

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



**ЗБІРНИК  
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**

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

**«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»**

*22-23 лютого 2024 року  
м. Київ*

УДК 631.17+62-52-631.3

Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 117-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 22-23 лют. 2024 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2024. 505 с.

Proceedings of the XI International Scientific and Technical Conference dedicated to the 117th anniversary of the birth of Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice President of the UAAS Kramarov Volodymyr Savovych (1906–1987), February 22–23, 2024, Kyiv / MES of Ukraine, National University of Life And Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv: Publishing center of NULES of Ukraine, 2024. 505 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.

УДК 629.113

## НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ ДИЗЕЛІВ ТРАНСПОРТНОЇ І МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

**В. В. АУЛІН**, д-р. техн. наук, проф.,  
**А. А. ТИХИЙ**, канд. техн. наук, доц.,

**В. Ю. ЯЦЕНКО**, аспірант,

**В. М. ЧУМАК**, аспірант,

*Центральноукраїнський національний технічний університет,*

*E-mail: AulinVV@gmail.com*

Пусковий період двигуна пов'язаний з підвищеною інтенсивністю зношування підшипників ковзання колінчастого валу, яка залежить від тривалості не використання дизеля перед пуском, від температури трибоспряжень деталей вузла тертя і властивостей мастильного матеріалу. Пусковий період супроводжується змінами величин та форм зазорів.

Значне зношування при пуску дизеля обумовлено низкою причин. Після зупинки двигуна нагріта олива залишається в підшипниках у незначній кількості. Тертя в момент стругування валу тим більше, чим більша перерва між зупинкою та наступним пуском. Дуже істотно і абразивний вплив збережених і утворених при пуску продуктів зносу. При роботі підшипника в умовах тертя напіврідного або граничного змащення швидкість зношування залежить від фізико-механічних, структурних і триботехнічних характеристик поверхневих шарів спряжених поверхонь.

Перехід дизеля на форсований режим роботи може значно погіршити умови роботи підшипників. При експлуатації дизелів встановлено, що після збільшення частоти обертання колінчастого валу тиск подачі оливи в підшипники помітно знижується і тільки через деякий час починає повільно підвищуватися до величини, що відповідає швидкісному режиму роботи двигуна. Аналогічні явища спостерігаються у разі "рознесення" двигуна (внаслідок заїдання плунжерів паливних насосів та інших причин).

Робочий стан характеризується гідродинамічним режимом тертя, при якому мають місце механічні та корозійно-механічні види зношування, що

мають максимальну величину в зоні з мінімальною товщиною масляної плівки. Однак при навантаженнях, що перевищують робочий тиск на підшипник, нестачі оливи або її високої температури, підвищеної шорсткості шийки валу відбувається порушення гідродинамічної оливної плівки, і робота трибоспряження деталей проходить в умовах тертя при граничному змащенні, що приводить при короткочасному порушенні оливної плівки до підвищеного, а при тривалому – до задиру вкладишів. У тому випадку, коли підшипник працює переважно при рідинному змащуванні, умови його роботи визначаються безрозмірним коефіцієнтом навантаженості підшипника, при цьому швидкість зношування мінімальна.

Встановлено, що температура оливи на вході в дизель дуже впливає на всі показники роботи підшипника: у міру збільшення температури оливи зменшується товщина мастильного шару і зростають тиск в оливному шарі і температура на поверхні тертя вкладиша підшипника. Виявлено також інтенсивне розрідження оливи паливом, у результаті якого коефіцієнт кінематичної в'язкості знижується. При зменшенні вихідної в'язкості оливи до  $5 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с при 100 °С товщина шару в підшипниках знижується до величин, при яких не забезпечується тертя при рідинному змащенні.

Складність вирішення проблеми забезпечення заданої довговічності трибоспряження полягає в необхідності врахування взаємозалежних параметрів комплексу "технологія - підшипник колінчастого валу - експлуатація". Випадковий характер зміни технологічних та експлуатаційних факторів зумовлює складність оцінки параметрів матеріалу в процесі формування, неможливість у більшості випадків передбачити необхідні коригувальні впливи для уникнення їх відхилень, а також врахувати структурно-механічні зміни в поверхневому шарі матеріалу в процесі технічної експлуатації.

Особливість проблеми полягає в тому, що важливе не тільки факт досягнення заданого рівня параметрів матеріалу, але і те, в яких межах вони можуть змінюватися, не порушуючи несучої здатності матеріалу поверхневих шарів деталей трибоспряження, як вибирати оптимальні інтервали їх значень, щоб забезпечити задану довговічність відновлених деталей.

Важливою частиною вирішення цієї проблеми є розробка науково-практичного апарату, що дозволяє проектувати технологію відновлення та зміцнення шийок колінчастих валів, що забезпечує задану довговічність за прийнятною вартості.

Проблему забезпечення заданої довговічності колінчастих валів дизелів вирішували з урахуванням застосування системного аналізу. З позиції теорії управління колінчастий вал є у системі "технологія-підшипник колінчастого валу-експлуатація" об'єкт дослідження, до якого входять такі блоки: вхідні параметри; процеси у трибоспряжених деталях, та вихідні параметри. Вхідні параметри поділені на три категорії – технологічні, експлуатаційні та перешкоди. Такий поділ дозволяє в явному вигляді виділити вплив технологічних параметрів на елементи тертя системи. Вхідні експлуатаційні параметри системи утворюють блок, що характеризується за допомогою

параметрів руху та прикладених до трибоспряження деталей.

Найбільш важливим етапом при проектуванні технології зміцнення є розробка нових зносостійких композиційних матеріалів з урахуванням усіх процесів, що спостерігаються в трибосистемі. Найбільш перспективними композиціями для зміцнення поверхонь тертя деталей є мінеральні та органомінеральні матеріали.

Потім здійснюється вибір способу зміцнення шийок колінчастих валів. В даний час модифікування поверхонь тертя мінеральними та органомінеральними матеріалами здійснюється фрикційним методом або ультразвуковою обробкою. Для зміцнення шийок колінчастих валів найперспективнішим є фрикційний метод.

Оптимізація параметрів зміцнення шийок колінчастих валів здійснюється на підставі отриманих моделей впливу параметрів режиму обробки на механічні та триботехнічні властивості покриттів.

Завершальним етапом аналізу розробленого варіанту зміцнення шийок колінчастого валу є прогнозування його ресурсу, а також розрахунок вартості та визначення економічної ефективності.

Ефективність розробленої технології залежить від доцільності прийнятих рішень. Часто заходи щодо підвищення довговічності можуть і не вимагати суттєвих витрат, оскільки наука та практика підказують раціональні рішення. Аналіз різних варіантів досягнення раціонального рівня довговічності повинен виходити із умови отримання найбільшого сумарного економічного ефекту з урахуванням витрат на зміцнення деталі та подальшу експлуатацію обладнання.