювальної інформації. Методи вимірювання кутіві положень з використанням зміни значень просторових складових вектора індукції магнітного поля, створеного рухомим магнітом, досліджуються вже кілька десятиків років [1], [2]. Однак сенсори, що є практичною реалізацією таких методів, мають обмежений кутіві діапазон, низьку чутливість і роздільну здатність, великі похибки вимірювання [3]. Тому цей розділ присвячено розробці нового методу контролю кутіві положень на основі автогенераторних пристроїв із магніточутливими транзисторами для підвищення вірогідності контролю.



### 13.1. Моделювання розподілу магнітного поля постійного магніту з діаметральним намагніченням

Відомі на сьогодні гальваноманітні методи контролю кутових положень базуються на вимірюванні індукції магнітного поля постійного магніту (пов'язаного з об'єктом контролю) за допомогою одного чи декількох первинних перетворювачів (найчастіше це елементи Холла або магніторезистори) й обробці аналогового сигналу – підсиленні, аналогово-цифровому перетворенні тощо. Найпростіша система вимірювання кута – це елемент Холла і розташований над ним діаметрально намагнічений магніт. Обертання валу з установленим на ньому магнітом викликає зміну магнітної індукції над елементом Холла, а за значенням магнітної індукції розраховують кут повороту валу [4]. Такий спосіб визначення кута простий в реалізації, однак він має ряд недоліків: нестабільність магнітного поля магніту, зміна значення і фази магнітного поля в результаті вертикального або горизонтального зміщення магніту або чутливого елемента тощо. Для розроблення нового методу контролю кутового положення і подолання зазначених недоліків, слід, в першу чергу, розглянути розподіл магнітного поля діаметрально намагніченого постійного магніту.

Поведінку зарядів в електромагнітних полях описують рівняння Максвелла, які дають можливість пояснити велику кількість явищ, в тому числі й магнітну взаємодію. У випадку, що розглядається, зручно використати рівняння Максвелла у диференціальній формі [5]:

$$\nabla \times \vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}, \quad (1)$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0, \quad (2)$$

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}, \quad (3)$$

$$\nabla \cdot \vec{D} = \rho, \quad (4)$$

де  $\vec{J}$  ( $A/m^2$ ) та  $\rho$  ( $Kл/m^3$ ) – густина струму й об'ємна густина зарядів джерела, відповідно;  $\vec{E}$  ( $B/m$ ) і  $\vec{D}$  ( $Kл/m^2$ ) – напруженість та індукція електричного поля;  $\vec{H}$  ( $A/m$ ) і  $\vec{B}$  ( $Tл$ ) – напруженість та індукція магнітного поля.

Напруженість та індукція є векторними величинами, які залежать від просторових координат і часу:

$$\vec{B} = B_x(x, y, z, t)\hat{x} + B_y(x, y, z, t)\hat{y} + B_z(x, y, z, t)\hat{z}. \quad (5)$$

Виходячи із виразу (5), чотири силових характеристики електромагнітного поля описуються системою рівнянь із дванадцятьма невідомими. Однак ці рівняння не є незалежними, зокрема в результаті підстановки (1) у (4) маємо





$$\nabla \cdot \vec{J} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0. \quad (6)$$

Також рівняння Максвелла потрібно доповнити співвідношеннями між силовими характеристиками електромагнітного поля [5]:

$$\vec{B} = \mu_0(\vec{H} + \vec{M}), \quad (7)$$

$$\vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E} + \vec{P}, \quad (8)$$

де  $\vec{M}$  (А/м) – вектор намагнічення;  $\vec{P}$  (Кл/м<sup>2</sup>) – вектор поляризації;  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  (Тл·м/А) – магнітна стала;  $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  (Ф/м) – діелектрична стала.

На основі виразу (8) можна знайти густину струму зміщення як

$$\frac{\partial \vec{D}}{\partial t} = \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} + \frac{\partial \vec{P}}{\partial t}. \quad (9)$$

Для стаціонарних, лінійних, однорідних та ізотропних середовищ співвідношення між силовими характеристиками мають вигляд:

$$\vec{B} = \mu \vec{H}, \quad (10)$$

$$\vec{D} = \varepsilon \vec{E}, \quad (11)$$

де  $\mu$  і  $\varepsilon$  – магнітна сприйнятливості і діелектрична проникність середовища, відповідно.

Як відомо, густина струму та напруженість електричного поля пов'язані співвідношенням

$$\vec{J} = \sigma \vec{E}, \quad (12)$$

де  $\sigma$  (См·м) – провідність.

Оскільки величини  $\mu$ ,  $\varepsilon$  та  $\sigma$  нелінійного, неоднорідного чи анізотропного матеріалу залежать від силових характеристик поля, то рівняння (10 – 12) записуються як [5]

$$\vec{B} = \mu(\vec{H})\vec{H}, \quad (13)$$

$$\vec{D} = \varepsilon(\vec{E})\vec{E}, \quad (14)$$

$$\vec{J} = \sigma(\vec{E})\vec{E}. \quad (15)$$

Для нелінійних матеріалів величини  $\mu$ ,  $\varepsilon$  та  $\sigma$  залежать від нелінійності, для неоднорідних – від координати, а для анізотропних – від напрямку.

Розрахунок розподілу поля постійного магніту базується на використанні виразів (5), (13) – (15), а також теоретичних міркувань, наведених у [6], [7].

Циліндричний магніт, який використовується для запропонованого методу і засобу контролю, має діаметральне намагнічення. Це означає, що вектор його намагнічення перпендикулярний до осі магніту.



Радіальна складова визначається як

$$B_r(r, \phi, z) = \frac{\mu_0 M_s R}{2N_\phi} \sum_{n=0}^{N_\phi} \sum_{k=1}^2 (-1)^{(k+1)} S_\phi(n) \cos(\phi'(n)) \times [r - R \cos(\phi - \phi'(n))] I(r, \theta, z; R, \phi'(n), z_k), \quad (16)$$

де  $M_s$  – намагнічення у заданому напрямку;  $N_\phi$  – кількість членів за методом Сімпсона, тобто

$$\phi'(n) = \frac{n}{N_\phi} 2\pi \quad (n = 0, 1, 2, \dots, N_\phi);$$

$S_\phi$  – коефіцієнт, який визначається як

$$S_\phi(n) = \begin{cases} \frac{1}{3} & (n = 0); \\ \frac{4}{3} & (n = 1, 3, 5, \dots); \\ \frac{2}{3} & (n = 2, 4, 6, \dots); \\ \frac{1}{3} & (n = N_\phi). \end{cases}$$

Функція  $I$  у виразі (16) набуває значень

$$I \equiv \begin{cases} \frac{(z - z_k)g(r, \phi, z; r', \phi', z_k)}{r^2 + r'^2 - 2rr' \cos(\phi - \phi')}, & \text{якщо } r^2 + r'^2 - 2rr' \cos(\phi - \phi') \neq 0; \\ \frac{-1}{2(z - z_k)^2}, & \text{якщо } r = r', \cos(\phi - \phi') = 1, z \neq z_k, \end{cases} \quad (17)$$

де

$$g(r, \phi, z; r', \phi', z') = \frac{1}{\sqrt{r^2 + r'^2 - 2rr' \cos(\phi - \phi') + (z - z')^2}}.$$

Як бачимо із (17), аналітичний вигляд функції  $I$  залежить від співвідношення між координатами точки поля  $(r, \phi, z)$  та початкової точки  $(r', \phi', z')$ .

Тангенціальна (азимутальна) складова задається виразом

$$B_\phi(r, \phi, z) = \frac{\mu_0 M_s R^2}{2N_\phi} \sum_{n=0}^{N_\phi} \sum_{k=1}^2 (-1)^{(k+1)} S_\phi(n) \cos(\phi'(n)) \times \sin(\phi - \phi'(n)) I(r, \phi, z; R, \phi'(n), z_k). \quad (18)$$

Аксіальну складову магнітної індукції можна розрахувати за виразом



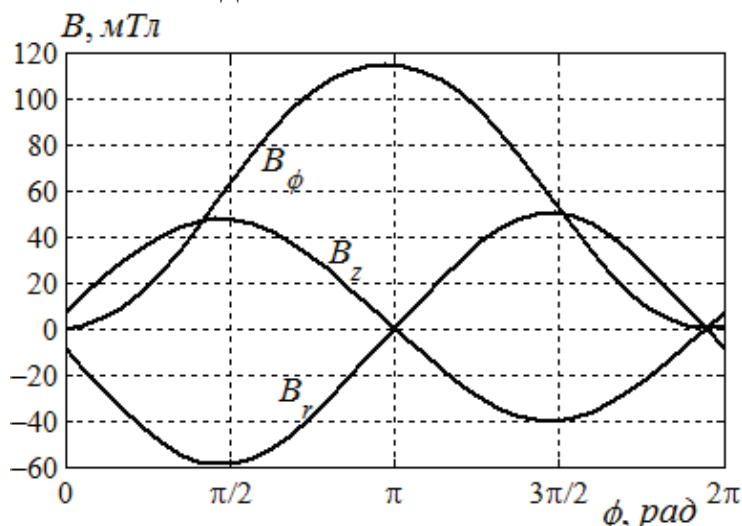
$$B_z(r, \phi, z) = \frac{\mu_0 M_s R}{2N_\phi} \sum_{n=0}^{N_\phi} S_\phi(n) \sum_{k=1}^2 (-1)^k \cos(\phi'(n)) g(r, \phi, z; R, \phi'(n), z_k). \quad (19)$$

Варто зауважити, що вирази (16), (18), (19) отримані за наступних припущень:

- постійний магніт має сталу, однорідну та ізотропну магнітну проникність, значення якої близьке до проникності повітря (практично справджується для рідкоземельних магнітів);
- немає спотворення від магнітного поля, створеного сторонніми феромагнітними елементами;
- поле намагнічення в постійному магнітному матеріалі є однорідним і сталим.

На рис. 1 показано результати моделювання залежностей радіальної, тангенціальної та аксіальної складових магнітної індукції поля від кута повороту постійного магніту з діаметральним намагніченням (радіус  $R = 6$  мм, висота  $h = 6$  мм, намагнічення  $M_s = 2,4 \cdot 10^5$  А/м) на відстані  $r = 3$  мм від центра магніту та  $z = 2$  мм від поверхні магніту.

Комп'ютерне моделювання проведено з використанням програмного пакету для науково-технічних розрахунків MatLab [8], оскільки даний пакет програм дає можливість отримувати як аналітичні вирази на основі розв'язку систем рівнянь, так і будувати графічні характеристики на основі заданих аналітичних залежностей та відомих значень констант і змінних.



**Рис.1. Залежності радіальної ( $B_r$ ), тангенціальної ( $B_\phi$ ) та аксіальної ( $B_z$ ) складових магнітної індукції від кутової координати**

Наведені на рис. 1 графіки підтверджують, що просторові складові магнітної індукції лінійно пов'язані з кутовою координатою лише у вузькому діапазоні її значень (діапазон відрізняється для кожної складової), характер

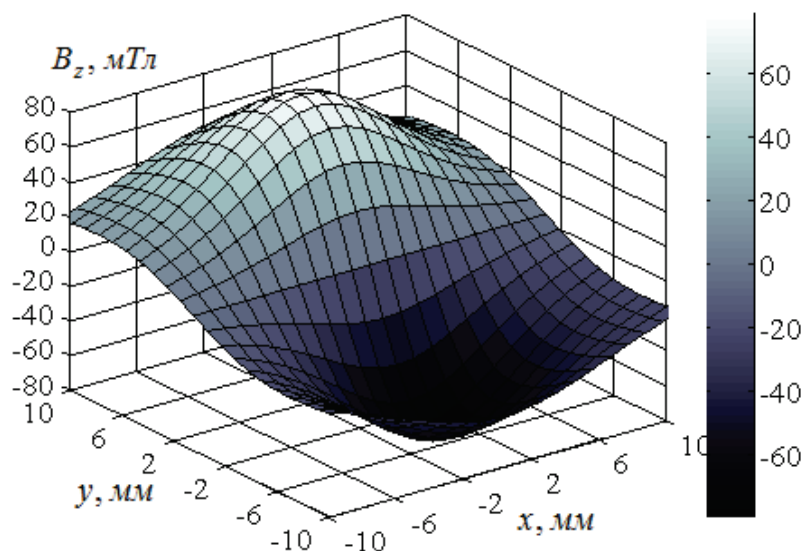


залежностей близький до синусоїдного.

Багатостокові та багатоколекторні магнітотранзистори чутливі до складової магнітного поля, яка перпендикулярна до площини сенсора, тому надалі розглядається аксіальна складова магнітної індукції [9] – [12].

Просторовий розподіл аксіальної складової магнітної індукції поля постійного магніту із діаметральним намагніченням наведено на рис. 2 (вектор намагнічення магніту спрямований по осі  $y$ ).

При зміні кутової координати  $\phi$  в циліндричній системі координат від 0 до  $2\pi$  ( $z = z_1$ ,  $r = r_1$ ) магнітна індукція  $B_z(r_1, \phi, z_1)$  нерухомого магніту набуває тих самих значень, що й магнітна індукція  $B_z(r_1, 0, z_1)$  при обертанні постійного магніту відносно нерухомої системи чутливих елементів, тобто у виразі для магнітної індукції можна замінити кутову координату  $\phi$  на фазовий зсув магнітного поля від нульової мітки або, з деяким наближенням, на вимірюваний кут  $\alpha$ .



**Рис. 2. Просторовий розподіл аксіальної складової магнітної індукції**

Тому отримані результати моделювання підтверджують можливість використання магнітної індукції як інформативного параметра для вимірювання кутового положення.

Наведені вище результати моделювання (див. рис. 1) отримані при сталому значенні полярного радіуса  $r$ . Однак потрібно враховувати вплив радіального та кутового зміщення центра системи чутливих елементів відносно центра магніту. Позначимо полярний радіус центра системи чутливих елементів як  $r_s$ , а полярний кут –  $\phi_s$ , тоді значення полярного радіуса точки вимірювання залежить від кутової координати за виразом

$$r = r_s \cos(\phi - \phi_s) + \sqrt{r_s^2 \cos^2(\phi - \phi_s) - r_s^2 + R_s^2}, \quad (20)$$



де  $R_s$  – радіус системи чутливих елементів.

Вираз (19), доповнений формулою (20), дає можливість врахувати вплив геометричних розмірів та магнітних параметрів постійного магніту на значення аксіальної складової магнітної індукції, однак він складний для використання в інженерних розрахунках при побудові засобів контролю кутових положень.

Оскільки, як показують результати досліджень [13], [14], залежність магнітної індукції від кутового положення є синусоїдою і не містить гармонік вищого порядку, дану залежність можна записати у вигляді:

$$B_z = B_0 + B_A \sin(\alpha + \phi_\rho + \omega t), \quad (21)$$

де  $B_0$  – ненульове зміщення магнітного поля;  $B_A$  – амплітудне значення магнітної індукції, яке залежить від параметрів магніту та координат;  $\phi_\rho$  – кутова координата нульової площини в полярній системі координат;  $\omega$  – кутова частота;  $t$  – час (незалежна змінна).

Залежність аксіальної складової магнітної індукції від координати  $y$  (за напрямком вектора намагнічення) та від кутового положення магніту за різних значень відстані від нульової площини координат ( $z=0$  відповідає середині висоти постійного магніту) наведено на рис. 3.

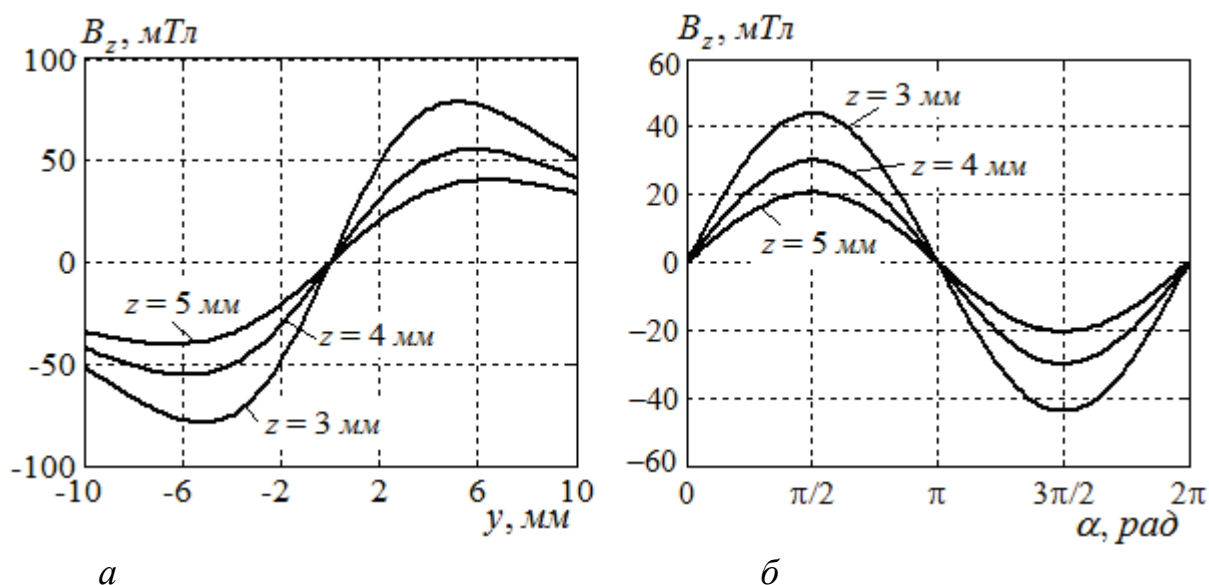


Рис. 3. Залежність аксіальної складової магнітної індукції від координати  $y$  (а) та від кутового положення постійного магніту (б)

Як бачимо, амплітуда магнітної індукції залежить від координат, однак зв'язок амплітуди із геометричними розмірами магніту та координатами можливо отримати лише чисельними методами, що було показано при розрахунку розподілу магнітного поля, а також у роботах [5], [6], [13].

У реальній конструкції вісь обертання контрольованого валу і центра



постійного магніту не збігається, тобто на значення аксіальної складової магнітної індукції при обертанні валу впливає ексцентриситет. Вектор ексцентриситету характеризується довжиною  $\Delta e$  та початковою фазою  $\phi_{e0}$ . В загальному випадку початкова фаза вектора ексцентриситету не дорівнює нулю, тому з'являється відхилення кута повороту постійного магніту від кута повороту контрольованого валу.

Остаточний вираз аксіальної складової магнітної індукції має вигляд:

$$B_z = B_0 + \mu_0 M_S b_z(r, z) \sin(\alpha + \phi_\rho + \Delta\alpha_{\Delta e}), \quad (22)$$

де  $b_z(r, z)$  – коефіцієнт, який розраховується чисельними методами на основі (19) для заданих розмірів магніту і набору значень полярного радіуса та висоти  $(r, z)$ ;  $\Delta\alpha_{\Delta e}$  – відхилення кута повороту постійного магніту від кута повороту контрольованого валу [15]:

$$\Delta\alpha_{\Delta e} = \frac{\Delta e}{r} (\sin(\alpha - \phi_{e0}) + \sin \phi_{e0}); \quad (23)$$

$r$  – полярний радіус, що на основі (20) складає

$$r = r_s \cos(\alpha - \phi_s) + \sqrt{r_s^2 \cos^2(\alpha - \phi_s) - r_s^2 + R_s^2}. \quad (24)$$

Таким чином, залежність значення магнітної індукції від кутового положення магніту у вигляді (22) надалі може бути використана при дослідженні засобів контролю кутових положень для отримання їх функції перетворення.

### 13.2. Аналіз систем розташування чутливих елементів

Проведений у попередньому пункті аналіз розподілу магнітного поля показує, що через нелінійність поля магніту вимірювання кутових положень з використанням одного чутливого елемента можливе лише на квазілінійній ділянці в діапазоні кутів  $\pm 45^\circ$  (див. рис. 3, б). І якщо нестабільність магнітного поля магніту, що виникає через зміни температури магніту, можна компенсувати, то зміну значення і фази магнітного поля в результаті вертикального та горизонтального зміщення магніту або магніточутливого елемента компенсувати практично неможливо, тобто потрібно вдосконалювати саму магнітну систему.

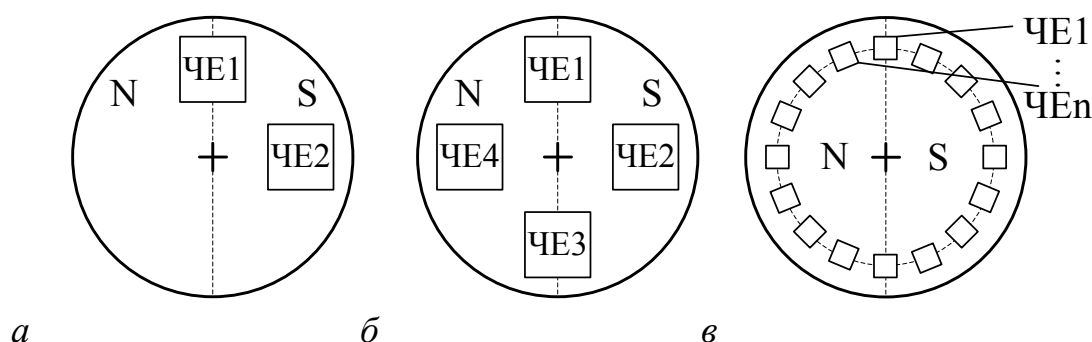
На сьогодні відомо кілька варіантів вирішення даної проблеми, найбільш поширеними з яких є:



- використання двох чутливих елементів (ЧЕ1 та ЧЕ2) розташованих під кутом 90° як до осі обертання, так і між собою [4] (рис. 4, а);
- використання чотирьох чутливих елементів (ЧЕ1 – ЧЕ4), розташованих попарно симетрично відносно осі обертання [5] (рис. 4, б);
- виготовлення інтегральних сенсорів, у яких формується коло із чутливих елементів (ЧЕ1 – ЧЕ<sub>n</sub>) (елементів Холла) (рис. 4, в).

Розглянемо детальніше кожен із варіантів магнітних систем.

Почнемо з аналізу останнього варіанту (рис. 4, в). Безперечно, введення до складу приладу великої кількості чутливих елементів дозволяє суттєво підвищити роздільну здатність, проте потребує більш складних алгоритмів оброблення сигналів, і, відповідно, викликає нарощення апаратної частини засобів контролю кутових положень і зростання їх вартості.



**Рис. 4. Магнітні системи засобів контролю кутових положень**

Також засоби контролю, що містять лінійки чутливих елементів, часто базуються на використанні багатополюсних магнітних систем, процес виготовлення яких потребує більших технічних та матеріальних затрат. Крім того, збільшення роздільної здатності багатополюсних систем можливо досягти лише до певних меж, що пов'язано із розкидом параметрів магнітного поля та технологічними похибками при промислових масштабах виробництва.

Тому варто особливу увагу звернути на магнітні системи із двома та чотирма чутливими елементами.

У системах із двома чутливими елементами (див. рис. 4, а), розташованими під кутом 90°, вихідні сигнали із обох елементів будуть мати вигляд синусоїди, але між ними буде зсув фаз 90°. Можна сказати, що на виході одного сенсорного елемента буде присутня синусна складова, а на виході іншого – косинусна.

Кутове положення визначають як [14]

$$\alpha_{\text{вим.}} = \arctg\left(\frac{B_{\sin} - B_0}{B_{\cos} - B_0}\right) - \phi_{\rho}. \quad (25)$$



Проте, як відомо, функція арктангенса має область значень від  $-90^\circ$  до  $90^\circ$ , що не дозволяє однозначно визначати кутові положення в діапазоні повного оберту. Тому потрібно враховувати знак синусної та косинусної складових, а формула (25) набуває вигляду

$$\alpha_{вим.} = \arctg\left(\frac{B_{sin} - B_0}{B_{cos} - B_0}\right) + \alpha_c - \phi_\rho + 360^\circ \cdot l, \quad (26)$$

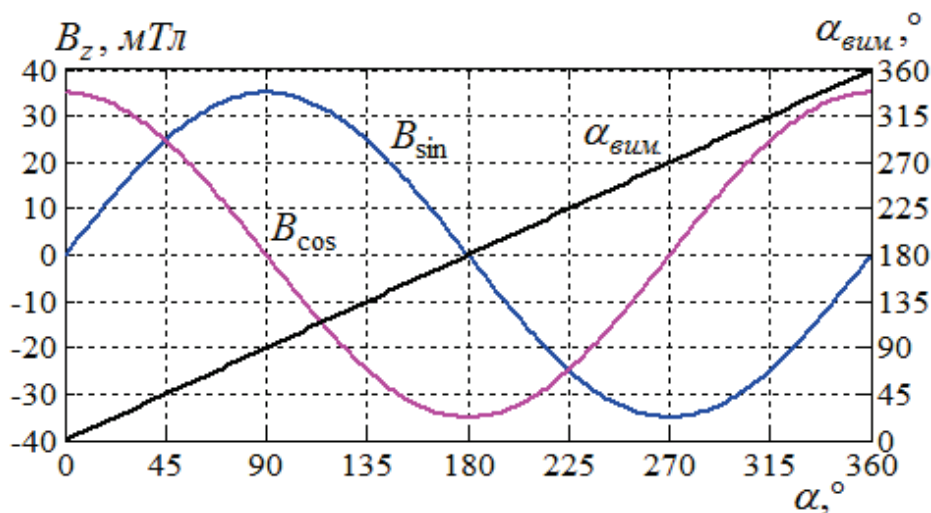
де

$$\alpha_c = \begin{cases} 0, & \text{якщо } (B_{sin} > B_0), (B_{cos} > B_0); \\ 180^\circ, & \text{якщо } (B_{cos} < B_0); \\ 360^\circ, & \text{якщо } (B_{sin} < B_0), (B_{cos} > B_0); \end{cases}$$

$l$  – змінна для коригування діапазону результатів вимірювання:

$$l = \begin{cases} 0, & \text{якщо } \arctg\left(\frac{B_{sin} - B_0}{B_{cos} - B_0}\right) + \alpha_c \geq \phi_\rho; \\ 1, & \text{якщо } \arctg\left(\frac{B_{sin} - B_0}{B_{cos} - B_0}\right) + \alpha_c < \phi_\rho. \end{cases}$$

На рис. 5 зображені залежності аксіальних складових магнітної індукції, що діє на перший ( $B_{sin}$ ) і другий ( $B_{cos}$ ) чутливі елементи, та отриманого за виразом (26) кута від кутового положення контрольованого об'єкта при  $\phi_\rho = 0$ .



**Рис. 5. Залежність магнітної індукції та виміряного кута від кутового положення контрольованого об'єкта для магнітних систем із двома чутливими елементами**

Графіки, наведені на рис. 5, показують, що кут, розрахований на основі значень синусної та косинусної складових магнітної індукції, залежить від





початкового та миттєвого значення кутового положення, але не залежить від кількості обертів контрольованого об'єкта (однак, за потреби можна виконувати підрахунок кількості обертів, розширивши таким чином діапазон вимірювання кута). Магнітна система із двома чутливими елементами дозволяє проводити вимірювання в діапазоні повного оберту контрольованого об'єкта, забезпечуючи високу лінійність функції перетворення.

В системі з чотирма чутливими елементами (див. рис. 4, б) зсув фаз синусоїди, що показує зміну магнітної індукції на двох сусідніх чутливих елементах, складає  $90^\circ$ . Вимірюваний кут визначається як

$$\alpha_{вим.} = \arctg\left(\frac{B_{\sin 1} - B_{\sin 2}}{B_{\cos 1} - B_{\cos 2}}\right) + \alpha_c - \phi_\rho + 360^\circ \cdot l, \quad (27)$$

де  $B_{\sin 1}$ ,  $B_{\cos 1}$ ,  $B_{\sin 2}$ ,  $B_{\cos 2}$  – аксіальні складові магнітної індукції, що діє на чутливі елементи ЧЕ1, ЧЕ2, ЧЕ3, ЧЕ4, відповідно;

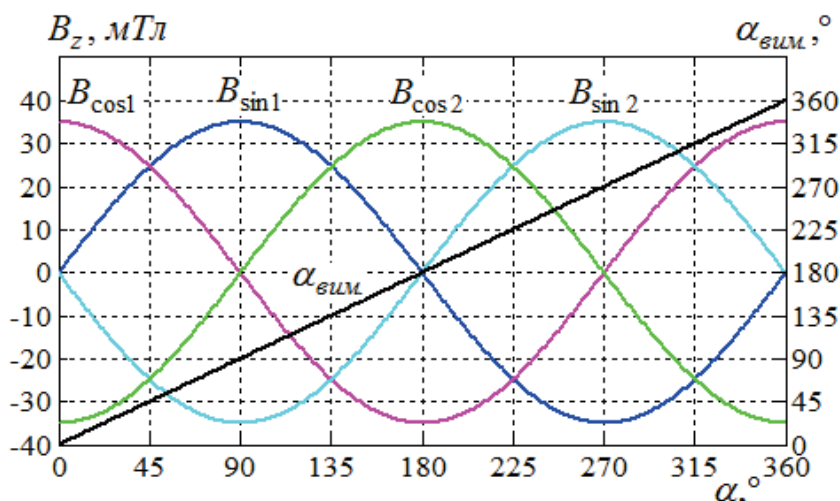
$$\alpha_c = \begin{cases} 0, & \text{якщо } (B_{\sin 1} > B_{\sin 2}), (B_{\cos 1} > B_{\cos 2}); \\ 180^\circ, & \text{якщо } (B_{\cos 1} < B_{\cos 2}); \\ 360^\circ, & \text{якщо } (B_{\sin 1} < B_{\sin 2}), (B_{\cos 1} > B_{\cos 2}); \end{cases}$$

$$l = \begin{cases} 0, & \text{якщо } \arctg\left(\frac{B_{\sin 1} - B_{\sin 2}}{B_{\cos 1} - B_{\cos 2}}\right) + \alpha_c \geq \phi_\rho; \\ 1, & \text{якщо } \arctg\left(\frac{B_{\sin 1} - B_{\sin 2}}{B_{\cos 1} - B_{\cos 2}}\right) + \alpha_c < \phi_\rho. \end{cases}$$

На рис. 6 зображені залежності аксіальних складових магнітної індукції, що діє на чутливі елементи, та отриманого за виразом (27) кута від кутового положення контрольованого об'єкта при  $\phi_\rho = 0$ .

Така конструкція магнітної системи характеризується високою лінійністю функції перетворення в діапазоні кутів від  $0^\circ$  до  $360^\circ$ , одночасно забезпечуючи стійкість показів при відхиленнях магніту в горизонтальній площині. У цьому варіанті розташування чутливих елементів при невеликих зсувах магніту в горизонтальній площині спад сигналу на одному сенсорі компенсується зростанням сигналу на протилежному. Недоліком є більш складна конструкція, вища вартість порівняно з варіантом, у якому використовуються два чутливих елементи.

Таким чином, системи, що містять два та чотири чутливих елементи, можуть бути використані для побудови засобів контролю кутових положень, однак система із двома чутливими елементами потребує більш точного їх позиціювання.



**Рис. 6. Залежність магнітної індукції та виміряного кута від кутового положення контрольованого об’єкта для магнітних систем із чотирма чутливими елементами**

### 13.3. Розроблення методу контролю кутових положень на основі автогенераторних пристроїв із магніточутливими транзисторами

При розробленні безконтактного засобу контролю кутових положень на основі автогенераторних пристроїв із магніточутливими транзисторами потрібні дещо інші підходи, ніж при роботі з аналоговими вимірниками. Це пов’язано з тим, що вихідним інформативним параметром сенсора на основі автогенераторного пристрою є частота.

Суть запропонованого методу полягає у [16]:

- 1) створенні за допомогою постійного магніту з діаметральним намагніченням магнітного поля, просторовий розподіл якого залежить від кута повороту контрольованого об’єкта (валу);
- 2) визначенні точок контролю кутового положення і допустимого відхилення;
- 3) отриманні сигналу початку оберту об’єкта контролю, збереженні значення кутової координати нульової площини;
- 4) перетворенні індукції магнітного поля у двох (або чотирьох) точках, кутовий зсув між якими складає  $90^\circ$ , тобто синусної та косинусної складових магнітної індукції, у частотні сигнали за допомогою автогенераторних пристроїв на основі магніточутливих транзисторів (за фіксованого кутового положення досліджуваного об’єкта);
- 5) вимірюванні отриманих частот за допомогою мікроконтролерних засобів;
- 6) обчисленні синусних і косинусних складових магнітної індукції на основі вимірних частот та функції перетворення автогенераторних пристроїв;
- 7) обчисленні кутового положення та визначенні напрямку обертання



об'єкта контролю на основі синусних і косинусних складових магнітної індукції та початкових даних;

8) порівнянні обчислених кутових положень із значеннями точок контролю для отримання результату контролю.

На рис. 7 наведена структурна схема методу контролю кутових положень на основі автогенераторних пристроїв із магніточутливими транзисторами [17]. Схематично показано постійний магніт, що обертається. Його слід встановлювати співвісно з контрольованим валом. Це дозволяє отримати синусні та косинусні складові магнітної індукції, розташувавши сенсори на однаковій відстані від центру магніту і з кутовим зсувом  $90^\circ$ .

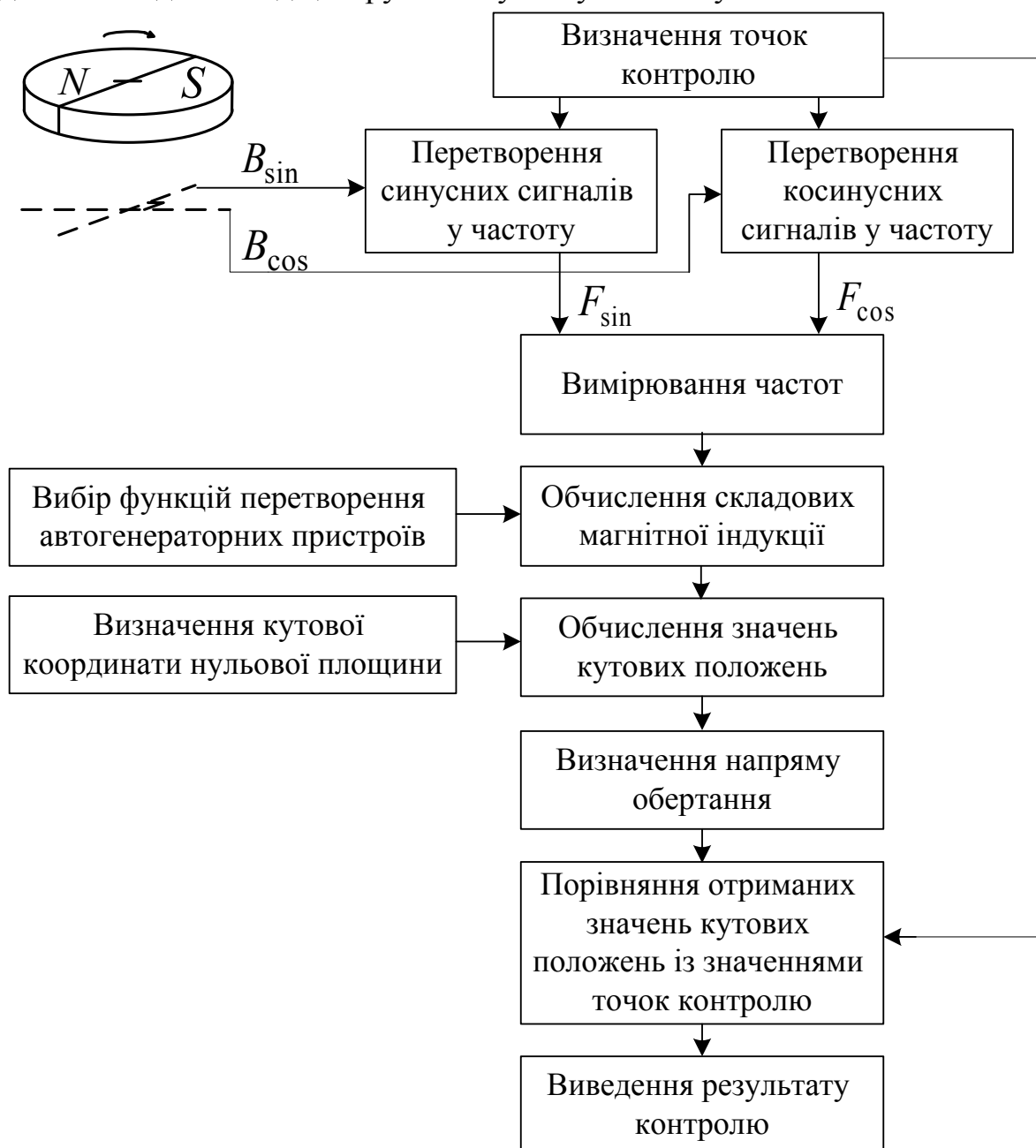


Рис. 7. Структурна схема методу контролю кутових положень

Частота генерації автогенераторних пристроїв на основі магніточутливих



транзисторів однозначно залежить від магнітної індукції, тобто за відсутності дії магнітного поля на виходах автогенераторів присутній сигнал деякої частоти  $f_0$ , яка залежить від параметрів елементів схеми, вибору робочої точки, температури тощо. При поміщенні магніточутливого елемента в магнітне поле вихідна частота автогенераторного пристрою зменшується або збільшується, залежно від напрямку магнітної поля, оскільки відбувається зміна електрофізичних параметрів магніточутливих транзисторів.

Таким чином, при використанні, наприклад, системи із двох чутливих елементів на виході автогенераторних пристроїв матимемо сигнали, частоти яких

$$f_{\sin} = f(B_{\sin}) = f_0 + \Delta f(B_{\sin}), \quad (28)$$

$$f_{\cos} = f(B_{\cos}) = f_0 + \Delta f(B_{\cos}), \quad (29)$$

де  $\Delta f(B_{\sin})$ ,  $\Delta f(B_{\cos})$  – зміна частот генерації внаслідок дії синусної та косинусної складових магнітного поля, причому ця зміна може бути як додатною, так і від’ємною.

Важливим питанням є вимірювання частот автогенераторних пристроїв. На сьогодні відомо досить велику кількість методів вимірювання частоти  $f_x$ . Для цифрового вимірювання гармонічну напругу слід спочатку перетворити в послідовність імпульсів такої самої частоти, причому передні фронти цих імпульсів повинні збігатися з моментами переходу вимірюваного сигналу через нульове значення на осі часу за його наростання.

Метод прямого вимірювання частоти (*direct counting*) передбачає квантування зразкового інтервалу часу  $t_{zp}$  імпульсами вимірюваної (невідомої) частоти  $f_x$ . Цей метод вимірювання реалізують шляхом підрахунку імпульсів двох частот протягом заданого інтервалу часу: вимірюваної та зразкової, значення якої відоме, тобто формують інтервал часу  $t_{zp}$  за допомогою зразкової частоти  $f_{zp}$ . Тоді остаточне рівняння перетворення цифрового частотоміра середніх значень має вигляд [18]:

$$N_x = \frac{N_{zp} f_x}{f_{zp}}, \quad (30)$$

де  $N_{zp}$  – кількість імпульсів зразкової частоти, або коефіцієнт ділення подільника частоти (обов’язковою умовою є виконання нерівності  $f_{zp} > 2f_x$ ).

Оскільки цифрові частотоміри середніх значень є багатофункціональними, то залежно від режиму їх роботи можна проводити вимірювання не тільки частоти, а й відношення двох частот, інтервалів часу тощо. Проте одним із найсуттєвіших недоліків методу прямого вимірювання частоти в області низьких частот є висока похибка квантування [18]. Цей недолік усувають



одним із відомих способів [18]:

- 1) збільшення тривалості інтервал часу  $t_{zp}$ ;
- 2) застосування помножувачів частоти;
- 3) синхронізація фронту часових воріт з імпульсом, що задає початок періоду  $T_x = 1/f_x$ , а також вимірювання дробової частини відношення  $t_{zp}/T_x$  (апаратна реалізація цього способу порівняно складна);
- 4) перехід від вимірювання частоти сигналу до вимірювання його періоду.

З урахуванням швидкодії доцільно вибрати четвертий варіант підвищення точності вимірювання частот на виходах автогенераторних пристроїв – перехід від методу прямого до методу опосередкованого вимірювання. Опосередковане вимірювання полягає у квантуванні вимірюваного періоду  $T_x$  імпульсами зразкової частоти  $f_{zp}$  (частоти кварцового генератора). Рівняння перетворення цифрового частотоміра миттєвих значень має вигляд:

$$N_{zp} = \frac{f_{zp}}{f_x}. \quad (31)$$

При опосередкованому вимірюванні (*reciprocal counting*) похибка квантування значно менша, ніж при прямому вимірюванні частоти. Вона тим менша, чим більший період  $T_x$  і чим більша частота  $f_{zp}$ . Більш детально дане питання буде розглянуто при аналізі квантування вимірювального сигналу запропонованого засобу контролю кутових положень.

В більшості випадків потрібно враховувати нелінійність функції перетворення сенсорів на основі автогенераторних пристроїв, тобто спочатку обчислювати значення синусної та косинусної складових магнітної індукції за відомою функцією перетворення, а вже потім використовувати, залежно від типу системи чутливих елементів, формулу (26) чи (27).

Значення частоти на виході автогенераторних пристроїв залежить не тільки від кутового положення магніту, а й від відстані, температури тощо.

Після обчислення значення магнітної індукції слід провести аналіз знаків синусних та косинусних складових, для отримання складової  $\alpha_c$  формул (26) та (27), і розрахувати значення кутового положення, а напрям обертання можна визначити за знаком зміни синусних та косинусних сигналів магнітної індукції. Використання функції арктангенса, доповненого складовою  $\alpha_c$ , надає можливість лінеаризувати статичну характеристику засобу контролю кутових положень.

Контроль кутових положень за запропонованим методом передбачає також порівняння отриманого значення кута із деякою нормою. Якщо потрібно контролювати кілька кутових положень (визначено кілька кутових міток), то слід зберігати значення кута, відхилення від найближчої точки контролю та порядковий номер цієї точки.



Отже, в загальному розглянуто особливості запропонованого методу контролю кутових положень. Але детальне дослідження методу і засобів контролю кутових положень потребує, в першу чергу, розроблення сенсорів кутових положень на основі автогенераторних пристроїв із магніточутливими транзисторами.

### **Висновки**

В роботі запропоновано метод контролю кутових положень на основі автогенераторних пристроїв із магніточутливими транзисторами, який відрізняється від існуючих безконтактним перетворенням кутового положення в синусний та косинусний частотні сигнали за допомогою автогенераторних пристроїв, у яких магніточутливі транзистори виконують роль і чутливих перетворювачів, і активних елементів, що надало принципову можливість підвищення вірогідності контролю кутових положень.

У результаті математичного моделювання отримано вирази, які описують розподіл магнітного поля постійного магніту з діаметральним намагніченням та залежність аксіальної складової магнітної індукції від кутового положення. Дані вирази можуть бути використані для інженерного розрахунку магнітних систем засобів контролю кутових положень.



## Литература

### Глава 1.

1. Прасол І.Ю. Використання насіння льону у складі січених напівфабрикатів / І.Ю. Прасол, Н.В. Голембовська // Интеллектуальный потенциал XXI века 2017: сборник тезисов. – Одесса: Куприенко СВ, 2017 – с. 18-21.

2. Прасол І.Ю. Сенсорний аналіз рибних січених напівфабрикатів методом профілю флейвору / І.Ю. Прасол, Н.В. Голембовська, Н.М. Слободянюк, О.М. Очколяс// Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького, 2017, т 19, № 80 – С 83-87.

3. Кизеветтер И. В. Биохимия сырья водного происхождения / И. В. Кизеветтер– М.: Пищевая промышленность, 1973. - 424 с.

4. Онищенко Г. Г. Рациональное питание. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ / Г. Г. Онищенко – Режим доступа: [http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow\\_DocumID\\_97295.html](http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow_DocumID_97295.html).

5. Покровский А. А. Химический состав пищевых продуктов [Электронный ресурс] / А. А. Покровский – Режим доступа: [http://khimtab.liferus.ru/table1\\_8.htm](http://khimtab.liferus.ru/table1_8.htm)

6. Лук репчатый [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://medicina.kharkov.ua/medicinal-plant/574-green-onions.html>

### Глава 2.

1. Роганов Л.Л., Абрамова Л.Н., Обухов А.Н. Повышение надежности уплотнительных устройств для гидроупругих приводов //Совершенствование процессов и оборудования обработки давлением в металлургии и машиностроении. Зб.научн.тр. – Краматорск 1998. – с. 347 – 348.

2. Роганов Л.Л., Абрамова Л.Н. Экспериментальная установка для исследования втулок-уплотнений гидроцилиндров // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском у машинобудуванні та металургії: Зб наук пр. – Краматорськ – Слов'янськ 2000. – с.383 – 385.

3. Роганов Л.Л., Абрамова Л.Н., Ерёмкин Е.А., Роганов М.Л. Экспериментальные исследования регулируемых втулок-уплотнений измененной конструкции // Обработка материалов давлением. 2013. № 3 (36)203-206 ISSN 2076-2151: Зб наук пр. – Краматорськ. – С.203-206

4. Новые щелевые уплотнения для гидроцилиндров металлургического и горнорудного оборудования / Л. Л. Роганов, Л. Н. Абрамова, Е. А. Еремкин // Перспективы развития горно-металлургического комплекса: материалы международной научно-практической конференции. – Краматорск : НКМЗ, 2004. – С. 92–93.

5. Абрамова Л.Н., Еремкин Е.А. Исследование щелевых втулок-уплотнений для гидроцилиндров прессов при работе на воде //Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні: Темат. зб. наук. пр. – Краматорськ-Слов'янськ, 2003. – С. 576- 578.



квалификационных требованиях, предъявляемых к работникам контрактной службы, контрактному управляющему, членам комиссии по осуществлению закупок // СПС «Консультант Плюс».

9. Обзор судебной практики по делам, связанным с разрешением споров о применении пункта 9 части 1 статьи 31 Федерального закона от 5 апреля 2013 года № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» (утв. Президиумом Верховного Суда РФ 28.09.2016) // Бюллетень Верховного Суда РФ. 2017. № 2.,

10. Путеводитель по контрактной системе в сфере закупок. Контрактная служба. Контрактный управляющий // СПС «Консультант Плюс».

11. Приказ Минэкономразвития России от 29.10.2013 № 631 (ред. от 24.10.2016) «Об утверждении Типового положения (регламента) о контрактной службе» (Зарегистрировано в Минюсте России 26.11.2013 № 30456) // Российская газета. № 273. 04.12.2013.

### **Глава 13.**

1. T. Wyatt. (2011, July). What to Consider When Choosing a Rotary Encoder [Online]. Available: [http://www.heidenhain.com/fileadmin/redakteure/com/Automation\\_Newsletter\\_July2011\\_01.pdf](http://www.heidenhain.com/fileadmin/redakteure/com/Automation_Newsletter_July2011_01.pdf). [Accessed June 10, 2014].

2. E. Eitel. (2014, May 7). Basics of rotary encoders: overview and new technologies [Online]. Available: <http://machinedesign.com/sensors/basics-rotary-encoders-overview-and-new-technologies-0>. [Accessed June 10, 2014].

3. О. А. Агеев, В. М. Мамиконова, В. В. Петров, В. Н. Котов, и О. Н. Негоденко, *Микроэлектронные преобразователи неэлектрических величин*. Таганрог, РФ: ТРТУ, 2000.

4. А. Гауф и А. Гусева, «Магнитные датчики угла поворота (энкодеры) EcoTurn», *Компоненты и технологии*, №1, с. 38–41, 2012.

5. В. И. Чечерников, *Магнитные измерения*. Москва, СССР: Изд-во Моск. ун-та, 1969.

6. E. P. Furlani, *Permanent Magnet and Electromechanical Devices*. New York, USA: Academic Press, 2001.

7. В. А. Буравихин, В. Н. Шелковников, и В. П. Карабанова, *Практикум по магнетизму*. – Москва, СССР: Высшая школа, 1979.

8. Ю. Ф. Лазарев, *Начала программирования в среде MatLAB*. Киев, Украина: НТУУ «КПИ», 2003.

9. Osadchuk V.S., Osadchuk A.V. Radiomeasuring Microelectronic Transducers of Physical Quantities//Proceedings of the 2015 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON). 21-23 May 2015. Omsk.

10. Osadchuk A. V., Osadchuk V. S. "Frequency Magnetic Transducers on Base of Bipolar Transistors Structure" in Conference Proceedings. 2017 IEEE 37 International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO) April 18-20.2017 Kyiv, Ukraine. –P.156-161.

11. Osadchuk V.S., Osadchuk A.V. The magneticreactive effect in transistors for construction transducers of magnetic field // *Elektronika ir Elektrotechnika*. – Kaunas: Technologija, 2011. –№3(109). – P.119-122.





12. Osadchuk V.S., Osadchuk A.V. The Microelectronic Radiomeasuring Transducers of Magnetic Field with a Frequency Output // *Electronics and Electrical Engineering*. – Kaunas: Technologija, 2011. – №4(110). – P.67-70.

13. U. Ausserlechner, «A Theory of magnetic angle sensors with hall plates and without fluxguides», *Progress In Electromagnetics Research B*, vol. 49, pp. 77–106, 2013.

14. C. Steele and S. Rossmann, «An Ultraminiature Rotary Encoder, Based on Magnetic Microsystems Technology», *Sensor. Technology and Design*, 2012. [Online]. Available: <http://archives.sensorsmag.com/articles/0902/rotary/main.shtml>. [Accessed June 10, 2014].

15. А. М. Бурбаев, *Методы и средства испытаний, контроля и юстировки оптических приборов*. Санкт-Петербург, РФ: СПб ГУ ИТМО, 2007.

16. В. С. Осадчук, О. В. Осадчук, та О. П. Білилівська, «Спосіб визначення кутових положень з використанням автогенераторних магніточутливих пристроїв», Патент України 97242, Берез. 10, 2015.

17. В. С. Осадчук, О. В. Осадчук, та О. П. Білилівська, «Прилад контролю кутових положень з використанням автогенераторних магніточутливих пристроїв», *Вісник Хмельницького національного університету*, № 5 (217), с. 110–114, 2014.

18. В. В. Кухарчук, В. Ю. Кучерук, Є. Т. Володарський, та В. В. Грабко, *Основи метрології та електричних вимірювань*. Вінниця, Україна: ВНТУ, 2012.

#### **Глава 14.**

1. World Broadband Statistics – Q3 2017. [Електронний ресурс] / Point Topic Ltd. – Режим доступу: <http://point-topic.com/free-analysis/world-broadband-statistics-q3-2017/>. – Заголовок з екрану. – Дата доступу: 16.02.2018.

2. Global broadband subscriber numbers – Q1 2014. 690.1m subscribers worldwide at the end of Q1 2014. [Електронний ресурс] / Point Topic Ltd. – Режим доступу: <http://point-topic.com/free-analysis/global-broadband-subscriber-numbers-q1-2014/>. – Заголовок з екрану. – Дата доступу: 02.09.2015.

3. World Broadband Statistics – Q4 2015. [Електронний ресурс] / Point Topic Ltd. – Режим доступу: <http://point-topic.com/wp-content/uploads/2013/02/Point-Topic-Global-Broadband-Statistics-Q4-2015.pdf>. – Дата доступу: 20.09.2016.

4. ITU-T. Recommendation G.9700: Fast access to subscriber terminals (G.fast) – Power spectral density specification. [Text]. – Apr. 2014, April. – Geneva, 2014. – 22 p.

5. ITU-T. Recommendation G.9701: Fast access to subscriber terminals (G.fast) – Physical layer specification. [Text]. – Apr. 2014, December. – Geneva, 2014. – 326 p.

6. Как разгоняли G.fast: становление технологии. [Електронний ресурс] / ООО «НАГ». – Режим доступу: <https://nag.ru/articles/article/30454/kak-razgonyali-g-fast-stanovlenie-tehnologii.html> – Заголовок з екрану. – Дата доступу: 15.03.2017.

7. ITU-T. Recommendation G.993.5: Self-FEXT cancellation (vectoring) for use with VDSL2 transceivers. [Text]. – Apr. 2010-04-22. – Geneva, 2010. – 80 p.