

Міністерство освіти і науки України  
Івано-Франківський національний технічний  
університет нафти і газу



Сьома Міжнародна науково-технічна конференція

**«СУЧАСНІ ПРИЛАДИ, МАТЕРІАЛИ І  
ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ НЕРУЙНІВНОГО  
КОНТРОЛЮ І ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ  
МАШИНОБУДІВНОГО І  
НАФТОГАЗОПРОМИСЛОВОГО  
ОБЛАДНАННЯ»**

*25-28 листопада 2014 р.  
м. Івано-Франківськ, Україна*

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ ДОПОВІДЕЙ**

**Івано-Франківськ  
2014**

Конференція проводилася з метою аналізу і вирішення проблем розроблення, експлуатації і ефективного використання сучасних приладів, матеріалів і технологій при проведенні неруйнівного контролю і технічної діагностики машинобудівного і нафтогазопромислового обладнання.

В роботі конференції брали участь 105 представників різних промислових підприємств, академічних, вузівських та галузевих науково-дослідних і дослідно–конструкторських установ України.

Збірник матеріалів доповідей містить 92 доповіді за результатами наукових і експериментальних досліджень з актуальних проблем технічних засобів для проведення неруйнівного контролю і технічної діагностики, а також з актуальних проблем приладобудування взагалі.

Збірник матеріалів доповідей розрахований на науковців, інженерно-технічних працівників промислових підприємств, підприємств приладобудівної галузі, аспірантів, студентів старших курсів напряму «Приладобудування» та спеціальності «Прилади і системи неруйнівного контролю».

Адреса та телефони оргкомітету: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна, тел. (03422) 4-24-30, (0342) 72-71-68, факс (03422) 4-21-39.

E-mail: zarichna@nung.edu.ua, www.nung.edu.ua.

Рекомендовано до публікації на засіданні Організаційного і Програмного комітетів конференції.

Відповідальний секретар – Л. А. Витвицька  
Технічне коригування – Б.В. Костів, В.Б. Біліщук.

В авторській редакції.

Збірник матеріалів доповідей 7-ої науково-технічної конференції «Сучасні прилади, матеріали і технології для неруйнівного контролю і технічної діагностики машинобудівного і нафтогазопромислового обладнання», 25-28 листопада 2014р., м. Івано-Франківськ. – 2014. – 349с.

Видано на замовлення Організаційного і Програмного комітетів конференції.

## ЗМІСТ

Стор.

<i>О.М. Карнаш, П.М. Райтер, М.О. Карнаш, А.В. Яворський</i> РОЗВИТОК МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ НА КАФЕДРІ ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ І МОНІТОРИНГУ ІФНТУНГ.....	10
<i>І. С. Кісіль, З. П. Лютак, Ю. М. Кучірка</i> ОРГАНІЗАЦІЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ФАХІВЦІВ ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ «ПРИЛАДИ ТА СИСТЕМИ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ».....	17
<i>Р. М. Джала, І. Б. Івасів, Ю. В. Ільницький</i> РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДУ ДИФУЗНОГО ВІДБИВАННЯ СВІТЛА ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЛАКОФАРБОВИХ ПОКРИВІВ НАФТОГАЗОПРОМИСЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ.....	22
<i>Л. С. Ожигов, С. В. Гоженко</i> ПРИМЕНЕНИЕ РАЗРУШАЮЩИХ МЕТОДОВ ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ СВОЙСТВ МЕТАЛЛА НАХОДЯЩЕГОСЯ В ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ АЭС.....	25
<i>Ю. К. Бондаренко, К. О. Артюх, Ю. В. Логінова</i> ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ДЛЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПО НК І ТД ТА ЗВАРЮВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ (ОБЗОР).....	30
<i>А. Г. Потапьевский, Ю. К. Бондаренко</i> МОНІТОРИНГ РИСКА ОБРАЗОВАНИЯ ДЕФЕКТОВ У СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РЕМОНТА И МОНТАЖА, ПУТЕМ СВАРКИ ПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ В ЗАЩИТНЫХ ГАЗАХ.....	38
<i>В. М. Учанін, М. В. Сидоренко</i> ВИХРОСТРУМОВИЙ МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ ТА ОЦІНКИ ЗМІН СТРУКТУРИ ПІД ЧАС ШЛІФУВАННЯ ВИРОБІВ ІЗ ТЕПЛОСТІЙКИХ СТАЛЕЙ.....	42
<i>V. Uchanin, G. Nardoni</i> EDDY CURRENT INSPECTION TECHNOLOGIES POSSIBLE TO DETECT SURFACE AND SUBSURFACE DEFECTS IN FERROUS STEEL.....	45
<i>О. Д. Близнюк, Ю. В. Куц, О. В. Монченко, Ю. А. Олійник</i> ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ФАЗОВОГО СПОСОБУ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ТОВЩИНОМЕТРІЇ.....	49
<i>В. П. Бабак, А. О. Запорожець</i> ЦИФРОВИЙ АЛЬФА-ІНДИКАТОР КОНТРОЛЮ ПОВІТРЯНО-ПАЛИВНОЇ СУМІШІ КОТЛОАГРЕГАТИВ МАЛОЇ ТА СЕРЕДНЬОЇ ПОТУЖНОСТІ.....	53
<i>В. Р. Скальський, Є. П. Почапський, Б. П. Клим, О. Г. Сімакович, Я. Д. Голопко</i> ВОСЬМИКАНАЛЬНА РАДІОТЕЛЕМЕТРИЧНА АКУСТИКО-ЕМІСІЙНА СИСТЕМА.....	58
<i>Л. І. Криштона, В. С. Криштона</i> ЗАСТОСУВАННЯ ФОРМУЛ ГАРМОНІЙНОГО АНАЛІЗУ ПРИ СТВОРЕННІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ НЕРУЙНІВНИХ ЗАСОБІВ ДІАГНОСТИКИ.....	63

<i>О. В. Лашко, Б. В. Булах, Д. О. Гололоб</i> ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПОДІЛЕНИХ ОБЧИСЛЕНЬ У НЕРУЙНІВНОМУ КОНТРОЛІ.....	68
<i>В. Ю. Глуховский</i> ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЕФЕКТІВ ТЕПЛОВІЗІЙНИМ МЕТОДОМ КОНТРОЛЮ .....	73
<i>Р. М. Галаган, А. О. Ястребов</i> ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ДЖЕРЕЛА АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕОРІЇ ФРАКТАЛІВ.....	77
<i>Р. М. Галаган, Г. А. Богдан</i> ИССЛЕДОВАНИЕ УПРУГИХ И МИКРОСТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРОШКОВЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ .....	81
<i>Л. С. Ожигов, С. В. Гоженко</i> ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ В'ЯЗКО-КРИХКОГО ПЕРЕХОДУ .....	85
<i>Л. С. Ожигов, А. Г. Руденко</i> ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛА ПОВРЕЖДЕННОГО БАРАБАНА КОТЛА СТАРОБЕШЕВСКОЙ ТЭС ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	88
<i>Л. С. Ожигов, А. С. Митрофанов, Е. А. Крайнюк</i> ОСОБЕННОСТИ СКВОЗНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ В СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ ТРУБНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ БОЛЬШИХ ДИАМЕТРОВ.....	93
<i>Л. С. Ожигов, А. С. Митрофанов, С. В. Шрамченко</i> НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ ВНУТРЕННИХ ДЕФЕКТОВ В СВАРНОМ СОЕДИНЕНИИ ПРИВАРКИ ПАРОГЕНЕРАТОРА К КОЛЛЕКТОРУ НА ЭНЕРГОБЛОКЕ С ВВЭР-1000.....	97
<i>Л. С. Шлапак, В. М. Коваль, В. В. Циганчук, І. Л. Боднарук</i> МОДЕРНІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИМІРЮВАЧА МЕХАНІЧНИХ НАПРУЖЕНЬ .....	101
<i>А. Ю. Слободчук</i> ВИХРОСТРУМОВИЙ КОНТРОЛЬ ГЛИБОКИХ ПОВЕРХНЕВИХ ДЕФЕКТІВ.....	103
<i>С. М. Маєвський, С. В. Яровий</i> ІНДУКТИВНИЙ ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ДЕФОРМАЦІЇ .....	105
<i>З. П. Лютак, Ю. Й. Стрілецький, Ю. І. Нестерук, Д. В. Гах, Б. Я. Жуков</i> ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ КОНТРОЛЮ ТОВЩИНИ МЕТАЛУ БЕЗ ЕТАЛОННИМ МЕТОДОМ.....	109
<i>Г. Н. Семенов, Л. І. Фешанич</i> ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ НА ОСНОВІ ЗЛИТТЯ ДАНИХ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНИХ АГРЕГАТІВ.....	112
<i>М. М. Хмелівський, В. С. Дмитренко</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВИТРАТИ ПАЛИВА АВТОМОБІЛЯ ЗА ДОПОМОГОЮ АВТОСКАНЕРА «СКАНМАТІК 2».....	115
<i>В. С. Дмитренко, Я. Ю. Якубовський</i> ТЕХНОЛОГІЯ ДІАГНОСТИКИ АВТОМОБІЛЯ НА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІЙ ЛІНІЇ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ EUROSISTEM.....	118

<i>І. М. Богатчук, І. Б. Прунько</i> ПЕРЕДРЕСТАВРАЦІЙНА ДЕФЕКТАЦІЯ ПОВОРОТНИХ ЦАПФ АВТОМОБІЛІВ НАФТОГАЗОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ТРАНСПОРТУ.....	121
<i>В. Б. Копей, Б. В. Копей, О. В. Євчук, В. В. Лопатін, О. І. Стефанишин</i> ВПЛИВ ЧАСТОТИ ХОДІВ НА ВІБРАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕДУКТОРА ВЕРСТАТА – ГОЙДАЛКИ.....	124
<i>В. Кореу, V. Lopatin</i> DIGITAL SPECTRAL ANALYSIS IN MOBILE CONTROL SYSTEM OF RIGID REINFORCING STEELWORKS OF MINE HOIST COMPLEXES.....	127
<i>Б. В. Копей, В. Б. Копей, Ю. Я. Бублінський, Юй Шуанжуй</i> ПРОГНОЗУВАННЯ РЕСУРСУ СКЛОПЛАСТИКОВИХ НАСОСНИХ ШТАНГ НА ОСНОВІ КОНТРОЛЮ ЇХ ВТОМНОГО РУЙНУВАННЯ.....	130
<i>М. І. Горбійчук, Б. В. Пашковський</i> МАСШТАБОВАНІСТЬ ПАРАЛЕЛЬНОГО АЛГОРИТМУ СИНТЕЗУ МОДЕЛЕЙ ОПТИМАЛЬНОЇ СКЛАДНОСТІ НА ЗАСАДАХ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ.....	133
<i>А. Г. Винничук, В. А. Аркуша, О. Є. Середюк</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЗМІНИ КОЕФІЦІЄНТА РОЗШИРЕННЯ ГАЗУ У ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧАХ ДІАГНОСТУВАЛЬНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПОБУТОВИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ ГАЗУ.....	136
<i>К. К. Софійський, В. В. Лопатін</i> К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ НОВЫХ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В УГОЛЬНЫХ ПЛАСТАХ ГАЗОНАСЫЩЕННОГО ГОРНОГО МАССИВА.....	139
<i>Ю. В. Банахевич, А. В. Драгієв, А. О. Кичма</i> ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ ОПОРНИХ ВУЗЛІВ НАДЗЕМНИХ ДІЛЯНОК ТРУБОПРОВОДІВ ВЕЛИКОГО ДІАМЕТРУ.....	143
<i>В. І. Михайлів, Б. Л. Грабчук</i> АНАЛІЗ РОЗПОДІЛУ НАПРУГИ ПО ГІРЛЯНДІ ЛІНІЙНИХ ІЗОЛЯТОРІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЇХ ДІАГНОСТИКИ.....	148
<i>Й. Й. Білінський, Б. П. Книш, М. В. Гладішевський</i> АНАЛІЗАТОР КІЛЬКІСНОГО ВМІСТУ СКРАПЛЕНОГО НАФТОВОГО ГАЗУ.....	151
<i>Р. Т. Боднар, В. Б. Біліщук</i> КОНТРОЛЬ МІЖФАЗНОГО НАТЯГУ НЕПРОЗОРИХ РІДИН.....	156
<i>М. О. Слабінога</i> РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СТАНІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ.....	158
<i>А. П. Олійник, А. А. Шелип</i> ОЦІНКИ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ В НАСЛІДОК АНТРОПОГЕННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ.....	161
<i>І. В. Костриба</i> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУРОВОГО І НАФТОГАЗОПРОМИСЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ.....	166

<i>Ю. І. Порайко</i> НАУКОВО-СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ТЕРМООБРОБЛЕНИХ ТА ЗВАРНИХ СТАЛЕВИХ ВИРОБІВ МАШИНОБУДІВНОГО І НАФТОГАЗОПРОМИСЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ.....	171
<i>О. В. Ващак, Н. В. Федоляк, М. М. Лях</i> ТЕХНІЧНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ СЕПАРАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ В НАФТОГАЗОВІЙ ГАЛУЗІ .....	174
<i>М. М. Якимів</i> МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ГІДРАВЛІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	179
<i>Д. В. Трушаков, В. М. Черноус, С. Й. Рендзіняк</i> ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ВИХОРОСТРУМОВОГО КОНТРОЛЮ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ НАВОЮ ІНДУКТИВНОСТІ ІЗ ФЕРОМАГНІТНИМ ОСЕРДЯМ З КОНТРОЛЬОВАНИМ ФЕРОМАГНІТНИМ ЗРАЗКОМ.....	183
<i>В. П. Бабак, І. В. Богачев</i> МАЛОАПЕРТУРНІ МАГНІТОСТРИКЦІЙНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ З ПОКРАЩЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ .....	188
<i>В. П. Бабак, В. С. Берегун, О. В. Гармаш, О. І. Красильников, Т. А. Полоб'юк</i> СУЧАСНІ АКУСТИЧНІ ПРИЛАДИ ТА СИСТЕМИ ДЛЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ДІАГНОСТИКИ ВУЗЛІВ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	192
<i>Б. І. Карпінець, В. В. Циганчук</i> ПРИСТРІЙ ДІАГНОСТУВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РЕСУРСУ ІЗОЛЯЦІЇ ОБМОТОК ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	197
<i>Ю. І. Порайко, Ю. М. Лях, М. М. Лях, Р. О. Лисик</i> МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОСНОВНОГО МЕТАЛУ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ В НАФТОГАЗОВИДОБУВНІЙ ГАЛУЗІ.....	200
<i>Б. В. Копей, С. О. Саприкін, С. І. Галій</i> ВПЛИВ ТИСКУ, ЩО ДІЄ НА ПРОЕКЦІЮ ШАТУННИХ ПІДШИПНИКІВ ГАЗОМОТОКОМПРЕСОРІВ 10ГКН НА ЇХ РЕСУРС .....	204
<i>Ю. В. Банахевич, О. М. Бовда, О. І. Гевусь, Ю. З. Крупський</i> НОВІ КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ПОРШНІВ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ З МЕТОЮ ОЧИЩЕННЯ МАГІСТРАЛЬНИХ ТРУБОПРОВІДІВ ВІД ЗАБРУДНЕНЬ .....	208
<i>І. З. Лютак, А. А. Мандра</i> РОЗРОБЛЕННЯ МОДЕЛІ ЗВАРНОГО З'ЄДНАННЯ ДЛЯ СПРЯМОВАНИХ АКУСТИЧНИХ ХВИЛЬ .....	212
<i>В. В. Рюмишн, І. З. Шкурлатович</i> АЛГОРИТМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ РОБОТИ ТА ОТРИМАННЯ ДОСТОВІРНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ НА ПРИКЛАДІ ТОВЩИНОМІРА ПОКРИТТІВ ТП-44.....	214
<i>П. М. Райтер, А. П. Кім</i> АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ПОТОЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ СТРУКТУРИ І СКЛАДУ ПОТОКІВ СВЕРДЛОВИН З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ НАФТОВІДДАЧІ ПЛАСТА .....	217

<i>В. Д. Миндюк, М. О. Карнаш, О. М. Карнаш, Є. Р. Доценко</i> КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ ЯКІСНИХ ЗМІН МЕТАЛЕВИХ МАТЕРІАЛІВ КОНСТРУКЦІЙ ДОВГОТРИВАЛОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ .....	222
<i>І. В. Рибіцький, І. І. Височанський, М. О. Карнаш, О. М. Карнаш</i> МЕТОД ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЕСПРЕС-КОНТРОЛЮ ТЕПЛОТИ ЗГОРЯННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ .....	228
<i>А. В. Яворський, Р. Ю. Банахевич, І. В. Рибіцький, М. О. Карнаш, О. М. Карнаш</i> ТЕХНОЛОГІЯ МОНІТОРИНГУ НЕТЕХНО- ЛОГІЧНИХ СКУПЧЕНЬ РІДИНИ В ПОРОЖНИНАХ ДІЮЧИХ ГАЗОПРОВІДІВ .....	231
<i>М. О. Карнаш, О. М. Карнаш, Є. Р. Доценко, О. В. Попович, Н. Л. Тацакович</i> КОНЦЕПЦІЯ ПОБУДОВИ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ ГАЛУЗЕВОЇ БАЗИ ДАНИХ ФІЗИКО- МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАЛЕЙ .....	236
<i>О. В. Попович, М. О. Карнаш, І. В. Рибіцький</i> ФОКУСУВАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ПРОМЕНІВ ЛІНІЙНИМИ ПЕРЕТВОРЮВАЧАМИ З ФАЗОВАНИМИ РЕШІТКАМИ .....	240
<i>Н. Л. Тацакович, І. І. Цюцяк, Б. М. Стоян, С. В. Музиченко</i> ПРОБЛЕМИ НОРМАТИВНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ОГЛЯДІВ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ БУРОВОГО І НАФТОГАЗОПРОМИСЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ .....	242
<i>Є. Р. Доценко, М. О. Карнаш</i> НЕРУЙНІВНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ОПОРУ СТАЛЬНИХ ВИРОБІВ ЧОТИРИЗОНДОВИМ МЕТОДОМ .....	244
<i>В. С. Цих, А. В. Яворський, І. Р. Ващишак</i> ПРОБЛЕМИ НОРМАТИВ- НОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В ГАЛУЗІ КОНТРОЛЮ ІЗОЛЯЦІЙНОГО ПОКРИТТЯ ПІДЗЕМНИХ ТРУБОПРОВІДІВ .....	248
<i>Л. І. Гаєва</i> КОНТРОЛЬ ЗА ПЕРЕМІЩЕННЯМ ВОДОНАФТОВОГО КОНТАКТУ В ОДНОПЛАСТОВИХ НАФТОВИХ ПОКЛАДАХ .....	251
<i>М. М. Чуйко, Л. А. Витвицька</i> КОНТРОЛЬ ПОВЕРХНЕВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТВЕРДИХ ТІЛ ЄМНІСНИМ МЕТОДОМ .....	252
<i>О. Б. Барна, Б. В. Костів, І. С. Кісіль</i> РОЗВИТОК СУЧАСНИХ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ПОВЕРХНЕВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ШЛЯХОМ АНАЛІЗУ ФОРМ ОСЕСИМЕТРИЧНИХ МЕНІСКІВ РІДИНИ .....	256
<i>В. В. Малісевич, О. Є. Середюк</i> ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІД- ЖЕННЯ ФУНКЦІЇ ПЕРЕТВОРЕННЯ ПАРЦІАЛЬНОГО ВИТРАТОМІРА ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ЛІЧИЛЬНИКІВ ГАЗУ .....	261
<i>І. Р. Патловський, І. С. Кісіль</i> КОНТРОЛЬ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНИХ СЕРЕДОВИЩ ПОВЕРХНЕВО АКТИВНИМИ РЕЧОВИНАМИ .....	266
<i>В. М. Пірко</i> ВИМІРЮВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ РОЗМІРІВ І ВИЗНАЧЕННЯ ФОРМИ ПОВЕРХНЕВИХ ВТРАТ МЕТАЛУ .....	269
<i>В. П. Бабак, О. О. Назаренко, Л. В. Декуша, Л. Й. Воробйов</i> КВАЗІДИФЕРЕНЦІАЛЬНИЙ КАЛОРИМЕТР .....	274

сигналів, за якою можна проводити прецизійне вимірювання часу затримки ультразвукового сигналу та визначення товщини ОК.

Експериментально доведено можливість використання вулькосмугових ПЕП для передачі/прийому фазоманіпульованих сигналів в ЕАТ УЗ товщиномірів.

Визначення часових інтервалів за стрибками ФХ фазоманіпульованих сигналів, у випадку цифрової реалізації обробки сигналів, дозволяє зменшити похибки вимірювання часових інтервалів до значень, співставних з періодом дискретизації.

#### Література

1. Кинкулькин И.Е., Рубцов В.Д., Фабрик М.А. Фазовый метод определения координат.– М.:Сов.радио, 1979.–280 с. 2. Ю.В.Куц, В.Л. Найда, Ю.А. Олійник, О.В. Монченко Спосіб ультразвукового вимірювання товщини матеріалів та виробів.– Пат. 79972. Бюл.№9, 13.05.2013 МПК (2006.01) Номер заявки: u2012 12606 Дата подання заявки: 05.11.2012. 3. Механіка руйнування і міцність матеріалів: Довідн. посібник/ Під. заг. ред. В.В. Панасюка. Т.9: Міцність і довговічність авіаційних матеріалів та елементів конструкцій/ О.П. Осташ, В.М.Федірко, В.М.Учанін, С.А.Бичков, О.Г.Моляр, О.І.Семенець, В.С.Кравець, В.Я.Дереча. Під ред. О.П.Осташа, В.М.Федірка. – Львів: Вид-во «Сполом», 2007.- 1068 с. 4. Куц Ю.В., Олійник Ю.А., Близнюк О.Д., Монченко О.В. Фазовий спосіб ультразвукової товщинометрії / Техническая диагностика и неразрушающий контроль.- К., 2013.- №1. - С.23-27. 5. Куц Ю. В. Статистична фазометрія / Ю. В. Куц, Л. М. Щербак. – Тернопіль: В-во Терноп. технологіч. ун-ту, 2009. – 383 с. 6. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных: Пер. с англ. – М.: Мир,1989. –540 с.-471 с.

## ЦИФРОВИЙ АЛЬФА-ІНДИКАТОР КОНТРОЛЮ ПОВІТРЯНО-ПАЛИВНОЇ СУМІШІ КОТЛОАГРЕГАТИВ МАЛОЇ ТА СЕРЕДНЬОЇ ПОТУЖНОСТІ

В.П. Бабак, А.О. Запорожець  
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

Підвищення ефективності спалювання газового та рідкого палива, зменшення викидів шкідливих речовин становлять актуальне питання для паливо-споживчих систем, де горіння великої кількості палива відбувається з недостатньою повнотою та відносно низьким ККД. До цієї групи споживачів відносяться опалювальні котельні ЖКГ та промислових підприємств з котлами потужністю від 2 до 20 МВт.

Головною проблемою в області вдосконалення спалювання палива є необхідність одночасного вирішення складних і часто взаємовиключних завдань: підвищення економічності його згорання, зменшення рівня викидів



шкідливих речовин в атмосферу та зниження капітальних витрат на їх здійснення. Одночасне вирішення цих задач становить енергоекологічну оптимізацію спалювання палива.

Характерною особливістю впровадження енергозберігаючих та природоохоронних технологій на діючих котлах малої та середньої потужності є їх жорстке обмеження в рамках капітальних витрат. Відповідно до цього, пріоритетними є рішення, що передбачають не заміну існуючого технологічного обладнання на нове, а максимально можливе його використання за умови досягнення сучасних показників по ефективності спалювання палива та охороні навколишнього середовища. Виняток становлять тільки невеликі удосконалення окремих вузлів пального пристрою в рамках впровадження деякого технологічного методу. Такі дії становлять енергоекологічну реабілітацію чинного теплотехнічного обладнання [1].

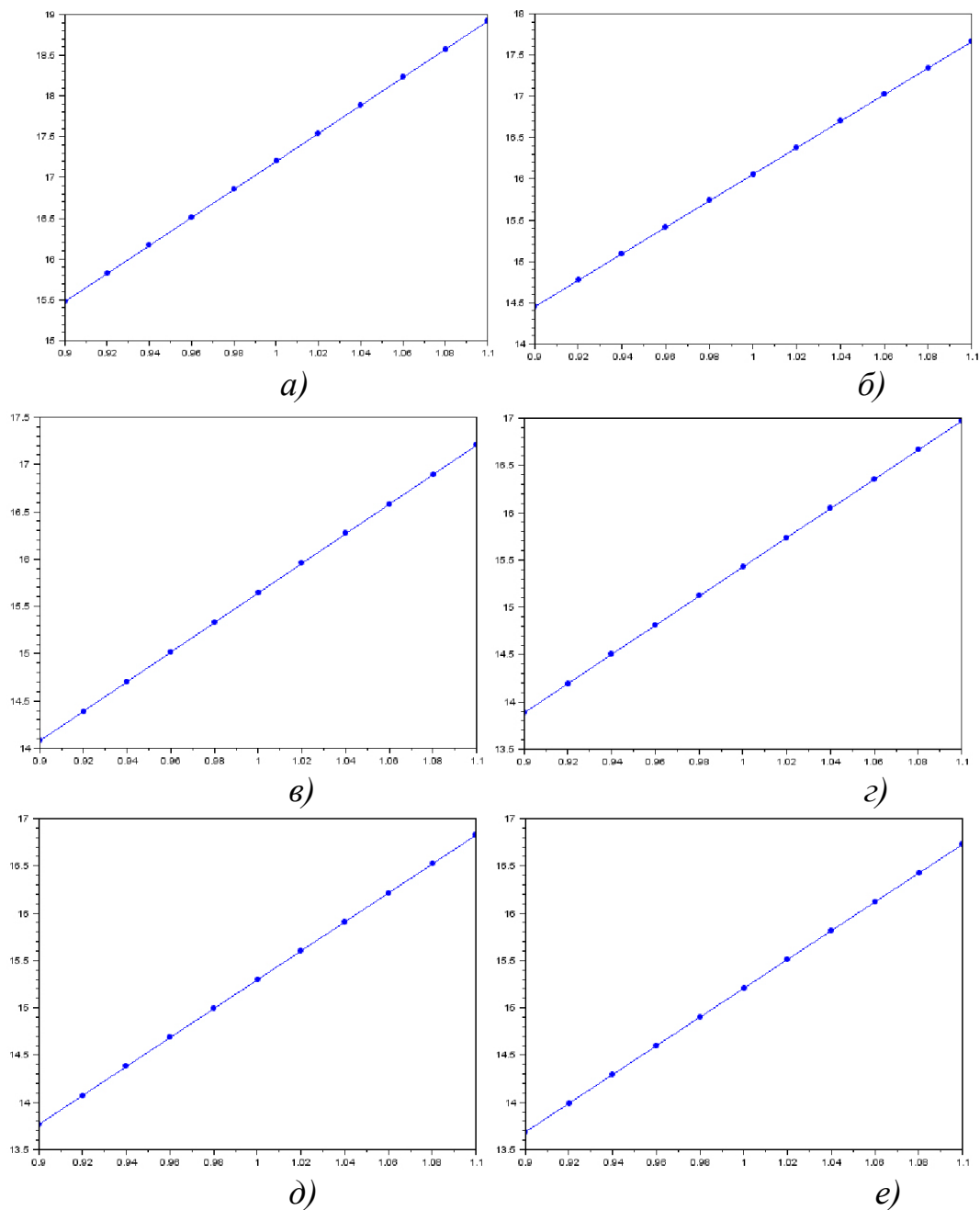
Ефективність роботи котлоагрегата залежить від справності та продуктивності роботи його складових частин: поверхонь нагріву, пального пристроїв, теплообмінників, тягодуттєвих механізмів та ін. Дана стаття акцентує увагу на оптимізацію процесу горіння, тобто на безпосередню роботу пального пристрою та пов'язаного з ним обладнання (вентилятора та димососів).

Якість спалювання палива в топці котла визначається шляхом аналізу складу димових газів. При згоранні вуглеводневого палива в димових газах можуть утворюватися продукти повного ( $\text{CO}_2$  та  $\text{H}_2\text{O}$ ) та неповного ( $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{C}$ ) згорання, азот ( $\text{N}_2$ ) та кисень ( $\text{O}_2$ ), які подаються в зону горіння, а також газові домішки, що формуються в процесі спалювання за рахунок неповної очистки паливних матеріалів та навколишнього повітря, що надходить в зону горіння котлового агрегату ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$  та ін.).

Таким чином, ефективність роботи котлоагрегатів також в значній мірі залежить від якісних показників систем управління процесом спалювання палива і систем автоматичного регулювання витрат повітря, що призначені для підтримки найбільш економічного режиму горіння в топці котла. Повне спалювання одиниці об'єму палива вимагає подачі певного обсягу повітря, кількість якого залежить від виду застосованого палива та його характеристик. На практиці з метою недопущення хімічного недопалу та забезпечення необхідного запасу регулювання допускають дещо підвищену в порівнянні зі стехіометричним значенням кількість подачі повітря, що характеризується за допомогою коефіцієнта надлишку повітря (КНП).

На практиці КНП залежить від виду палива, способу його спалювання, конструкції камери згорання і визначається на основі дослідних даних. Однак важливість врівноваження процесу горіння також призводить до актуалізації проблеми теоретичного розрахунку стехіометричного складу повітряно-паливної суміші, при якому КНП дорівнює 1 (рис. 1, табл. 1) [2]. Відхилення від стехіометричного складу в сторону нестачі або надлишку повітря призводить до утворення збагаченої чи збідненої суміші відповідно.

На сьогоднішній день для оперативного контролю якості процесу горіння та налашки котельного обладнання використовують газоаналізатори, переважно



(*a* – метан; *б* – етан; *в* – пропан; *з* – бутан; *д* – пентан; *е* – гексан)  
 Рисунок 1 – Теоретична залежність зміни об'ємної кількості повітря від КНП при формуванні стехіометричної суміші

Таблиця 1 - Стехіометричний склад повітряно-паливної суміші

Паливо	Хім. формула	Стехіометричне співвідношення «повітря-паливо»	
		Об'ємне	Масове
Метан	$\text{CH}_4$	17,20:1	15,60:1
Етан	$\text{C}_2\text{H}_6$	16,06:1	14,57:1
Пропан	$\text{C}_3\text{H}_8$	15,64:1	14,19:1
Бутан	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	15,43:1	13,99:1
Пентан	$\text{C}_5\text{H}_{12}$	15,30:1	13,88:1
Гексан	$\text{C}_6\text{H}_{14}$	15,21:1	13,80:1

електрохімічного типу. Принцип дії таких пристроїв заснований на залежності між параметрами електрохімічної системи та складом аналізованої суміші, що надходить до цієї системи. В табл. 2 приведена порівняльна характеристика сучасних портативних газоаналізаторів, що використовуються для якісного та кількісного аналізу димових газів.

Таблиця 2 - Порівняльна характеристика сучасних портативних газоаналізаторів електрохімічного типу

Тип	Контрольовані речовини	Особливості	Час підготовки проби, с	Країна виробник	Ціна
ПГА-300	O <sub>2</sub> , CO, H <sub>2</sub> S, NO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub>	можливість індивідуальної зборки приладу невеликі габарити вибухозахисна форма	30	Росія	від 933 \$
МОНОЛИТ-2	O <sub>2</sub> , CO, NO, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> S	захист від вибуху розширений температурний діапазон експлуатації сигналізація статистична обробка результатів документування результатів пам'ять даних	—	Росія	від 1460 \$
TESTO-330	O <sub>2</sub> , CO, H <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub>	оснащений зондом пошуку витоку пам'ять на 200 вимірювань USB-інтерфейс для синхронізації з ПК	60	Німеччина	від 1290 \$
TESTO-350	O <sub>2</sub> , CO, NO, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub>	розширений температурний діапазон експлуатації висока точність вимірювання низьких концентрацій NO та CO вбудований принтер	60	Німеччина	від 4760\$

Незважаючи на описані переваги дані прилади мають ряд вагомих недоліків, серед яких – низька селективність, обмежена швидкодія, недовговічність електрохімічного сенсору, ціна.

Таким чином, з врахуванням всіх описаних зауважень Інститутом технічної теплофізики НАН України розроблений цифровий альфа-індикатор контролю повітряно-паливної суміші в котлоагрегатах в режимі реального часу [3]. В ході досліджень проаналізовано сучасні газоаналізуючі сенсори, в результаті чого основою для створення альфа-індикатора був обраний

широкосмуговий кисневий зонд, що дозволяє визначати КНП в діапазоні від 0,5 до 1,5 з тривалістю підготовки проби 0,1-0,2 с. В табл. 3 наведено основні технічні характеристики розробленого пристрою. На рис. 2 наведена залежність вихідної напруги широкосмугового кисневого зонду від співвідношення повітряно-паливної суміші.

Таблиця 3 – Основні технічні дані цифрового альфа-індикатора

Вихідний сигнал вимірювального зонду, В	+0,1...+5,0
Відгук (затримка за часом індикації) для 50% ступінчатого збурювання, сек	0,1...0,2
Початковий час підготовки до вимірів, сек	≤ 30,0
Діапазон вимірювань параметра $\alpha$	0,5...1,5
Відносна похибка, %	2
Індикація результатів вимірювань	світлодіодна

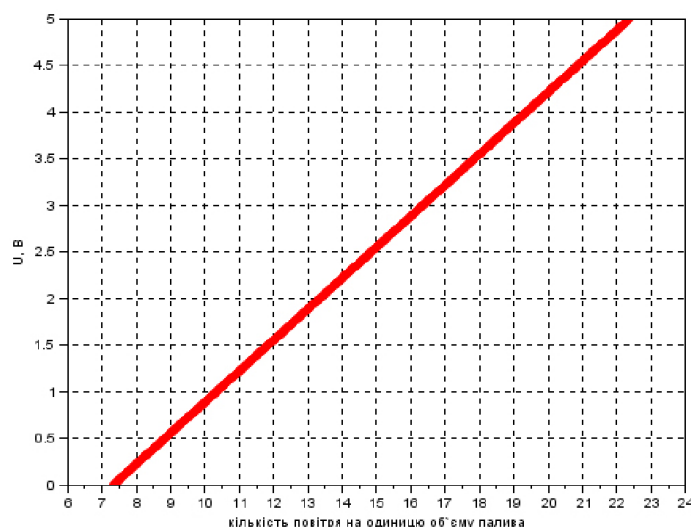


Рисунок 2 – Залежність вихідної напруги широкосмугового кисневого зонду від співвідношення повітряно-паливної суміші

Технічна реалізація та промислове впровадження цифрового альфа-індикатора дозволяє вирішити питання неруйнівної модернізації котлів малої та середньої потужності шляхом вдосконалення пальника системою автоматичного регулювання співвідношення повітряно-паливної суміші з використанням розробленого пристрою. Така комплексна реалізація підходу дозволить:

- а) реалізувати безперервну енергозберігаючу роботу котлоагрегату;
- б) зменшити рівень викидів оксидів азоту до 40%;
- в) заощадити витрати паливних матеріалів до 15%;
- г) знизити енергоспоживання вентиляторів дуття та димососів до 50%;
- д) підвищити надійність роботи механічного та теплотехнічного обладнання.

#### Література

1. Воликов А.Н. Повышение эффективности сжигания топлива в

*котлоагрегах / А.Н. Воликов, О.Н. Новиков, А.Н. Окатьев // Энергонадзор-информ. – 2010. – №1. – С. 54-57. 2. Запорожець А.О. Дослідження стехіометричної суміші «повітря-паливо» органічних сполук. Частина 1. Алкани / Наукоємні технології. – 2014. – №2. – С. 163-167. 3. Бабак В.П., Назаренко О.О. Шляхи оптимізації процесів горіння в котлах в залежності від якості природного газу з використанням  $\alpha$  – зондів // Проблемы экологии и эксплуатации объектов энергетики. Материалы XXII международной конф. – 8-12 июня 2012, Ялта. – К.: 2012. – С. 178-181.*

## ВОСЬМИКАНАЛЬНА РАДІОТЕЛЕМЕТРИЧНА АКУСТИКО-ЕМІСІЙНА СИСТЕМА

В. Р. Скальський, Є. П. Почапський, Б. П. Клим, О. Г. Сімакович, Я. Д. Толопко  
Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України

За кордоном останнім часом активно ведуться розробки апаратури з використанням радіоканалу для передачі акустико-емісійної інформації. Серед відомих виробників на ринку акустико-емісійних засобів чільне місце посідає компанія РАС (США), яка пропонує систему реєстрації “Радіоканал” [1], створену на базі сучасних мікропроцесорів. В основі цієї бездротової системи є вузол, до якого належать первинний перетворювач та модуль, що здійснює вимірювання параметрів сигналів акустичної емісії (АЕ) і передає їх у цифровому вигляді через радіоканал на приймальну станцію, з’єднану з персональним комп’ютером (ПК) через канал USB. Вузли системи можуть працювати від автономного джерела живлення протягом кількох годин.

Вузол із перетворювачем – це повноцінний функціональний цифровий канал із можливостями обчислення всіх параметрів сигналу АЕ. Він має вбудований попередній підсилювач (можна також підключати зовнішній підсилювач). Окрім того, що вузол підтримує часові параметри імпульсу АЕ, у системі передбачено спеціальний “пакетний” режим автоматичного контролю первинних перетворювачів для реалізації більшої потужності імпульсу.

Система може працювати у двох режимах: а) – безпосередньої передачі сигналів від вузлів до базової станції; б) – у “мережевому” режимі, коли одні вузли передають сигнали до базової станції через своїх сусідів. Цей режим найзручніший для моніторингу об’єктів контролю (ОК) великої протяжності.

У Росії широко застосовують діагностичну АЕ-апаратуру сімейства A-Line 32D [2] (ТЗОВ ИНТЕРЮНИС). До останнього покоління приладів належить система підвищеної заводостійкості модульного типу з послідовним високошвидкісним цифровим каналом передачі даних Лель /A-Line 32D (DDM/R) із комплектом цифрового бездротового зв’язку [2]. До складу системи входять: центральний блок збору і обробки даних на базі індустріального комп’ютера; центральна приймально-передавальна станція, призначена для прийому даних із модулів АЕ та управління ними; приймально-передавальна