

ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ШАРНІРІВ РОБОЧОГО ОБЛАДНАННЯ ЕКСКАВАТОРІВ

Сидорчук-Шмідт С.Д., аспірант

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна

Екскаватори – це складні багатофункціональні машини, що використовуються в будівництві, гірничій справі, сільському господарстві та інших галузях промисловості. Їх робоче обладнання, зокрема шарніри, зазнає великих навантажень і постійного зносу у процесі експлуатації. Забезпечення високої зносостійкості шарнірів є критично важливим для підвищення ефективності роботи, зниження витрат на ремонт та забезпечення безпеки операторів.

Шарніри, як елементи зчленувальних конструкцій, забезпечують обертання, згинання та інші рухи між деталями робочого обладнання. Їх робоче навантаження включає як статичні, так і динамічні компоненти, що спричиняють контактне тертя, механічну втому та інші види зносу. Основними механізмами зносу є [1, 2]:

Адгезійний та абразивний знос – виникають внаслідок безпосереднього контакту металевих поверхонь при переміщенні.

Втомний знос – викликаний повторюваними навантаженнями, що призводить до утворення мікротріщин та зменшення міцності матеріалу.

Хімічна та термічна корозія – вплив середовища експлуатації, яке може змінювати властивості металу та знижувати його стійкість до механічних навантажень.

Розуміння цих механізмів є основою для розробки нових конструктивних рішень та застосування інноваційних матеріалів, що мають підвищену зносостійкість.

Основним завданням є вибір матеріалів, здатних протистояти високим механічним навантаженням і агресивним умовам експлуатації. Сучасні дослідження демонструють, що застосування спеціальних сталей з високим вмістом легуючих елементів (Cr, Ni, Mo) забезпечує підвищення зносостійкості шарнірних елементів. Наприклад, леговані інструментальні сталі відзначаються високою твердістю та здатністю утримувати свою мікроструктуру навіть при високих температурах.

Ще одним важливим напрямком є застосування сучасних технологій поверхневої обробки, таких як:

- нітрування – дозволяє утворити на поверхні сталі шар твердих нітридів, що збільшує зносостійкість;
- хромування та нікелювання – методи, що забезпечують створення захисних покриттів із високою твердістю та корозійною стійкістю;
- плазмове напилення – застосовується для нанесення шарів композитних матеріалів, що покращують експлуатаційні характеристики шарнірів.

Ці технології не лише підвищують опірність до зносу, а й сприяють зниженню тертя між контактуючими поверхнями, що є важливим чинником для довговічності робочих елементів екскаваторів.

У світлі останніх досліджень, композитні матеріали, що поєднують в собі металеві та неметалеві компоненти, отримують все більше уваги. Завдяки використанню керамічних частинок або волокон у матриці, такі матеріали демонструють підвищену твердість, стійкість до високих температур та зменшення коефіцієнта тертя. Цей підхід дозволяє створювати шарніри з покращеними експлуатаційними характеристиками, що здатні витримувати екстремальні умови роботи.

Ефективність роботи шарнірів залежить не лише від матеріалознавчих характеристик, але й від умов експлуатації. Основними факторами, що впливають на зносостійкість, є:

- режим роботи машини – циклічність навантажень, режим роботи під час пікових навантажень та змін температурного режиму;

- навколишнє середовище – наявність пилу, вологи, агресивних хімічних речовин, що можуть спричиняти корозійне руйнування;
- робота з високими обертальними моментами – частота зміни напрямків руху, що призводить до втомних процесів і розвитку тріщин;

- недостатня змазка та неправильний вибір мастильних матеріалів – можуть призвести до утворення високих температур у місцях контакту та посилення зносу через тертя.

Систематичний моніторинг та аналіз цих факторів дозволяє вчасно проводити профілактичні заходи, що значно продовжують строк служби шарнірів.

Практичний досвід експлуатації екскаваторів показує, що застосування інтегрованих систем моніторингу та впровадження новітніх матеріалів дозволяє подовжити термін служби шарнірних елементів на 20–30 %. Наприклад, підприємства, що використовують системи онлайн моніторингу, виявили зниження аварійних ситуацій та зменшення часу простоїв обладнання завдяки оперативному реагуванню на початкові ознаки зносу.

Підвищення зносостійкості шарнірів робочого обладнання екскаваторів є комплексною задачею, що вимагає синергії між матеріалознавством, конструктивною оптимізацією та впровадженням сучасних діагностичних технологій. Ключовими факторами, що сприяють покращенню експлуатаційних характеристик шарнірів, є:

- використання високоякісних легованих сталей та композитних матеріалів;
- застосування сучасних технологій поверхневої обробки, таких як нітрування, хромування, плазмове напилення та ін.;
- інтеграція систем моніторингу стану обладнання та використання алгоритмів машинного навчання для прогнозування зносу;
- оптимізація конструктивних рішень із застосуванням модульних підходів та комбінованих шарнірних вузлів;
- систематичний контроль умов експлуатації, включаючи моніторинг температурних режимів, вібрацій та стану мастильних матеріалів.

Таким чином, комплексний підхід до розробки, вибору матеріалів і технологій обробки дозволяє суттєво підвищити надійність та довговічність шарнірів робочого обладнання екскаваторів. Це, в свою чергу, забезпечує економію ресурсів підприємства, зменшує кількість аварійних ситуацій і сприяє підвищенню загальної продуктивності техніки.

Зважаючи на важливість зносостійкості шарнірів для загальної надійності робочого обладнання екскаваторів, інтеграція інноваційних матеріалознавчих рішень і сучасних технологій контролю є невід'ємною складовою стратегії модернізації техніки. Ретельний аналіз експлуатаційних умов, своєчасне впровадження новітніх діагностичних засобів і систем моніторингу дозволяють досягти оптимального балансу між надійністю, економічною ефективністю та безпекою.

Таким чином, сучасні дослідження та практичні розробки у сфері підвищення зносостійкості шарнірів відкривають нові перспективи для інноваційних рішень у важкій техніці. Інтеграція передових матеріалів, оптимізація конструктивних елементів та використання сучасних методів моніторингу створюють умови для стабільної роботи екскаваторів, що є важливим чинником у забезпеченні конкурентоспроможності підприємств на ринку.

Список використаних джерел.

1. Аулін В. В. Трибофізичні основи підвищення зносостійкості деталей та робочих органів сільськогосподарської техніки : дис. ... д-ра техн. наук : 05.02.04 / Хмельниц. нац. ун-т. Хмельницький, 2015. 447 с.

2. 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.

Науковий керівник: Борак К.В., д.т.н., проф.