

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Механічний факультет

Кафедра метрології та безпеки життєдіяльності

ДИПЛОМНА РОБОТА

бакалавра

НОРМУВАННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИМІРЮВАЛЬНОГО КАНАЛУ ТИСКУ

Завідувач кафедри, д-р техн. наук, проф.

О. В. Полярус

Нормоконтролер, канд. техн. наук

О. С. Букреєва

Керівник, канд. техн. наук

А. О. Коваль

Консультант, канд. техн. наук, доцент

О. А. Коваль

Студент гр. ММ-41-15

В. В. Чайка

Харків – 2019

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Факультет механічний
Кафедра метрології та безпеки життєдіяльності
Освітній рівень бакалавр
Спеціальність 152 "Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка"

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

_____ О. В. Полярус
«16» _____ січня _____ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Чайці Віталію Вікторовичу

1. Тема роботи: "Нормування метрологічних характеристик вимірвального каналу тиску".

Керівник роботи Коваль Андрій Олександрович, канд. техн. наук

Затверджені рішенням Вченої ради механічного факультету "08" лютого 2019 року протокол № 7.

2. Строк подання студентом роботи 01.06.2019 р.

3. Вхідні дані до роботи: 1 Параметри технологічного процесу системи охолодження; 2 Режими роботи вимірвального каналу тиску; 3 Вимірюваний параметр – тиск.

4. Перелік питань, які потрібно розробити: 1 Вступ; 2 Аналіз методів визначення перехідної характеристики датчика тиску; 3 Аналіз методів визначення динамічних характеристик вимірвальних каналів тиску; 4 Розробка вимог до метрологічних характеристик вимірвального каналу тиску; 5 Висновки; 6 Список літератури.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1) Результати досліджень вимірвального каналу тиску.

2) Залежності величини відносної похибки визначення постійної часу ВКТ від дестабілізуючих факторів.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
2	Канд. техн. наук, доц. Коваль О. А.	17.01.2019	17.01.2019

7. Дата видачі завдання 17 січня 2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вивчення літератури.	17 січня – 28 січня 2019 р.	виконано
2.	Аналіз методів визначення перехідної характеристики датчика тиску.	28 січня -13 лютого 2019 р.	виконано
3.	Аналіз методів визначення динамічних характеристик вимірювальних каналів тиску.	13 лютого – 23 лютого 2019 р.	виконано
4.	Розробка вимог до метрологічного забезпечення вимірювального каналу тиску.	23 лютого – 17 квітня 2019 р.	виконано
5.	Розробка пропозицій щодо зменшення похибок визначення перехідної характеристики датчика тиску.	17 квітня – 27 квітня 2019 р.	виконано
6.	Формулювання висновків.	27 квітня – 30 квітня 2019 р.	виконано
7.	Оформлення пояснювальної записки.	30 квітня – 31 травня 2019 р.	виконано
8.	Створення презентації на Power Point.	31 травня – 05 червня 2019 р.	виконано
9.	Подання роботи керівнику.	05 червня – 07 червня 2019 р.	виконано
10.	Подання роботи на рецензію.	12 червня 2019 р.	виконано

Студент _____ Чайка В. В

Керівник роботи _____ Коваль А. О.

РЕФЕРАТ

Дипломна робота бакалавра: 65 с., 18 рис., 11 джерел, 2 додатки
ВИМІРЮВАЛЬНИЙ КАНАЛУ ТИСКУ, ДАТЧИК ТИСКУ, ДИНАМІЧНІ
ХАРАКТЕРИСТИКИ, МЕТРОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ПЕРЕХІДНА
ХАРАКТЕРИСТИКА

Об'єкт дослідження – вимірювальний канал тиску.

Мета роботи – розробка вимог до метрологічного забезпечення методів визначення динамічних характеристик вимірювального каналу тиску.

Методи дослідження – статистичний, часовий та спектральний аналіз часових вибірок.

Останнім часом проводиться багато досліджень з вдосконалення методів з підвищення точності динамічних вимірювань та визначення динамічних характеристик вимірювальних каналів та систем. Це викликане з одного боку значним ростом інтенсифікації виробництва, а з іншого зростанням вимог до точності та достовірності контролю параметрів технологічного процесу. Разом з тим слід відмітити що на сьогодні не має чітко окреслених меж застосування того чи іншого методу з метрологічної точки зору.

Таким чином, має місце задача розробки метрологічного забезпечення застосування того чи іншого методу оцінки похибок динамічних вимірювань та визначення динамічних характеристик вимірювальних каналів.

В даній дипломній роботі на основі всебічного аналізу та системного підходу обґрунтована методика нормування метрологічних характеристик вимірювального каналу тиску при використанні методів оберненої задачі, внутрішнього контролю та нейромережевого методу для визначення перехідних характеристик і постійної часу вимірювального каналу тиску технічно складного об'єкту.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів.....	6
Вступ.....	7
1 Аналіз методів визначення динамічних характеристик вимірювального каналу тиску	9
1.1 Методика та результати досліджень статичних та динамічних характеристик вимірювальних каналів тиску.....	16
1.2 Визначення динамічних характеристик вимірювальних ліній вимірювального каналу тиску.....	18
2 Обґрунтування структурної схеми стенду дослідження вимірювального каналу тиску.....	21
2.1 Дослідження впливу старіння вимірювальної лінії на динамічні характеристики вимірювальних каналів тиску	21
2.2 Висновки до розділу.....	32
3 Нормування метрологічних характеристик вимірювального каналу тиску.....	33
3.1 Нормування і визначення динамічних характеристик вимірювального каналу тиску.....	34
3.2 Аналіз точності блоку вимірювання параметрів вихідного сигналу вимірювального каналу тиску.....	36
3.3 Обґрунтування вимог до точності вдосконалених методів визначення динамічних характеристик вимірювальних каналів тиску.....	42
3.4 Висновки до розділу.....	46
Висновки.....	48
Перелік посилань.....	50
Додаток А Графіки залежності ентропійного коефіцієнта від співвідношення сумованих складових і їх ентропійних коефіцієнтів.....	51
Додаток Б Ілюстративний матеріал до дипломної роботи	53

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ,
ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АЦП	Аналогово-цифровий перетворювач
АЧХ	Амплітудно-частотна характеристика
ВЛ	Вимірювальна лінія
ВІС	Вимірювальна інформаційна система
ВКТ	Вимірювальний канал тиску
ДСТУ	Державний стандарт України
ДХ	Динамічна характеристика
ЕОМ	Електронно-обчислювальна машина
ЗВТ	Засоби вимірювальної техніки
МХ	Метрологічні характеристики
НМ	Нейронна мережа
ПФ	Перехідна функція
ПХ	Перехідна характеристика
САУ	Система автоматичного управління
СКВ	Середньоквадратичне відхилення
СЦП	Спектральна щільність потужності
ТСО	Технічно складний об'єкт
ТУ	Технічні умови
ФП	Функція перетворення
ФЧХ	Фазо-частотна характеристика

ВСТУП

Динамічні вимірювання посідають чільне місце в метрологічній практиці в зв'язку з розширенням областей застосування точних вимірювань, підвищенням швидкодії та точності засобів вимірювальної техніки (ЗВТ). При цьому важливим є дослідження динамічних властивостей ЗВТ, які описуються та нормуються динамічними характеристиками (ДХ), що дозволяє розв'язувати задачі організації процесу вимірювання (вибір та проектування ЗВТ) змінних величин, динамічних вимірювань фізичних величин, оцінювання та корекції (відновлення вхідного сигналу) динамічних похибок ЗВТ при роботі в динамічному режимі.

Розв'язання зазначених задач здійснюється в рамках теорії динамічних вимірювань, що сформувалася в 80 – 90-х роках минулого століття на стику метрології та теорії систем автоматичного регулювання. Істотний внесок у розвиток теорії динамічних вимірювань зробили вчені M. Payn, B. Mulhall, D. Fang, X. J. Zhe, T. Macher, D. Mowery, C. C. MacLeod, K. R. James, B. Kane, E. Glerean, J. Salmi, J. M. Lahnakoski, B. D. Coller, D. J. Shernoff, М. Д. Вайсбанд, В. А. Грановський, В. І. Губар, П. П. Орнатський, Г. Н. Солопченко, Ю. М. Туз, В. М. Чинков, С. І. Кондрашов, І. П. Захаров, П. Ф. Щапов, Б. Ю. Цветков, Г. Г. Чуновкіна, Ю. С. Етингер та ін. Аналіз робіт цих та інших вчених показав наявність широкого кола досліджень, спрямованих на вдосконалення прямих та непрямих методів визначення ДХ за експериментальними даними та методами математичного моделювання датчиків.

Всі ці дослідження були спрямовані на оцінку та визначення ДХ датчиків з використанням спеціальних стендів та тестових сигналів. Отримані таким чином ДХ відрізняються від реальних ДХ датчиків в процесі експлуатації. Про це свідчать багаторічні дослідження датчиків технологічних процесів на атомних електростанціях, що проведені доктором Х. М. Хашеміаном. Було виявлено, що тестові сигнали не дають можливості в повній мірі відновити характеристики вимірюваного технологічного процесу. Крім того слід мати на увазі, що датчик використовується разом з вимірювальною лінією, параметри якої в процесі

експлуатації також можуть змінюватися. А це в свою чергу приводить до зміни ДХ технологічного вимірювального блоку "вимірювальна лінія + датчик". Слід також приймати до уваги те, що вимірювальні лінії на атомних електростанціях виготовляються безпосередньо на об'єкті для кожного місця проведення вимірювань індивідуально. Отже ці лінії мають індивідуальні параметри. Як наслідок, для кожної точки вимірювань параметрів технологічного процесу будуть індивідуальні як функція перетворення вимірювального блоку так і його ДХ. В процесі експлуатації об'єктових вимірювальних інформаційних систем з заданою періодичністю здійснюється контроль функції перетворення шляхом калібрування всього вимірювального блоку по контрольним точкам. ДХ ні датчика, ні вимірювального блоку в процесі експлуатації не оцінюються і не контролюються.

Таким чином, виникає завдання метрологічного контролю як ДХ окремих датчиків, так і ДХ вимірювальних блоків в цілому в процесі експлуатації. Особливо це важливо для таких техногенно-небезпечних об'єктів як атомні електростанції (АЕС). Враховуючи, те що вимірювальна інформація на АЕС постійно документується, це завдання можна вирішити двома способами:

- методом бездемонтажного контролю;
- методом on-line діагностики.