

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"**

Муляров Валентин Валерійович



УДК 681.325

**МЕТОД І ПРИЛАД КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО
СТАНУ БАГАТОЗОННИХ АГРЕГАТІВ З ВИРОБНИЦТВА
РОСЛИННОЇ ОЛІЇ**

**Спеціальність 05.11.13 – прилади і методи контролю
та визначення складу речовин**

**Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук**

Харків – 2013

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі інформаційно-вимірювальних технологій і систем Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут" Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Щапов Павло Федорович,
Національний технічний університет "Харківський
політехнічний інститут", м. Харків, професор
кафедри інформаційно-вимірювальних технологій і
систем

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, старший науковий співробітник
Большаков Володимир Борисович,
Національний науковий центр «Інститут метрології»,
м. Харків, головний науковий співробітник;

кандидат технічних наук, старший науковий
співробітник

Гайський Павло Віталійович,
Морський гідрофізичний інститут Національної
академії наук України, м. Севастополь, старший
науковий співробітник відділу автоматизації
океанографічних досліджень

Захист відбудеться "21" 06 2013 р. о 14-30 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.050.09 в Національному технічному університеті "Харківський політехнічний інститут" за адресою: 61002, м. Харків, вул. Фрунзе, 21.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут".

Автореферат розісланий "21" 05 2013 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



Глоба С.М.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Контроль параметрів технічного стану багатозонних агрегатів – найважливіший елемент процедур функціонального діагностування, що сприяє збереженню стабільності і точності технологічного процесу виробництва рослинних олій.

Підвищення вірогідності подібного контролю – це проблемне завдання, оскільки об'єкти контролю є складними системами, в яких поряд з динамічними властивостями присутні неконтрольовані обурюючі чинники.

Існуючі методи підвищення вірогідності контролю технічного стану обмежені по можливостях свого вживання. По-перше, тестові і структурно-алгоритмічні методи розроблені для об'єктів, параметри яких характеризуються нормованою невизначеністю і стаціонарністю режимів функціонування. Обмеженням для вживання цих методів є вимога наявності зразка об'єкту або моделей контрольованих величин, що фізично реалізуються. По-друге, методи, засновані на вдосконаленні інформаційно-вимірювальних технологій контролю і діагностики, вимагають наявності значної апріорної інформації про контрольовані стани і велику тимчасову надмірність вимірювальної інформації при аналізі випадкових сигналів. Окрім цього, мають бути задані функціональні моделі нестационарності сигналів, що враховують зміни тільки їх математичних очікувань. Але не слід відкидати можливість одержання додаткової інформації за рахунок більш вдосконаленого аналізу випадкової (шумової) складової контрольованих сигналів. Дисперсійний аналіз залишкового шуму контрольованих параметрів технічного стану дає змогу слідкувати у режимі реального часу за порушеннями точності первинних перетворювань системи контролю, підвищуючи надійність останньої. Однак, на сьогоднішній час цей запит залишається відкритим.

Таким чином, розробка метода одержання додаткової інформації, що присутня в залишковому шумі нестационарних сигналів, є актуальною задачею, оскільки підвищує вірогідність контролю параметрів технічного стану, зменшуючи ризики контролю, як першого, так і другого роду. Актуальність та перспективність теми дисертації підкреслюються і тим, що розроблені метод і прилад контролю параметрів технічного стану агрегатів по переробці сільськогосподарської сировини можуть бути використані в межах діючих інформаційно-вимірювальних систем контролю та діагностики, сприяючи підвищенню якості харчової продукції підприємств України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконується на кафедрі інформаційно-вимірювальних технологій і систем НТУ «ХП» у рамках держбюджетної теми МОН України «Підвищення точності вимірювальних перетворювачів засобами вбудованого тестового контролю» № ДР 0109U002421 (НТУ «ХП», 2010-2011р.р.), та про наукову співпрацю МОН України між НТУ «ХП» та НВП «Екструдер» (м. Харків, 2006р.) – де здобувач, як виконавець, займався дослідженнями методу та приладу для динамічного контролю технологічних порушень роботи агрегатів з виробництва рослинних олій.

Мета та задачі дослідження. Мета дисертаційної роботи - підвищення вірогідності і надійності контролю параметрів технічного стану багатозонних технологічних агрегатів з виробництва олії при факторному впливі змін вологості сировини.

Для досягнення мети в роботі поставлені наступні завдання.

1. Провести аналіз існуючих методів підвищення вірогідності багатопараметричного контролю динамічних об'єктів по випадковим сигналам і сформулювати напрямки виконання досліджень.

2. Розвинути методи отримання надлишкової інформації про зміну станів багатозонного агрегату за складовими дисперсії нестационарних випадкових контрольованих сигналів.

3. Удосконалити діагностичну модель багатозонного агрегату з виробництва олії та математичну модель максимально достовірного контролю виду станів по інформативним складовим дисперсії його нестационарних контрольованих температур.

4. Розробити методи отримання додаткової інформації про появу систематичних похибок нелінійності первинних термоперетворювачів системи контролю по зміні імовірнісних властивостей залишкового шуму вихідних сигналів.

5. Удосконалити методи та технічні засоби для бездемонтажного контролю випадкових похибок первинних термоперетворювачів без відключення останніх на перевірку та калібрування.

Об'єкт дослідження – процес виникнення невизначеності контролю технічного стану багатозонних агрегатів з виробництва рослинних олій, обумовлених змінами вологості сировини.

Предмет дослідження – метод і прилад, що підвищують вірогідність та надійність контролю параметрів технічного стану багатозонних технологічних агрегатів по виробництву рослинних олій.

Методи дослідження базуються на системному підході до вирішення завдання підвищення вірогідності прийняття рішень при контролі об'єктів з динамічними властивостями при непереборних випадкових факторних впливах. Для теоретичного обґрунтування вибору діагностичної моделі об'єкту з використанням нестационарних контрольованих сигналів застосовані методи багатфакторного дисперсійного та регресійного аналізів. Для досліджень інформаційних властивостей параметрів моделі використані методи теорії вимірювань. Для теоретичного обґрунтування результатів підвищення вірогідності та метрологічної надійності застосовано методи теорії статистичних гіпотез (параметричної дискримінації) і теорії надійності складних систем.

Наукова новизна одержаних результатів:

- отримав розвиток метод дисперсійного аналізу кусочно-лінійної регресійної моделі результатів багаторазових вимірювань, адекватної порушенням стаціонарності контрольованих сигналів, що дозволив синтезувати інформативні, за видами порушень, параметри контролю;

- удосконалено на основі критерію максимальної правдоподібності діагностична модель багатозонного агрегату з виробництва олії, що дозволило за значеннями інформативних параметрів нестационарних контрольованих температур вирішувати задачу діагностування з максимально можливою вірогідністю;

- вперше розроблено, на основі багатофакторної моделі результату вимірювання нестационарного сигналу, метод контролю імовірнісних властивостей випадкового залишку регресійної моделі сигналу, що дозволило виявляти систематичні і випадкові похибки первинних термоперетворювачів системи контролю без відключення останніх на перевірку або калібрування.

Практичне значення одержаних результатів. Для удосконалення якості роботи багатозонних агрегатів з переробки сільськогосподарської сировини та для виявлення порушень викликаних відхиленнями вологості вхідної сипучої сировини, на Науково-виробничому підприємстві «Екструдер» (м. Харків) впроваджено мікропроцесорну систему вимірювального контролю теплових параметрів технічного стану багатозонних технологічних агрегатів з виробництва рослинної олії.

Впроваджені для підвищення надійності контролю резервованій термоперетворювач та прилад бездемонтажного контролю систематичних похибок у технологічні агрегати «Екструдер ЕК75/1200». На розроблений резервованій термоперетворювач та прилад бездемонтажного контролю похибок одержано патент України на корисну модель №. 59710.

Впроваджені на ТОВ «Агроакадемія» (м. Шебекіно, Росія) дубльований термоперетворювач та мікропроцесорний пристрій з функціями самоконтролю випадкових та систематичних похибок вимірювання температури.

Особистий внесок здобувача. Всі основні теоретичні і практичні результати дисертаційної роботи, які винесені на захист, отримані здобувачем особисто. Серед них: проведена розробка та обґрунтування методу отримання додаткової інформації по залишковим шуму нестационарних контрольованих сигналів; дослідження впливу погрешностей первинних термоперетворювачів системи контролю на інформативність параметрів контролю, як статистик дисперсійного розкладання контрольованих температур; розроблено і запатентовано прилад для бездемонтажного контролю первинних термоперетворювачів, системи контролю параметрів технічного стану багатозонних агрегатів з виробництва рослинної олії.

Апробація результатів дисертації. Основні результати досліджень були докладені та схвалені на: XIII, XIV, XVIII, XIX Міжнародні науково-практичні конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта здоров'я» (м. Харків, 2005, 2006, 2010, 2011р.р); VII Міжнародна науково-технічна конференція «Метрологія та вимірювальна техніка (Метрологія - 2010)» (м. Харків, 2010р.) .

Публікації. Основні результати дисертації опубліковані в 14 наукових працях, з яких 9 - статті в фахових виданнях України, 4 - тези доповідей, 1 - патент України.

Структура дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, 4 розділів, висновків і 4 додатків. Повний обсяг дисертації складає 155 сторінок, з яких: 16 рисунків за текстом, 11 таблиць по тексту, 4 додатки на 15 сторінках, 102 найменування використаних літературних джерел на 12 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульована мета та наукова задача дослідження, показана наукова новизна та практична цінність одержаних результатів, зв'язок роботи з науковими програмами, темами.

В першому розділі проведено аналіз проблем підвищення вірогідності контролю технічного стану об'єктів з динамічними властивостями. Зроблено упор на удосконалення методів і технічних засобів контролю динамічних властивостей найбільш важливих для вітчизняного народного господарства класу багатозонних прохідних технологічних агрегатів з виробництва рослинної олії.

Показником якості роботи багатозонних агрегатів є коефіцієнт корисної дії (відсотковий вихід олії). Численні експериментальні дослідження (проведені українськими ученими Овчаренко О.І. та Мігущенко Р.П.) довели, що на порушення технічного стану агрегатів (зменшення ККД) найбільш впливає фактор вологості сировини. Відхилення вологості від нормативного значення впливає на зміни теплофізичних процесів в зонах розігріву агрегату. Аналіз математичної моделі ККД показав її багатомірну залежність від температури таких зон, що обумовило вибір цих температур, як параметрів контролю технічного стану агрегатів.

На основі узагальнення досліджень, які проводяться в галузі контролю параметрів технічного стану об'єктів з динамічними властивостями були визначені невирішені завдання та обґрунтовані напрямки досліджень.

У другому розділі проведено дослідження апріорі нестационарних контрольованих випадкових сигналів, що характеризують факторний вплив змін вологості сировини на теплові процеси зон агрегатів з виробництва олії.

Такі агрегати, як динамічні об'єкти, характеризуються, навіть у нормальному стані, апріорі нестационарними контрольованими сигналами. Використання таких сигналів для підвищення інформаційної надмірності існуючих систем контролю, а, отже, і збільшення вірогідності останнього – це задача синтезу додаткових інформативних параметрів контролю. В якості таких сигналів обрано процеси змін температур камер багатозонного агрегату, оскільки розподіл його теплових режимів є найбільш впливовим на К.К.Д. агрегату.

На Рис. 1 представлено типові процеси змін температур двох з п'яти зон багатозонного агрегату «Екструдер ЕК 75/1200».

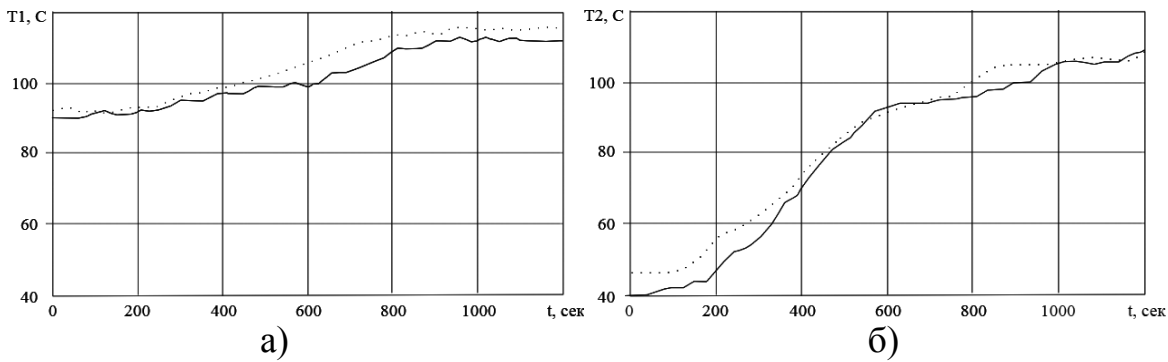


Рисунок 1 – Перехідні процеси зміни теплових режимів технологічного агрегату «Екструдер ЕК 75/1200»

Оскільки контрольована температура розглядається у часі як динамічний вихідний параметр y_{ji} об'єкта контролю, то представим N результатів вимірювання такого параметру двомірною моделлю, що включає K послідовних лінійних регресій з випадковими коефіцієнтами:

$$\hat{y}_{ji} = a_j + b_j \cdot t_{ji}, \quad j = \overline{1, K}; \quad i = \overline{1, n_j}; \quad N = \sum_{j=1}^K n_j, \quad (1)$$

де n_j – кількість вимірювань для оцінки коефіцієнтів a_j та b_j j -тої регресії;

t_{ji} – момент часу вимірювання.

Як що S – сума квадратів відхилень результатів y_{ji} від їх загального середнього \bar{y} , то дисперсійне розкладання цієї суми має вигляд

$$S = S_0 + S_{WG} + S_G + S_W + S_R. \quad (2)$$

Складові S_{WG} та S_G дисперсійного розкладання лінійних регресій відповідають за адитивні зміни регресій (змін коефіцієнтів a_j), складова S_W – за мультиплікативні зміни регресій (змін коефіцієнтів b_j). Фактично, складові S_{WG} , S_G , S_W та S_R , це складові залишкового шуму загальної лінійної регресії для всіх N результатів вимірювань, якщо замінити K часткових регресій однією, з дисперсією S_0 . Заміна загальної регресії послідовністю часткових дає змогу виділити окремо складові S_{WG} , S_G , S_W загального залишкового шуму і використати їх для одержання додаткової інформації, щодо змін у часі математичного очікування контрольованих температур (складова S_R інформації не несе, характеризуючи залишкову невизначеність регресійної моделі).

Розділивши кожен з сум S_{WG} , S_G , S_W та залишкову суму S_R на відповідне число ступенів свободи, згідно правилам дисперсійного аналізу, можна розрахувати середні квадрати $\overline{S_{WG}}$, $\overline{S_G}$, $\overline{S_W}$, $\overline{S_R}$ відповідних сум та знайти F – статистики тестування результатів вимірювань на відсутність змін коефіцієнтів a_j , b_j :

$$\begin{cases} F_W = \overline{S_W}/\overline{S_R}, \\ F_G = \overline{S_G}/\overline{S_R}, \\ F_{WG} = \overline{S_{WG}}/\overline{S_R}. \end{cases} \quad (3)$$

Слід зазначити, що статистики (3) - незалежні одна від одної в силу незалежності складових розкладання (2).

Нормування сум дисперсійного розкладання S_{WG} , S_G та S_W (2) дає змогу одержати інформацію про не випадкові (систематичні) зміни математичного очікування результатів вимірювання контрольованих температур. Якщо визначено середні значення і дисперсії зазначених сум розкладання (2) для нормального стану θ_0 , то нормування зводиться до центрування сум і діленню центрованих значень на відповідні с.к.в.. У цьому випадку, середнє значення будь-якої нормованої суми буде дорівнювати нулю, а дисперсія – одиниці (для стану θ_0).

Середні значення та дисперсії сум $\overline{S_{WG}}$, $\overline{S_G}$, $\overline{S_W}$ є, як показали дослідження, функціями відповідних F – статистик (3). В табл. 1 представлено числові характеристики $m_T^{(0)}$, $D_T^{(0)}$ нормованих сум T_{WG} , T_G , T_W для нормального θ_0 і дефектного θ_1 станів об'єкта контролю (точка замінює числа 0 або 1). Кожна з нормованих сум є лінійною функцією відповідно суми $\overline{S_{WG}}$, $\overline{S_G}$, $\overline{S_W}$.

Таблиця 1 – Числові характеристики нормованих сум за видами станів об'єкта контролю

Числові характеристики Нормована сума	Стан θ_0		Стан θ_1	
	Середнє $m_T^{(0)}$	Дисперсія $D_T^{(0)}$	Середнє $m_T^{(1)}$	Дисперсія $D_T^{(1)}$
T_{WG}	0	1	$\frac{F_{WG}^{(1)} - F_{WG}^{(0)}}{\sqrt{2(2F_{WG}^{(0)} - 1)}}$	$\frac{F_{WG}^{(1)} - 0,5}{F_{WG}^{(0)} - 0,5}$
T_G	0	1	$\sqrt{K-2} \cdot \frac{F_G^{(1)} - F_G^{(0)}}{\sqrt{2(2F_G^{(0)} - 1)}}$	$\frac{F_G^{(1)} - 0,5}{F_G^{(0)} - 0,5}$
T_W	0	1	$\sqrt{K-1} \cdot \frac{F_W^{(1)} - F_W^{(0)}}{\sqrt{2(2F_W^{(0)} - 1)}}$	$\frac{F_W^{(1)} - 0,5}{F_W^{(0)} - 0,5}$

Як видно з табл. 1, зміна стану θ_0 на дефектний θ_1 приводить до відхилень $m_T^{(1)}$ від нуля, а дисперсії $D_T^{(1)}$ – від одиниці.

Дослідження інформаційних властивостей нормованих сум показало, що присутній зв'язок між кількістю інформації і ймовірностями помилок контролю. Кількість інформації, отриманої після завершення контролю, залежить від

ступеня зменшення апіорної невизначеності про вид стану об'єкта. В залежності від виду стану об'єкта контролю ($\theta = \theta_0$ або $\theta = \theta_1$), коваріаційний аналіз результатів вимірювання призведе до отримання значення відповідної тестової статистики (3), яка, в залежності від виду стану, може належати або до критичної області $\bar{\Omega}$ (якщо $\theta = \theta_1$), або до області Ω допустимих значень (якщо $\theta = \theta_0$).

Для вибору областей Ω та $\bar{\Omega}$ розраховано умовні щільності розподілу F – статистик (3) по станам θ_0 та θ_1 . Це дало змогу оцінити показники ефективності контролю параметрів технічного стану агрегатів з виробництва олії, якщо зміна нормального стану θ_0 на стан θ_1 відбувається під впливом фактора «Відносна вологість сировини» (зміна вологості – $\pm 1\%$ від нормативного значення 7%). Одержано рівняння для розрахунку ймовірності β – помилки контролю другого роду (ймовірність α – помилки контролю першого роду була незмінною на рівні $0,05$).

Кількість інформації, що одержано при контролі, розраховувалась по наступному рівнянню:

$$I = 0,8568 + 0,5[\beta \log_2 \beta + (1 - \beta) \log_2 (1 - \beta)], \quad (4)$$

що дозволило оцінити відносне зменшення ентропії результатів вимірювання температур.

З (4) випливає, що очікувана при контролі кількість інформації визначається величиною ймовірності помилки β (при заданом α).

У таблиці 2 наведені результати розрахунку ймовірності помилок β , вірогідності контролю P_D і відносного зменшення ентропії Δh при контролі двох температур (час спостереження – 38 хв.) по трьом нормованим сумах T_{WG}, T_G, T_W , як новим параметрам контролю змін теплових процесів.

Вірогідність контролю обчислювалась за оцінкою:

$$P_D = 1 - (\alpha + \beta)/2. \quad (5)$$

Аналізуючи вплив станів θ_0 та θ_1 на числові характеристики для нормованих сум T_{WG}, T_G та T_W слід зазначити, що інформативність таких сум тим вище, чим більше математичні очікування $m_T^{(1)}$ цих нормованих сум і більше значення відповідних F - статистик для стану, як θ_0 , так і θ_1 , об'єкта контролю.

Таблиця 2 – Результати інформаційного аналізу параметрів контролю

Нестационарна температура зон розігріву (як функція часу)	Інформативний параметр	Показники ефективності контролю		
		Імовірність помилки, β	Вірогідність контролю, P_D	Відносне зменшення ентропії, Δh (%)
$T_1 = \mathcal{F}_1(t)$	T_{WG}	0,256	0,847	44,7
	T_G	0,031	0,959	75,8
	T_W	0,201	0,875	49,7
$T_2 = \mathcal{F}_2(t)$	T_{WG}	0,187	0,882	50,9
	T_G	0,002	0,974	84,6
	T_W	0,008	0,971	81,8

Розроблено математичну модель многопараметрового контролю технічного стану (функціональної діагностики) агрегатів на основі критерію максимальної правдоподібності, коли апріорні ймовірності станів θ_0 і θ_1 рівновірогідні, $P(\theta_0) = P(\theta_1) = 0,5$. Статистика прийняття рішення, щодо об'єкту, має вигляд

$$\zeta = \sum_{s=1}^v \left(\frac{x_s - \mu_s}{\sigma_s} \right)^2 - \sum_{s=1}^v x_s^2 + \sum_{s=1}^v \ln \sigma_s^2, \quad (6)$$

де x_s – нормована сума T_{WG} (якщо $S = 1$), T_G (якщо $S = 2$) та T_W (якщо $S = 3$); μ_s та σ_s – середнє значення та С.К.В. відповідної нормованої суми.

Приймається одне з двох рішень щодо технічного стану агрегату:

$$\begin{cases} \gamma_0: \theta = \theta_0, \text{ якщо } \zeta > 0, \\ \gamma_1: \theta = \theta_1, \text{ якщо } \zeta \leq 0. \end{cases} \quad (7)$$

Доведено, що контроль технічного стану багатозонного агрегату з використанням рішень (7) по статистиці (6) максимізує вірогідність контролю на рівні не менш ніж 0,974 (це більш, ніж існуючий рівень вірогідності 0,62÷0,8).

Таким чином, основними науковими результатами другого розділу дисертації слід вважати розробку методу виділення нових незалежних інформативних параметрів контролю, що підвищують вірогідність останнього і дають змогу удосконалити функціональне діагностування з максимальною вірогідністю технічного стану агрегатів з виробництва олії.

У 3 розділі проведено дослідження впливу похибок первинних перетворювачів системи контролю на інформативність статистик дисперсійного розкладання (2). Досліджено два варіанти аналізу ступеня впливу похибок первинного перетворення на інформативність параметрів T_{WG} , T_G та T_W , коли

функція первинного перетворення температури а) лінійна, б) нелінійна. При аналізі враховувалась похибка у виборі моменту часу t_{ji} вимірювання.

Незалежно від моделі первинного перетворення температури x в вихідний сигнал y термоперетворювача, температура розглядалась як динамічна контрольована величина з лінійною функцією залежності від часу t . Після введення в таку лінійну модель абсолютних відхилень Δx (для температури), та Δt (для моменту часу вимірювання), модель контрольованої на j – тому інтервалі температури має вигляд

$$x_{ji} = a_j + b_j \cdot t_{ji} + (\Delta x_{ji} - b_{ji} \cdot \Delta t_{ji}), \quad (8)$$

де a_j та b_j – коефіцієнти часткових регресій (1), $j = \overline{1, K}$; $i = \overline{1, n_j}$.

Лінійна модель перетворення температури x_{ji} в вихідний сигнал термоперетворювача y_{ji} передбачала появу систематичних похибок Δc та Δd в коефіцієнтах c та d моделі перетворення

$$y_{ji} = (c + \Delta c) + (d + \Delta d) \cdot x_{ji} + \Delta y_{ji}. \quad (9)$$

Нелінійна квадратична модель термоперетворення враховувала відповідні систематичні похибки Δc , Δd та Δf

$$y_{ji} = (c + \Delta c) + (d + \Delta d) \cdot x_{ji} + (f + \Delta f) \cdot x_{ji}^2 + \Delta y_{ji}, \quad (10)$$

де Δy_{ji} – випадкова похибка первинного перетворення.

Виконаний аналіз впливу значень y_{ji} вихідного сигналу термоперетворювача на F – статистики їх дисперсійного розкладу та нормовані суми T_{WG} , T_G , T_W показав що:

1. При лінійному первинному перетворенні поява адитивних та мультиплікативних похибок практично не впливає на інформативність F – статистик та нормованих сум T_{WG} , T_G , T_W , якщо забезпечуються висока чутливість перетворення та його малі випадкові похибки. Окрім того, необхідно виключити похибку Δt_{ji} для моментів часу відліків, забезпечивши строгу періодичність вимірів температур.

2. При нелінійному первинному перетворенні систематичні похибки збільшують залишкову дисперсію вторинного сигналу y , зменшуючи інформативність F – статистик та нормованих сум T_{WG} , T_G і T_W , що різко знижує вірогідність контролю.

Таким чином, результати досліджень довели, що для контролю параметрів технічного стану найбільш доцільно використовувати термоперетворювачі з лінійною функцією перетворення. Порушення лінійності функції перетворення може виникати через процеси старіння перетворювача в ході його експлуатації. Тому є логічним використання для безперервного

контролю порушень лінійності метод тестування залишкової дисперсії $\overline{S_R}$ на значимість основної гіпотези $H_0: f = 0$.

Критеріальна статистика повинна мати імовірнісні властивості, що не залежать від значень експериментально отриманої вибірки. Це можливо, якщо щільність розподілу ймовірності цієї статистики буде відповідати розподілу Стюдента. Оскільки залишкова сума S_R дисперсійного розкладання (2) є випадковою величиною з χ^2 розподілом, то нормування сум S_R визначає критеріальну статистику

$$\tau = \frac{S_R - (N - 2K)}{\sqrt{2(N - 2K)}}. \quad (11)$$

Враховуючі оцінку суми S_R дисперсійного розкладання (2), маємо

$$\tau = \frac{1}{\sqrt{2(N - 2K)}} \left[\sum_{j=1}^K \sum_{i=1}^{N_j} \frac{Z_{ji}^2}{\sigma_{z0}^2} - N + 2K \right], \quad (12)$$

де σ_{z0}^2 - нормативна (для стану θ_0) залишкова дисперсія.

Нижня τ_H та верхня τ_B межі допускового інтервалу визначаються умовами:

а) При $N \leq 30$ τ_H та τ_B знаходяться як процентні точки t - розподілу Стюдента:

$$\begin{cases} \tau_H = -t_{(N-2K), \alpha/2}, \\ \tau_B = t_{(N-2K), (1-\alpha/2)}. \end{cases} \quad (13)$$

б) При $N > 30$ τ_H та τ_B визначаються значеннями процентних точок стандартного нормального розподілу:

$$\begin{cases} \tau_H = -U_{\alpha/2}, \\ \tau_B = U_{(1-\alpha/2)}. \end{cases} \quad (14)$$

Введемо систему двовимірних альтернативних рішень γ_0 та γ_1 , використовуваних при контролі. Рішення γ_0 (не відкинути гіпотезу H_0) та γ_1 (відкинути гіпотезу H_0) приймають, виходячи з умов:

$$\begin{cases} \gamma_0: \tau \in (\tau_H, \tau_B), \\ \gamma_1: \tau \in \overline{\omega}_1 \text{ або } \tau \in \overline{\omega}_2. \end{cases} \quad (15)$$

Нульова гіпотеза приймається до тих пір, поки не буде отримано доказ її помилковості, що відповідає появі порушень лінійності ($f \neq 0$) функції первинного вимірювального перетворення.

Для контролю випадкових похибок первинних термоперетворювачів було досліджено інформаційну модель структурної корекції похибок. При розробці моделі досліджено використання одного із двох варіантів обробки вихідних сигналів для n паралельно працюючих первинних перетворювачів:

а) використання, окремо, вихідних сигналів кожного з n перетворювачів для обчислення K кутових коефіцієнтів $\{b_j^{(1)}\}_1^K, \dots, \{b_j^{(n)}\}_1^K$ і наступного їхнього усереднення:

$$\bar{b}_j = \frac{1}{n} \sum_{v=1}^n b_j^{(v)}, j = \overline{1, K}, \quad \text{де } b_j^{(v)} = d_v b_j; \quad (16)$$

б) усереднення вихідних сигналів $y_{ji}^{(1)}, \dots, y_{ji}^{(n)}$ перетворювачів

$$\bar{y}_{ji} = \frac{1}{n} \sum_{v=1}^n y_{ji}^{(v)} \quad (17)$$

з наступним обчисленням K кутових коефіцієнтів $b_1, \dots, b_j, \dots, b_K$.

На рис. 2 представлені структурні схеми (відповідно а) і б) для цих варіантів усереднення по групі перетворювачів $\Pi_1, \dots, \Pi_v, \dots, \Pi_n$:

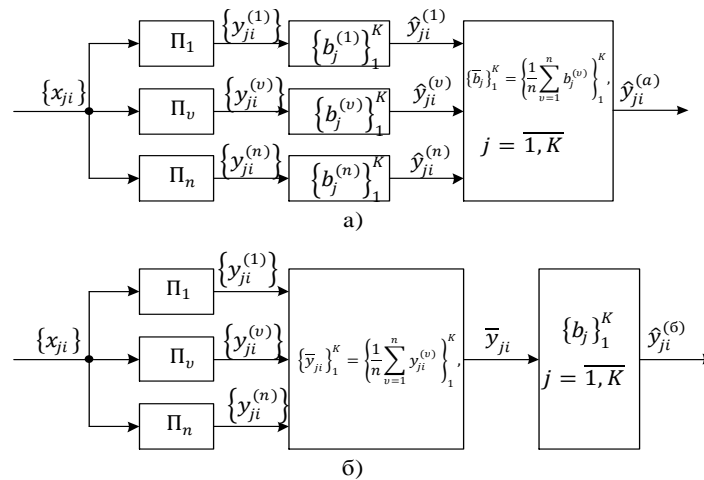


Рисунок 2 – Структурні схеми варіантів а), б) інформаційного перетворення при корекції похибки нелінійності

При невизначеності вихідного сигналу варіантів а) і б) (залишкових дисперсій D_a і D_b), більш інформативним є перетворення, що має меншу залишкову дисперсію. Для порівняння цих дисперсій знайдено їх різницю, наприклад, як $D_b - D_a = \Delta D$.

$$\Delta D = \frac{1}{n} \sum_{v=1}^n \sigma_v^2 \rho_v^2 - \left(\frac{1}{n} \sum_{v=1}^n \sigma_v^2 \right) \left(\frac{1}{n} \sum_{v=1}^n \rho_v^2 \right) \quad (18)$$

Права частина рівняння (18) – це вибіркова коваріація між σ_v^2 та ρ_v^2 , $v = \overline{1, n}$, причому знак її, як було доведено в роботі, негативний. З цього факту випливає, що $D_b - D_a < 0$, таким чином структура варіанта б) більш інформативна.

Однак варіант а), маючи велику залишкову дисперсію D_a , може використовуватися для підвищення чутливості методу автоматичного контролю порушень лінійності первинних вимірювальних перетворювачів. Це випливає з умови $D_a = D_b + |\text{cov}(\sigma_v^2, \rho_v^2)|$. Чутливість виявлення порушень лінійності тим вище, чим більше $|\text{cov}(\sigma_v^2, \rho_v^2)|$.

Значуща відмінність між дисперсіями D_a та D_b має місце при великих коефіцієнтах кореляції ($\bar{\rho} \gg 0$) між вихідними сигналами первинних перетворювачів і часом спостереження процесу $X(t)$. Це означає, що облік коваріації при тестуванні на відсутність випадкових похибок та порушень лінійності ефективний на ділянках максимальної крутизни середнього значення процесу зміни температури.

Таким чином встановлено, що контролюючи величину ΔD , можна виявляти збільшення випадкової похибки у будь-якого з використовуваних в системі контролю первинних перетворювачів Π_1, \dots, Π_n , об'єднаних структурними схемами рис. 2, без відключення перетворювачів на повірку.

Основним науковим результатом досліджень третього розділу слід вважати розробку теоретично обґрунтованого методу бездемонтажного контролю систематичних та випадкових похибок первинних термоперетворювачів, що входять до складу інформаційно-вимірювальної системи контролю параметрів технічного стану багатозонних агрегатів.

У 4 розділі розглянуті реалізації методів підвищення вірогідності і надійності контролю параметричного стану багатозонних агрегатів при виробництві рослиной олії.

Для синтезу математичної моделі алгоритму функціонування мікропроцесорного пристрою контролю використано вираз

$$\Delta D = \sigma_y^2 \left(\frac{N-1}{N-2} \right) (\bar{\rho}^2 - \rho^2), \quad (19)$$

де $\bar{\rho}$ і ρ – нормовані коефіцієнти лінійної кореляції вихідних сигналів схем а) та б) з часом спостереження температури.

Схема а) дозволяє оцінити усереднений нормований коефіцієнт лінійної кореляції

$$\bar{\rho} = (\rho_1 + \rho_2)/2, \quad (20)$$

а схема б) – нормований коефіцієнт лінійної кореляції ρ для усередненого вихідного сигналу

$$\bar{y} = (y_1 + y_2)/2. \quad (21)$$

Якщо позначити залишкові дисперсії перетворювачів Π_1, Π_2 як D_1, D_2 , а повні дисперсії вихідних сигналів, як σ_1^2, σ_2^2 , то отримаємо вирази:

$$\bar{\rho} = \left[0,5 + 0,5 \sqrt{\left(1 - \frac{D_1}{\sigma_1^2}\right) \left(1 - \frac{D_2}{\sigma_2^2}\right) - 0,25 \left(\frac{D_1}{\sigma_1^2} + \frac{D_2}{\sigma_2^2}\right)} \right]^{1/2}, \quad (22)$$

$$\rho = \left[1 - \left(\frac{D_1 + D_2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}\right) \right]^{1/2}. \quad (23)$$

Якщо дисперсії $D_1 \neq D_2$ і $\sigma_1 \neq \sigma_2$, різниця $\Delta D \neq 0$.

При ідентичності метрологічних характеристик перетворювачів Π_1 та Π_2 , тобто коли $D_1 = D_2 = D$, а $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_y^2$, то різниця $\Delta D = 0$.

Схемна реалізація пристрою для бездемонтажного контролю метрологічних характеристик перетворювачів (Π_1 або Π_2) представлена на рис. 3 і базується на об'єднанні структур а) і б) (рис.2) при $n = 2$.

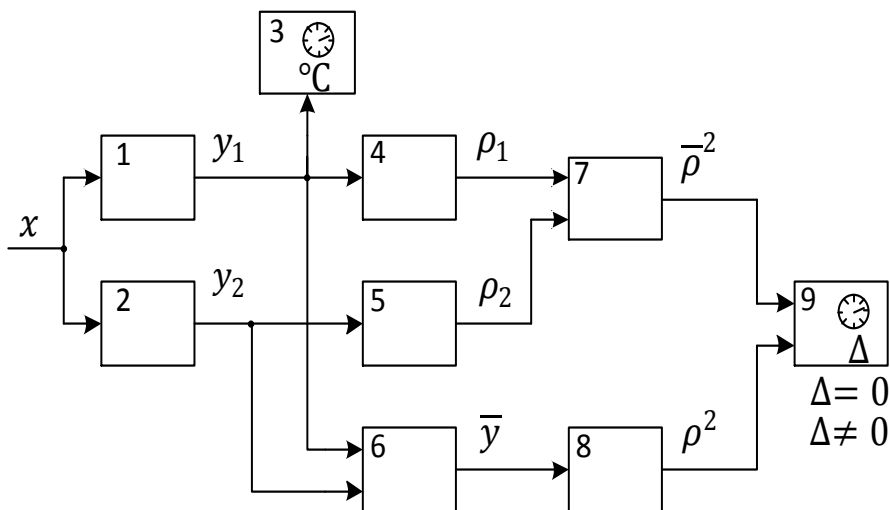


Рисунок 3 – Структурна схема мікропроцесорного пристрою

Виміряна температура x подається на перший 1 та другий 2 термоперетворювачі з лінійними характеристиками перетворення, відповідно:

$$y_1 = c_1 + d_1 \cdot x, \quad y_2 = c_2 + d_2 \cdot x, \quad (24)$$

де d_1, d_2 – чутливість термоперетворювачів 1, 2, c_1, c_2 – значення y_1, y_2 , коли $x = 0$. Значення виміряної температури відображається на пристрої відліку вимірювального блоку 3.

Вихідні сигнали y_1, y_2 подаються на блоки 4, 5 обчислення коефіцієнтів кореляції, відповідно:

$$\rho_1 = d_1 \cdot \frac{\sigma_1}{\sigma_t}, \quad \rho_2 = d_2 \cdot \frac{\sigma_2}{\sigma_t}, \quad (25)$$

де σ_1, σ_2 – середньоквадратичне відхилення вихідних сигналів y_1 і y_2 ; σ_t – середньоквадратичне відхилення тимчасового спостереження величини x

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N (t_i - m_t)^2}, \quad (26)$$

де N – число відліку сигналу x , m_t – середнє значення часу спостереження.

У блоці 6 формується усереднене значення вихідних сигналів y_1, y_2 .

Вихідні сигнали ρ_1, ρ_2 і \bar{y} з блоків 4, 5 і 6 подаються відповідно на входи блоку 7 обчислення квадрата середнього значення коефіцієнта кореляції $\bar{\rho}^2$ і на вхід блоку 8 обчислення квадрата загального коефіцієнта кореляції усереднених сигналів ρ^2 .

У блоці 9 обчислюється різниця $\Delta = \bar{\rho}^2 - \rho^2$, яка при метрологічній ідентичності перетворювачів дорівнюватиме нулю.

Якщо метрологічні характеристики перетворювачів Π_1 та Π_2 розрізняються (по чутливості і залишкової дисперсії D_1, D_2), то за поріг порівняння приймають значення Δ_0 ($\Delta = \Delta_0 \neq 0$).

Відмінність, в ході експлуатації системи контролю, різниці Δ від Δ_0 несе інформацію про появу статистично значимих випадкових похибок. При цьому функція корекції похибок, що з'явилися, зберігається, так як робочим сигналом є усереднений вихідний сигнал резервованої структури варіанта б).

Таким чином, основним практичним результатом досліджень четвертого розділу є створення патентнозахищеного приладу бездемонтажного контролю похибок термометроретворювачів системи контролю, вихідні сигнали яких використовуються для прийняття рішень відносно виду технічного стану багатозонного агрегату з виробництва рослиної олії.

ВИСНОВКИ

У дисертації отримані нові науково обґрунтовані теоретичні та експериментальні результати, що в сукупності є вирішенням науково-практичної задачі підвищення вірогідності і надійності контролю параметрів технічного стану багатозонних технологічних агрегатів по виробництву рослинних олій.

Основні результати роботи полягають у наступному.

1. Проаналізовано існуючі методи підвищення вірогідності багатопараметричного контролю динамічних об'єктів, встановлено відсутність методів отримання надлишкової інформації про порушення стабільності

динамічних режимів. Доведено перспективність методів контролю технічного стану багатозонного технологічного агрегату за температурами камер нагріву з урахуванням випадковості змін їх середніх значень та дисперсій.

2. Отримав розвиток метод виділення надлишкової інформації за результатами дисперсійного аналізу кусочно-лінійної регресійної моделі контрольованих нестационарних сигналів, адекватної порушенням технічного стану багатозонного агрегату, що дозволило синтезувати інформативні, за видами порушень, теплові параметри контролю і здійснити їх нормування за видами технічних станів, залежних від вологості сировини

3. Удосконалено діагностичну модель багатозонного агрегату з виробництва рослинних олій і математичну модель контролю виду його технічних станів за складовими дисперсії контрольованих температур.

4. Вперше розроблено метод отримання додаткової інформації про появу систематичних похибок первинних термоперетворювачів, на основі аналізу залишкового шуму вихідних сигналів цих перетворювачів нестационарних сигналів, що дозволило здійснювати безперервний бездемонтажний контроль погрішностей в роботі термоперетворювачів системи контролю.

5. Удосконалено конструкцію первинних термоперетворювачів та метод бездемонтажного контролю кореляційних властивостей їх вихідних сигналів, що дозволило контролювати, без відключення на повірку, випадкові похибки первинних термоперетворювачів.

6. Розроблені метод і прилад контролю параметрів технічного стану багатозонних технологічних агрегатів впроваджені на підприємствах ТОВ НПП «Екструдер» (м. Харків, Україна) та ТОВ «Агроакадемія» (м. Шебекіно, Російська Федерація).

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Муляров В.В. Выбор информативных показателей технологического контроля на основе двумерных моделей дисперсионного анализа [Текст] / В.В. Муляров, П.Ф. Щапов // Східно-європейський журнал передових технологій. – 2005. – № 3/2(15). – с. 46-49.

Здобувачем запропоновано експериментальні реалізації перехідних процесів зміни температур; результати розрахунку F-статистик дисперсійного розкладання.

2. Муляров В.В. Использование кумулятивных статистик в задачах обнаружения спектральных изменений случайных сигналов [Текст] / В.В. Муляров, С.Ю. Калябин // Вісник НТУ «ХПІ». – Харків : НТУ «ХПІ», 2005. – № 7. – с. 68-72.

Здобувачем запропоновано математичне обґрунтування модифікованої одномодельної процедури; вірогідний опис статистики накопиченої суми.

3. Муляров В.В. Формирование комплексных показателей технологического контроля с использованием тестовых статистик ковариационного анализа [Текст] / В.В. Муляров, П.Ф. Щапов,

А.Ю. Щемерова // Вісник НТУ «ХПІ». – Харків : НТУ «ХПІ», 2006. – № 9. – с. 133-138.

Здобувачем запропонований аналіз числових характеристик F-статистик дисперсійного розкладання.

4. Муляров В.В. Применение классификационных процедур дискриминантного анализа для уменьшения информационной неопределенности многомерных измерительных сигналов [Текст] / В.В. Муляров, П.Ф. Щапов, Т.Г. Осина // Системи обробки інформації : збірник наукових праць. – Харків : Харківський університет повітряних сил, 2006. – Вип. 7(56). – с. 92-94.

Здобувач розробив математичну модель параметричної дискримінації, коли апріорна інформація про значення рівнів контрольованого параметра відсутня.

5. Муляров В.В. Использование случайных сигналов при контроле переходных процессов [текст] / В.В. Муляров, П.Ф. Щапов, А.М. Гайдаш, А.М. Головкин, А.И. Кордюмов // Вісник НТУ «ХПІ». – Харків : НТУ «ХПІ», 2008. – № 56. – с. 159-163.

Здобувач запропонував дисперсійний аналіз температурних часових рядів і аналіз моделі їх параметричного контролю.

6. Муляров В.В. Обеспечение информационной избыточности при измерительном контроле теплофизических процессов [Текст] / В.В. Муляров, П.Ф. Щапов, Т.Г. Осина // Український метрологічний журнал. – 2010. – № 4. – с. 57-60

Здобувач розробив синтез інформативних параметрів контролю; розрахунок умовних щільностей розподілу нормованої суми T_w .

7. Муляров В.В. Обеспечение максимальной достоверности параметрического контроля спектрально-нестационарных случайных сигналов [Текст] / В.В. Муляров, П.Ф. Щапов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2005. – № 6. – с. 41-45.

Здобувачем розроблена імовірнісна модель правила вибору рішення в умовах невизначеності.

8. Муляров В.В. Прилад бездемонтажного контролю метрологічних характеристик термоперетворювачів / В.В. Муляров, П.Ф. Щапов, О.В. Гусельніков. // Методи та прилади контролю якості. – Івано-Франківськ. : ІФНТУНГ, 2010. – № 25 – с. 101-103.

Здобувач розробив метод обробки вихідних сигналів перетворювачів з урахуванням їх кореляційних властивостей.

9. Муляров В.В. Бездемонтажный контроль нарушенной линейности функции измерительных преобразований В.В. Муляров // Вісник НТУ «ХПІ». – Харків : НТУ «ХПІ», – 2011. – № 11. – с. 112-117.

10. Пат. на корисну модель №59710 (Україна), МПК(2011.01) G01K 7/16 Прилад для вимірювання температури / В.В. Муляров П.Ф. Щапов, О.В. Гусельніков.; заявник і власник НТУ"ХПІ" – № u201013502; заяв. 15.11.2010; надрук. 25.05.2011. – Бюл. № 10.

Здобувачем запропоновано обґрунтування вибору структурної схеми інформаційних перетворень для бездемонтажного контролю метрологічних порушень. Розроблена структурна схема мікропроцесорного пристрою.

11. Муляров В.В. Виділення інформативних параметрів нестационарних сигналів [текст] / В.В. Муляров, П.Ф. Щапов, Т.Г. Осіна // Інформаційні технології : наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : XVIII міжнародна науково-практична конференція, 12-14 травня 2010р. : тези доповідей, 4.П. – Харків : НТУ «ХП», 2010. – 139 с.

Здобувач запропонував аналіз інформативних властивостей критеріальних F-статистик.

12. Муляров В.В. Застосування випадкових вимірювальних сигналів для контролю динамічних об'єктів [текст] / В.В. Муляров, П.Ф. Щапов, С.С. Сендецький // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : XVIII міжнародна науково-практична конференція, 12-14 травня 2010р. : тези доповідей, 4.П. – Харків : НТУ «ХП», 2010. – 138 с.

Здобувачем запропонований доказ нормальності розподілу нормованих статистик дисперсійного аналізу при великих значеннях числа ступенів свободи.

13. Муляров В.В. Повышение эффективности контроля за счет использования процедур дисперсионного анализа измерительных сигналов [текст] / В.В. Муляров, П.Ф. Щапов, Т.Г. Осіна // VII МНТК Метрологія та вимірювальна техніка (Метрологія – 2010), Наукові праці конференції у 2-х томах. Том 2. – Харків, 2010. – с. 331-333.

Здобувачем розроблений дисперсійний аналіз лінійної та нелінійної моделей функцій первинного перетворення.

14. Муляров В.В. Бездемонтажний контроль змін чутливості перетворювачів температури [текст] / В.В. Муляров, П.Ф. Щапов, І.І. Камбаєв// Інформаційні технології : наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : XIX міжнародна науково-практична конференція, 01-03 червня 2011р. : тези доповідей. 4.1. – Харків : НТУ «ХП», 2011. – 133 с.

Здобувачем запропонований аналіз кореляційних властивостей резервованого первинного перетворювача.

АНОТАЦІЇ

Муляров В.В. Метод і прилад контролю параметрів технічного стану багатозонних агрегатів з виробництва рослинної олії. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.13 – прилади і методи контролю та визначення складу речовин. Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Харків, 2013.

Дисертаційна робота полягає у розробці методу і приладу, що підвищують вірогідність і надійність контролю теплових параметрів технічного стану багатозонних агрегатів з виробництва рослинних олій. В основу метода покладено ентропійний підхід до аналізу результатів вимірювання температур,

як безперервних функцій дискретного часу. Такий аналіз дозволив отримати додаткову інформацію про фактичний стан технологічного агрегату і про погрішності первинних термоперетворювачів системи контролю, без відключення цих перетворювачів для перевірки.

У дисертаційній роботі отримав розвиток метод виділення надлишкової інформації про зміни складових дисперсій залишкового шуму контрольованих температур, викликаних змінами вологості вхідної сировини. Розроблено математичні моделі трьох нових інформативних параметрів контролю, що відображають адитивні і мультиплікативні зміни, в часі, середнього значення контрольованої температури. Розроблено, на основі критерію максимальної правдоподібності, математичну модель многопараметрового контролю та діагностики виду технічного стану. Розраховано зони допуску на нові інформативні параметри та визначено умови отримання максимуму інформації та вірогідності при контролі технологічних порушень, викликаних змінами вологості сировини.

Доведено вплив виду функції первинного вимірювального перетворення на інформативність, щодо виду технічного стану, параметрів контролю при появі у термоперетворювача систематичної похибки. Розроблено вперше метод бездемонтажного контролю появи похибок нелінійності термоперетворювача за залишковим шумом динамічного процесу вимірювання температури.

Запропоновано модель структурної корекції випадкових похибок перетворення температури. Доведено, що структура, яка включає два термоперетворювача, дозволяє не тільки коригувати, але і виявляти, за залишковим шумом, зміни похибки перетворювачів (за умови зміни в часі контрольованої температури).

Розроблено, запатентовано і впроваджено мікропроцесорний прилад бездемонтажного контролю, в режимі реального часу, що застосовуються в системах контролю параметрів технічного стану агрегатів з переробки сільськогосподарської сировини.

Ключові слова: параметри технічного стану, багатозонний агрегат, контроль теплових процесів, метод підвищення вірогідності контролю, прилад контролю точності термоперетворювачів, надійність системи контролю.

Муляров В.В. Метод и прибор контроля параметров технического состояния многозонных агрегатов по производству растительного масла. - На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 - приборы и методы контроля и определения состава веществ. Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", Харьков, 2013.

Диссертационная работа состоит в разработке метода и прибора повышающих достоверность и надежность контроля тепловых параметров технического состояния многозонных агрегатов по производству растительных масел. В основу метода положен энтропийный подход к анализу результатов измерения температур, как непрерывных функций дискретного времени. Такой

анализ позволил получить дополнительную информацию о фактическом состоянии технологического агрегата и о погрешностях первичных термопреобразователей системы контроля, без отключения этих преобразователей для поверки.

В диссертационной работе получил развитие метод выделения избыточной информации об изменениях составляющих дисперсий остаточного шума контролируемых температур, вызванных изменениями влажности входного сырья. Разработаны математические модели трех новых информативных параметров контроля, отражающих аддитивные и мультипликативные изменения во времени среднего значения контролируемой температуры. Разработана, на основе критерия максимального правдоподобия, математическая модель многопараметрового контроля и диагностики вида технического состояния. Рассчитаны зоны допуска на новые информативные параметры и определены условия получения максимума информации и достоверности при контроле технологических нарушений, вызванных изменениями влажности сырья.

Доказано влияние вида функции первичного измерительного преобразования на информативность, относительно вида технического состояния, параметров контроля при появлении у термопреобразователя систематической погрешности. Разработан впервые метод бездемонтажного контроля изменения погрешностей нелинейности термопреобразователя по остаточному шуму динамического процесса измерения температуры.

Предложена модель структурной коррекции случайных погрешностей преобразования температуры. Доказано, что структура, включающая два термопреобразователя, позволяет не только корректировать, но и обнаруживать, по остаточному шуму, изменения погрешности преобразователей (при условии изменения во времени контролируемой температуры).

Разработан, запатентован и внедрен микропроцессорный прибор бездемонтажного контроля, в режиме реального времени, применяемый в системах контроля параметров технического состояния агрегатов по переработке сельскохозяйственного сырья.

Ключевые слова: параметры технического состояния, многозонный агрегат, контроль тепловых процессов, метод повышения достоверности контроля, прибор контроля точности термопреобразователей, надежность системы контроля.

V.V. Muliarov. Method and device of control of technical condition parameters of multizone assemblies for vegetable oil production. – Manuscript copyright.

Candidate's thesis in engineering science, specialty 05.11.13 – Devices and Methods for Control and Determination of Substances' Composition. National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, 2013.

The thesis consists in developing a method and device that can increase credibility and reliability of control over heat parameters and technical condition of multizone assemblies for vegetable oil production. The method is based on the entropic approach to analysis of results of temperature measurement as continuous functions in discrete time. Such analysis would allow getting the additional information about actual condition of the technological assembly and errors of primary temperature transducers of the control system without disconnecting these transducers for calibration.

The thesis advances the method of extraction of excessive information about changes in component dispersion of residual noise of the temperatures under control, caused by changes in humidity of the input materials. Mathematical models of three new informative control parameters have been developed. These models display additive and multiplicative changes in the term of the average value of temperature under control. Mathematical model of multioptional control and diagnostics of the technical condition has been developed based on the criterion of maximal credibility. Access zones for new informative parameters have been calculated; conditions for getting maximum information and reliability when controlling technological violations caused by raw materials' humidity changes have been specified.

Influence of the type of the primary measurement transformation function on the information value has been proved, regarding the technical condition, control parameters when the temperature transducer starts having regular errors. A method for controlling nonlinearity of the temperature transducer error change without demounting has been devised. This method exploits residual noise of the dynamic process of temperature measurement.

The model of structural correction of random errors of temperature transformation has been suggested. The structure containing 2 transducers has been proved not only to correct, but also to detect transducers' errors by residual noise (in case the changes happened in the period when temperature is under control).

A microprocessor device for control in real-time mode without demounting has been developed, patented and implemented. It can be used in systems of control over technical condition parameters of assemblies for processing the agricultural raw materials.

Key words: technical condition parameters, multizone assembly, heat process control, method of increasing the device's credibility, device for controlling the accuracy of temperature transducers, control system reliability.

