

можуть бути використані для зниження витрат на виробництво та споживання енергоресурсів. Для реалізації цього потенціалу необхідне підвищення ефективності управління енергоспоживанням. Аналіз промислових підприємств України показує, що можливе енергозбереження може досягати 20-25% річного споживання паливно-енергетичних ресурсів [1-2].

Список використаних джерел:

1. [електронний ресурс] Офіційний сайт Міністерства енергетики та вугільної промисловості України, URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/doccatalog/list?currdir=50358>.
2. Нова енергетична стратегія України до 2035 року: «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/doccatalog/list?currDir=50358>
3. Олійник Ю. С. Аналіз використання енергозберігаючих технологій/ Вчені записки таврійського національного університету імені В.І. Вернадського Серія: Технічні науки. Том 33 (72) № 4 - 2022 Частина 1 – с. 167-171.

ВПЛИВ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ НА ВІРНІСТЬ ВИХІДНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ЦИФРОВИХ ВУЗЛІВ МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ

Благодарний Микола Петрович, Ворон Наталія Ігорівна
Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського
“Харківський авіаційний інститут”

Вихідна інформація цифрових вузлів мехатронних систем (ЦВ МС) може бути викривленою не тільки дією відмов, але й дією збоїв, які виникають в результаті дії завад [1, 2]. Тому в процесі експлуатації ЦВ МС необхідно аналізувати вплив систем контролю (СК) на відсутність невиявлених викривлень інформації, тобто забезпечувати вірність [3]. Якість функціонування ЦВ МС у загальному випадку визначається двома класами інформаційних станів:

- у вихідній інформації відсутні невиявлені викривлення (перший клас);
- у вихідній інформації мають місце викривлення (другий клас).

Інформаційний стан ЦВ МС у першому класі буде визначатися відсутністю відмов та збоїв, а у разі виникненням відмов та збоїв з інтенсивністю $\alpha_{i12}(t)$, їх виявлення засобами СК та подальшим усуненням викривлень інформації. При описі процесу оброблення інформації в ЦВ МС марківською моделлю робиться припущення щодо того, що на часовому інтервалі між самоперевірками СК невиявлення викривлень призводить до переходу ЦВ МС у другий клас та виконання умови $\alpha_{i21}(t) = 0$ (відсутності відновлення викривлень інформації у процесі функціонування МС). Вважаючи незалежними викривлення інформації в контрольованій та неконтрольованій частинах ЦВ МС, вірність інформації в поточний момент часу визначимо наступним чином

$$P_i(t) = P_{iК}(t)P_{iНК}(t), \quad (1)$$

де $P_{iК}(t)$ – ймовірність вірності інформації в контрольованій частині ЦВ МС;

$P_{iНК}(t)$ – ймовірність вірності інформації в неконтрольованій неперервно частині ЦВ МС;

В неконтрольованій неперервно частині ЦВ МС викривлення інформації має місце за рахунок дії відмов та

збоїв, які можуть мати місце в період між проведенням її самоконтролю [3]. При експоненційному законі розподілу відмов та збоїв вираз для $P_{\text{інк}}(t)$ при $t \gg T_{\text{п}}$ матиме такий вигляд

$$P_{\text{інк}}(t) \approx 1 - \lambda_{\text{нк}} T_{\text{п}} \lambda_{\text{нк.зб}} \tau_{\text{з}} \quad (2)$$

де $\lambda_{\text{нк.зб}}$ інтенсивність збоїв в неконтрольованій неперервно частині ЦВ МС;

$\tau_{\text{з}}$ час виконання поточного завдання ЦВ МС.

$T_{\text{п}}$ – періодичність перевірок неперервно неконтрольованої частини ЦВ МС.

Для контрольованої частини ЦВ МС значення $P_{\text{ік}}(t)$ є розв'язком диференційного рівняння

$$\frac{dP_{\text{ік}}(t)}{dt} = \alpha_{\text{ік12}}(t) P_{\text{ік}}(t) \text{ за початкової умови } P_{\text{ік}}(0) = 1.$$

Тут $\alpha_{\text{ік12}}(t) = \lambda_{\text{к}} + \lambda_{\text{к.зб}}$ – інтенсивність переходу інформаційного стану ЦВ МС в момент часу t з першого до другого класу станів.

Значення $P_{\text{ік}}(t)$ може бути знайдено за виразом

$$P_{\text{ік}}(t) = \exp\left[-\int_{t-\tau_{\text{з}}}^t \alpha_{\text{ік12}}(t) dt\right] \quad (3)$$

Забезпечення заданих вимог $P_{\text{зад}}$ до вірності вихідної інформації ЦВ МС має місце у разі виконання рівності

$$P_{\text{і}}(t) = P_{\text{ік}}(t) P_{\text{інк}}(t) \geq P_{\text{зад}} \quad (4)$$

Виконання нерівності (4) повинно досягатися вибором засобів контролю з високою достовірністю, збільшенням повноти контролю ЦВ МС, що обумовлює збільшення значення ймовірності $P_{\text{ік}}(t)$ у виразі (4). При збільшенні повноти контролю має місце також збільшення значення ймовірності $P_{\text{інк}}(t)$. Зменшення часу $T_{\text{п}}$ між суміжними перевірками неперервно неконтрольованої частини ЦВ МС, як видно з виразу (2) також сприяє збільшенню значення ймовірності $P_{\text{інк}}(t)$.

Пошук оптимальних оцінок складності СК, достовірності контролю та періодичності $T_{\text{п}}$ між суміжними перевірками неперервно неконтрольованої частини ЦВ МС знаходяться за результатами розв'язання оптимізаційної задачі, де обмеженням виступає вираз (4). Авторами запропонований алгоритм розв'язання такої задачі оптимізації

При допущенні справедливості виконання нерівності $\lambda_{\text{зб}} \geq 10\lambda$ більше уваги необхідно приділяти боротьбі зі збоями. Тому побудова ефективних СК залишається в теперішній час актуальною для ЦВ МС, які мають значну наробку на відказ.

Список використаних джерел:

1. Введение в мехатронику [Текст] : учеб. пособие / О. М. Яхно, А. В. Узунов, А. Ф. Луговской, А. П. Губарев. — К.: НТУУ «КПІ», 2008. — 528 с.

2. Основи діагностики цифрових систем [Текст]: підруч. / В. С.Харченко, Є. А. Артеменко, М. П. Благодарний, В. М. Ілюшко. — Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2004. — 665 с.

3. Касаткин А. С. Эффективность автоматизированных систем контроля [Текст]/ Библиотека по автоматике/ А. С. Касаткин. –М.: Энергия, 1975. –88 с.

METROLOGICAL SUPPORT OF ZIRCONIA BASED CERAMIC MATERIALS DUE TO ISO STANDARDS

E.S. Gevorkyan¹, O.M. Morozova¹, D.S. Zas²

¹Ukrainian State University of Railway Transport

²National Aerospace University H.E. Zhukovsky "Kharkiv Aviation Institute"

Advanced zirconia ceramic materials have great potential to replace traditional materials in many biomedical applications. The biocompatibility of zirconia is well documented, with in vitro and in vivo tests using Y-TZP showing good biocompatibility with no adverse reactions with cells or tissues.

There is a need to extend the specification of the ISO standard. Therefore, ISO 13356 specifies requirements and appropriate test methods for biocompatible and biostable ceramic bone substitute materials based on yttria-stabilized tetragonal zirconia (polycrystalline tetragonal yttria-zirconia, Y-TZP) for use as surgical implant materials. ISO 13365 refers to general standards for ceramic materials and provides additional guidance on sample preparation, sample number and sample size. While these additional instructions are detailed for some tests, there is some flexibility for others.

Modern zirconia biomaterials and products used as surgical (implant) materials should meet the requirements described by the International Organisation for Standardisation (ISO) 13556, represented in table 1.

Table 1. Requirements according to ISO 13356

Property	Unit	Requirement
Bulk density	g cm ⁻³	≥ 6
Chemical composition ZrO ₂ + HfO ₂ + Y ₂ O ₃ Y ₂ O ₃ HfO ₂ Al ₂ O ₃ other oxides	mass%	≥ 99.0 > 4.5 to ≤ 6.0 ≤ 5 ≤ 0.5 ≤ 0.5
Microstructure grain size	μm	0.4
amount of monoclinic phase	mol%	≤ 20
Strength	MPa	≥ 800
4-point bending Weibull modulus		≥ 8
Young's modulus	GPa	≥ 200
Hardness	GPa	≥ 11.8
Cyclic fatigue limit stress at 10 ⁶ cycles	MPa	≤ 200
Radioactivity	Bq kg ⁻¹	≤ 200
Accelerated ageing	mol	
maximum amount of monoclinic phase	%	≤ 25%
residual biaxial strength	MPa	
residual 4-point bending strength	MPa	≥ 500 MPa, Δ < 20% ≥ 800 MPa, Δ < 20%