

УДК 539.432:620

МІЦНІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОБОЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

О. М. ЧЕРНИШ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Алгоритм аналізу міцнісних характеристик робочих елементів робототехнічних систем у сільськогосподарському виробництві є важливим завданням у сучасному машинобудуванні. Адже нестаціонарні навантаження, вібрації, перевантаження можуть суттєво обмежити працездатність таких елементів.

Для створення робототехнічних систем і комплексів з більшої надійності необхідно розглядати нові принципи і технології, у тому числі й методи їх теоретичного обґрунтування. Такі методи повинні забезпечити у першу чергу міцність і працездатність деталей та робочих елементів робототехнічних систем у процесі виконання ними заданих функцій в умовах дії робочих навантажень і короткочасних перевантажень.

Для аналізу працездатності робочих елементів робототехнічних систем як багатоелементної механічної системи, що працює в умовах дії короткочасних нестаціонарних перевантажень, запропоновано застосувати випадкові параметри навантаження і міцності.

При цьому для опису випадкових параметрів працездатності і навантаження робочих елементів робототехнічних систем була розглянута взаємодія функціональних залежностей узагальненої міцності $\tilde{R}(t)$ і навантаження $\tilde{F}(t)$ як випадкових функцій у розрахунковому часовому інтервалі експлуатації $T = T(t)$.

Тоді випадку втрати працездатності робочого елемента робототехнічної системи за певний експлуатаційний період T відповідатиме нерівність

$$\tilde{F}(t) > \tilde{R}(t).$$

За відомими характеристиками випадкових функцій $\tilde{F}(t)$ і $\tilde{R}(t)$ – математичними очікуваннями $m_F(t)$, $m_R(t)$ і кореляційними функціями $K_F(t_1, t_2)$, $K_R(t_1, t_2)$, можна визначити характеристики випадкової функції запасу міцності $\tilde{S}(t)$.

Якщо узагальнена міцність елемента системи є випадковою сталою величиною $\tilde{R}(t) = \tilde{R}$, то запас міцності буде

$$\tilde{S}(t) = \frac{d\tilde{R}}{dt} - \frac{d\tilde{F}(t)}{dt} = -\dot{\tilde{F}}(t),$$

При цьому інтенсивність втрати працездатності визначиться виразом

$$\bar{U}^{-}(0) = -p_S(0) \int_{\infty}^0 \dot{F} \cdot p_{\dot{F}}(\dot{F}) d\dot{F},$$

де $p_S(0)$ і $p_{\dot{S}}(\dot{S})$ – щільності імовірностей функції запасу міцності і її похідні за часом.

В результаті функція працездатності робочого елемента матиме вигляд

$$P(T) = [1 - H_S(0|R)] \exp \left[- \int_{\infty}^0 \bar{U}(0) dt \right],$$

де $H_S(0|R)$ – умовна імовірність втрати працездатності робочого елемента робототехнічної системи при $t = 0$.

Для багатоелементної системи із m складових частин в першому наближенні можна записати

$$H(t|R) \approx \sum_{k=1}^m \int_0^t \exp \left[- \frac{(\bar{r}_k - \bar{f}_k)^2}{2\sigma_{fk}^2} \right] \frac{\omega_k}{2\pi} d\tau,$$

а повна імовірність втрати працездатності буде

$$H(t) \approx \sum_{k=1}^m \int_0^t \frac{\sigma_{fk}}{\sqrt{\sigma_{rk}^2 + \sigma_{fk}^2}} \exp \left[- \frac{(\bar{r}_k - \bar{f}_k)^2}{2(\sigma_{rk}^2 + \sigma_{fk}^2)} \right] \frac{\omega_k}{2\pi} d\tau.$$

де $f_k(t)$, $r_k(t)$ – відповідно параметри узагальненого навантаження і міцності k -го елемента системи, які є процесами із відповідним математичним очікуванням $\bar{f}_k(t) \gg 0$, $\bar{r}_k(t) \gg 0$, дисперсією $\sigma_{fk}^2(t)$, $\sigma_{rk}^2(t)$, коли справедлива

нерівність $\frac{\sigma_{rk}^2 f_k + \sigma_{fk}^2 r_k}{\sigma_{rk} \sigma_{fk} \sqrt{\sigma_{rk}^2 \sigma_{fk}^2}} \gg 1$, а ефективна частота $\omega_k(t)$ є повільно

мінливою у порівнянні з функціями часу t .

Отримані залежності можна використати для аналізу працездатності робочих елементів робототехнічних систем як функції її складових частин.

Отже, дослідження взаємодії випадкових пікових значень параметрів перевантаження та міцнісних характеристик робочих елементів робототехнічної системи у вигляді функціональних залежностей узагальненого навантаження $\tilde{F}(t)$ і узагальненої міцності $\tilde{R}(t)$ від часу, дозволяють оцінити працездатність із врахуванням імовірнісних аспектів розподілу даних залежностей в умовах короткочасних перевантажень, що дозволяє збільшити робочий ресурс таких систем.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА АВТОМАТИКИ АПВ НААН
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



***ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***XII Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди
118-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора,
віцепрезидента УАСГН
КРАМАРОВА
Володимира Савовича
(1906-1987)***

«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

***20-21 лютого 2025 року
м. Київ***

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
NATIONAL UNIVERSITY OF LIFE AND ENVIRONMENTAL
SCIENCES OF UKRAINE
INSTITUTE OF MECHANICS AND AUTOMATICS OF
AGROINDUSTRIAL PRODUCTION OF THE NATIONAL
ACADEMY OF AGRARIAN SCIENCES OF UKRAINE STATE
BIOTECHNOLOGICAL UNIVERSITY



PROCEEDINGS

*XII International Scientific and Technical Conference dedicated
to the 118th anniversary of the birth of
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Vice President of the UAAS
KRAMAROV
Volodymyr Savovych
(1906-1987)*

«KRAMAROV'S READINGS»

*February 20-21, 2025
Kyiv*

УДК 631.17+62-52-631.3

Збірник тез доповідей XII Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 118-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 20-21 лют. 2025 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2025. 662 с.

Proceedings of the XII International Scientific and Technical Conference dedicated to the 118th anniversary of the birth of Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice President of the UAAS Kramarov Volodymyr Savovych (1906–1987), February 20–21, 2025, Kyiv / MES of Ukraine, National University of Life And Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv: Publishing center of NULES of Ukraine, 2025. 662 p.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів та студентів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок.

The Proceedings presents abstracts of reports of scientific and pedagogical workers, research staff, graduate students and students of the NULES of Ukraine, leading domestic and foreign higher educational institutions and scientific institutions, in which completed stages of development are considered.