

УДК 621.879.3

## **ОСОБЛИВОСТІ ЗНОШУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ШАРНІРІВ СТІЛИ ЕКСКАВАТОРА**

**С. Д. СИДОРЧУК-ШМІДТ**, аспірант  
*Поліський національний університет, м. Житомир*

Сучасні будівельні роботи неможливі без використання важкої техніки, серед якої особливе місце займають екскаватори. Однією з ключових складових конструкції екскаватора є стріла, що забезпечує виконання широкого спектру робіт у важкодоступних зонах. Шарніри, що з'єднують елементи стріли, зазнають інтенсивного зношування під впливом різних навантажень, що обумовлює необхідність їх регулярного моніторингу та модернізації. Дослідження цієї проблематики має велике значення для підвищення надійності та безпеки експлуатації машин, а також для зниження експлуатаційних витрат.

Як зазначено в роботі [1], конструктивні особливості та експлуатаційні умови впливають на процес зношування основних вузлів важких машин.

Аналіз опублікованих робіт з питань зношування шарнірних вузлів дозволяє виділити кілька основних напрямків досліджень:

- Конструктивні особливості шарнірів (Ряд досліджень присвячено вивченню впливу геометрії деталей, вибору матеріалів та застосуванню захисних покриттів на довговічність вузлів).

- Механізми зношування. (У літературі широко описані механізми абразивного, адгезійного та корозійного зношування, що впливають на деталі шарнірів. Праці дослідників дозволяють окреслити умови, за яких відбувається інтенсивне стирання контактних поверхонь).

- Методи діагностики і моніторингу. (Сучасні дослідження спрямовані на впровадження неінвазивних методів контролю стану шарнірних деталей: ультразвукова діагностика, вібромоніторинг, термографія та аналіз мастильних матеріалів дозволяють оперативно виявляти перші ознаки зносу.

- Чисельне моделювання. (Використання методу кінцевих елементів (МКЕ) дозволяє розрахувати розподіл напружень у деталях шарнірів та прогнозувати їх залишковий термін служби).

Таким чином, сучасні публікації свідчать про необхідність комплексного підходу до аналізу зношення деталей шарнірів для розробки ефективних заходів профілактики та ремонту.

Процеси зношування деталей шарнірів стріли екскаватора є багатофакторними й залежать від специфіки експлуатації. До основних механізмів зношування належать: абразивне зношування, адгезійне зношування, корозійне зношування

Абразивне зношування виникає через контакт деталей шарнірів із твердими частинками, що містяться у робочому середовищі. При русі екскаватора дрібні частинки піску, пилу та ґрунту проникають між контактними поверхнями, викликаючи мікроскладки і стирання металу. Особливу увагу слід приділяти контактним зонам, де навіть незначна нерівність поверхні може спричинити локальне підвищення тертя та інтенсивне зношення деталей, таких як втулки і шайби.

Адгезійне зношування пов'язане із виникненням міцних зчеплень між металевими деталями під впливом високих навантажень і температур. При тривалому контакті металів частинки матеріалу можуть "перекочуватися" з однієї деталі на іншу, що призводить до утворення нерівностей на поверхнях. Цей процес характерний для контактів між шпинделями та кріпильними елементами, коли відсутність достатньої мастильної плівки спричиняє прямий контакт металу з металом.

Корозійні процеси виникають у деталях шарнірів під впливом агресивних середовищ, таких як вода, волога, солі та інші хімічно активні речовини. Окислення металевих поверхонь, зокрема в місцях стику деталей, призводить

до утворення оксидних шарів, що змінюють механічні властивості матеріалу. Корозійне зношування є особливо актуальним для деталей, що не мають ефективного захисного покриття або піддаються впливу несприятливих погодних умов.

На основі аналізу експлуатаційних умов та досвіду застосування сучасних технологій було запропоновано низку заходів, спрямованих на зниження інтенсивності зношення окремих деталей шарнірів:

а) Оптимізація режимів роботи. Впровадження режимів роботи з менш інтенсивними піковими навантаженнями дозволяє зменшити вплив циклічних коливань на деталі шарнірів. Системи автоматичного контролю та моніторингу допомагають визначити оптимальні параметри роботи, що мінімізують механічні та термічні навантаження.

б) Використання сучасних мастильних матеріалів. Забезпечення належного стану мастильних систем є критичним для зменшення тертя між контактними деталями. Високоякісні мастила та системи автоматичного змащення забезпечують рівномірне розподілення мастильної плівки, що знижує ризик адгезійного та абразивного зношення.

в) Нанесення антикорозійних покриттів. Використання захисних покриттів на деталях шарнірів дозволяє зменшити вплив агресивних середовищ, що сприяють корозійному зношуванню. Інноваційні технології нанесення тонких захисних шарів забезпечують додатковий бар'єр між металевими поверхнями та агресивними речовинами.

г) Покращення технологій обробки поверхонь. Використання сучасних методів обробки дозволяє досягти високої гладкості контактних зон, що сприяє зниженню концентрації напружень і рівномірному розподілу навантаження. Це позитивно впливає на загальну довговічність деталей шарнірів.

д) Інтегровані системи моніторингу. Впровадження систем реального часу для контролю стану шарнірних вузлів дозволяє оперативно реагувати на перші ознаки зношення, що запобігає аварійним ситуаціям і знижує витрати на ремонт.

е) Чисельне моделювання для прогнозування зношення. Застосування методів кінцевих елементів дозволяє проводити детальний аналіз розподілу напружень і виявляти критичні зони, де зношення може відбуватися інтенсивніше. Це дає можливість планувати профілактичне обслуговування і своєчасно проводити модернізацію конструкції.

Ефективне управління зношенням окремих деталей шарнірів стріли екскаватора має велике практичне значення. Своєчасне виявлення дефектів, прогнозування залишкового терміну служби та оптимізація режимів роботи дозволяють знизити витрати на ремонт і профілактичне обслуговування. Інтеграція сучасних діагностичних систем сприяє підвищенню безпеки експлуатації машин і зменшенню ризиків аварійних ситуацій. Практичні результати досліджень можуть стати основою для розробки нових стандартів технічного обслуговування важкої техніки, що особливо актуально в умовах підвищених вимог до надійності та ефективності роботи.

Проведений аналіз особливостей зношення деталей шарнірів стріли екскаватора демонструє багатофакторність процесу деградації вузлових елементів. Основні механізми зношування – абразивне, адгезійне та корозійне – взаємодіють під впливом механічних, термічних та хімічних факторів, що створює додаткові вимоги до якості матеріалів і технологій виготовлення деталей. Вибір високоякісних матеріалів, застосування захисних покриттів, оптимізація геометрії контактних зон і впровадження сучасних методів діагностики дозволяють значно підвищити довговічність шарнірних деталей.

Систематичний підхід до моніторингу стану шарнірів, який включає використання ультразвукового контролю, вібромоніторингу, термографії та чисельного моделювання, забезпечує своєчасне виявлення первинних ознак зношення. Це дозволяє оптимізувати графіки технічного обслуговування і знизити ризик аварійних ситуацій під час експлуатації екскаваторів.

Подальші дослідження в напрямку аналізу зношення окремих деталей шарнірів сприятимуть розробці інноваційних методів діагностики і прогнозування, що в кінцевому підсумку забезпечить підвищення надійності важкої техніки. Практична реалізація запропонованих заходів дозволить зменшити експлуатаційні витрати, підвищити безпеку робіт і продовжити термін служби критичних вузлів машини.

### **Список використаних джерел**

1. Борак К. В. Комплексний підхід підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин : дис. ... д-ра. техн. наук : 05.05.11 / Поліський національний університет, м. Житомир. 2021. 380.

**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.

Proceeding 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.

## **ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:**

- Ткачук В. А.** – ректор НУБіП України, голова організаційного комітету;  
**Тонха О. Л.** – проректор з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП України, заступник голови організаційного комітету;  
**Ружило З. В.** – декан факультету конструювання та дизайну НУБіП України, заступник голови організаційного комітету;  
**Мельник В. І.** – доцент кафедри надійності техніки НУБіП України, секретар організаційного комітету;
- Члени організаційного комітету:**  
**Автухов А. К.** – завідувач кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка ДБУ;  
**Адамчук В. В.** – директор «ІМА АПВ НААН», академік НААН;  
**Альмейда А.** – професор Політехнічного університету Браганси (Португальська Республіка);  
**Аулін В. В.** – професор кафедри експлуатації та ремонту машин ЦНТУ;  
**Арак М.** – директор Тартуського технічного коледжу м. Тарту (Естонська Республіка);  
**Банний О. О.** – заступник декана факультету конструювання та дизайну НУБіП України;  
**Бєлоєв Х.** – радник ректора Університету «Ангел Кънчев» в м. Русе, академік Болгарської АН (Республіка Болгарія);  
**Борак К. В.** – заступник директора ЖАТФК;  
**Братішко В. В.** – декан МТФ НУБіП України;  
**Будяй О. В.** – директор ТОВ «Манн+Хуммель Фільтрейшн Текнолоджі Україна»;  
**Булгаков В. М.** – завідувач кафедри механіки НУБіП України, академік НААН;  
**Василенко М. О.** – завідувач відділу «ІМА АПВ НААН»;  
**Васильковський О. М.** – завідувач кафедри сільсько-господарського машинобудування ЦНТУ;  
**Войтюк Д. Г.** – професор кафедри сільськогосподарських машин та системотехніки ім. акад. П.М. Василенка НУБіП України, член-кореспондент НААН;  
**Герук С. М.** – завідувач кафедри агроінженерії ЖАТФК;  
**Джеонг Ілля** – Голова представництва в Україні «HYUNDAI XITESOLUTION» (Республіка Корея);  
**Домейка Р.** – декан відділення Агроінженірингу, Університету Вітаутаса Великого (Литовська Республіка);  
**Захарчук О. В.** – завідувач відділу ННЦ «ІАЕ», член-кореспондент НААН;  
**Іванишин В. В.** – ректор ЗВО «Подільський ДУ», академік НААН;  
**Ковалишин С. Й.** – декан факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій ЛНУП;  
**Коренко М.** – професор Інституту проєктування та інженерних технологій Словацького аграрного університету в м. Нітра (Словацька Республіка);

- Кувачов В. П.** – декан МТФ ТДАТУ імені Дмитра Моторного;
- Кульгавий В. Ф.** – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів»;
- Кюрчев С. В.** – ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного;
- Литовченко О. В.** – директор ВСП «Ніжинський ФК НУБіП України»;
- Ловейкін В. С.** – завідувач кафедри конструювання машин і обладнання НУБіП України;
- Лопатько К. Г.** – завідувач кафедри технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства НУБіП України;
- Лукач В. С.** – директор ВП «Ніжинський агротехнічний інститут» НУБіП України;
- Мельник В. І.** – провідний науковий співробітник відділу науково-технічної інформації НДЧ НУБіП України;
- Мельник В. І.** – професор кафедри оптимізації технологічних систем в рослинництві ДБУ;
- Надикто В. Т.** – професор ТДАТУ імені Дмитра Моторного, член-кореспондент НААН;
- Науменко О. А.** – професор кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка ДБУ;
- Новак Я.** – професор Університету природничих наук у Любліні (Республіка Польща);
- Новицький А. В.** – завідувач кафедри надійності техніки НУБіП України;
- Ольт Ю.** – професор Інженерного інституту Естонського університету наук про життя (Естонська Республіка);
- Паскуці С.** – професор Департаменту агроекологічних і територіальних наук (DISAAT) університету Альдо Моро в м. Барі (Італійська Республіка);
- Пилипака С. Ф.** – завідувач кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України;
- Полянський П. М.** – завідувач кафедри загальнотехнічних дисциплін МНАУ;
- Пона Лукреція** – науковий дослідник Національного інституту досліджень і розробок машин і установок для сільського господарства та харчової промисловості (Румунія);
- Продеус О. В.** – керівник відділу збуту Манн+Хуммель GmbH;
- Роговський І. Л.** – завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України;
- Ромасевич Ю. О.** – заступник декана факультету конструювання та дизайну НУБіП України;
- Ревенко Ю. І.** – доцент кафедри надійності техніки НУБіП України;
- Русінс А.** – директор Улброкського наукового центру Латвійського університету природничих наук і технологій (Латвійська Республіка);
- Саченко В. І.** – Голова Ради Асоціації «Укрмашибуд»;
- Савченко В. М.** – доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ПНУ;
- Сайчук О. В.** – директор ХДФПК імені В. І. Вернадського;
- Сиволапов О. В.** – директор ТОВ «Індустрія техногруп»;

**Тін Ю Чен** - голова китайського офісу філії університету в Лінї (Китайська Народна Республіка);

**Фіндура П.** – проректор Словацького аграрного університету в м. Нітра (Словацька Республіка).

**Шарибура А. О.** – завідувач кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. О. Семковича ЛНУП;

**Яковенко І. А.** – завідувач кафедри будівництва НУБіП України.