Груник Іван Степанович. Удосконалення системи змащення моторно-осьових підшипників локомотивів шляхом використання електричного поля.- Дисертація канд. техн. наук: 05.22.07, Держ. п-во "Держ. н.-д. центр залізн. трансп. України" . - К., 2013.- 210 с.

Міністерство освіти і науки України

Українська державна академія залізничного транспорту

На правах рукопису

ГРУНИК ІВАН СТЕПАНОВИЧ

УДК 629.4:621.89

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЗМАЩЕННЯ МОТОРНО-ОСЬОВИХ

ПІДШИПНИКІВ ЛОКОМОТИВІВ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ

ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ

Спеціальність 05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Науковий керівник

Воронін Сергій Володимирович кандидат технічних наук,

доцент

Харків - 2013

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів 4

Вступ 6

локомотивів 13

1.1 Аналіз конструкцій систем змащення МОП 13

1.2 Способи підвищення ресурсу МОП 22

1 Аналітичний огляд шляхів удосконалення систем змащення МОП

1.3 Вплив електростатичного поля на процес змащення МОП 30

Висновки до розділу 1 35

2 Теоретичні дослідження систем змащення та ресурсу МОП в

умовах електростатичної обробки осьових олив з присадкою 38

2.1 Характер зношування та ресурс МОП з урахуванням 38 режимів змащування у підшипнику

електростатичного оброблення осьової оливи, що містить присадку

2.3 Модель для визначення ресурсу МОП з урахуванням 43

змащувальної здатності осьової оливи 49

2.2 Формування змащувального шару в МОП в умовах

2.4 Модель для визначення подачі осьової оливи в МОП

локомотива ВЛ11М з урахуванням адсорбційних явищ на поверхнях

деталей 60

Висновки до розділу 2 68

3 Стендові випробування фізичної моделі МОП із удосконаленою

системою змащення 71

3.1 Дослідження впливу напруженості зовнішнього

електростатичного поля та концентрації присадки в осьовій оливі на

процес тертя в МОП 71

3.2 Дослідження ресурсу МОП в умовах циркуляційного

змащення та електростатичної обробки осьової оливи 89

Висновки до розділу 3 97

4 Практичні рекомендації. Економічна ефективність впровадження

результатів досліджень 99

4.1 Практичні рекомендації з модернізації систем змащення

МОП з постійним рівнем 99

4.2 Розрахунок економічної ефективності впровадження

результатів дослідження 105

Висновки до розділу 4 117

Основні результати і висновки 118

Список використаних джерел 121

Додаток А. Розрахунок робочих навантажень в МОП 132

Додаток Б. Розрахунок ресурсу МОП за теоретичною моделлю 137

Додаток В. Розрахунок ресурсу МОП за даними експерименту 141

Додаток Г. Креслення фізичної моделі МОП 143

Додаток Д. Креслення модернізованого вкладишу МОП 144

Додаток Е. Акти впровадження 145

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ І ВИСНОВКИ

1. Існуючі системи змащення МОП локомотивів мають ряд недоліків, що обмежують їх ресурс, а саме: недостатню подачу осьової оливи до підшипника та відсутність у ній протизношувальних присадок. Такі недоліки можливо усунути шляхом удосконалення системи змащення, яке полягає у організації примусової циркуляції осьової оливи, введенні в оливу протизношувальних присадок та використанні технології електростатичної обробки оливи, спрямованої на активізацію дії присадки.
2. При розробці заходів з удосконалення системи змащення МОП розроблена схема фізичних процесів, що описують вплив електростатичної обробки осьової оливи, що містить протизношувальну присадку, на механізм руйнування агрегатів присадки та формування змащувального шару на поверхнях тертя МОП. Згідно розробленої схеми, використання електростатичної обробки оливи, безпосередньо перед її подачею в зону тертя, дозволить створити на його поверхнях граничний змащувальний шар молекулярної кристалічної будови. Такий шар має підвищену товщину та несучу здатність, він зменшує тертя і знос та підвищує ресурс МОП.
3. В процесі досліджень розроблена математична модель для визначення ресурсу МОП з урахуванням властивостей граничного змащувального шару на поверхнях деталей. При розрахунках ресурсу МОП, проведених за цією моделлю, отримане зменшення коефіцієнту тертя в підшипнику до 2 разів та збільшення його ресурсу до 3 разів за наявності на поверхнях вкладиша і вісі кристалічного граничного змащувального шару.
4. Теоретичними дослідженнями встановлена закономірність збільшення ресурсу МОП локомотивів при комплексному удосконаленні систем змащення. Встановлено, що при використанні електростатичної обробки осьової оливи у поєднанні із введенням протизношувальної присадки ресурс вкладиша МОП під дією робочих навантажень змінюється, в залежності від товщини граничного шару, з 20,9 годин для сухого тертя до 2833 годин для варіанту тертя при товщині граничного шару 0,5 мкм.

Отримана закономірність дозволяє проводити прогнозні розрахунки ресурсу МОП, однак потребує уточнення, оскільки не враховує зміни механічних властивостей граничного шару за його товщиною та впливу на тертя в підшипнику швидкості руху локомотива і температури оливи. Це потребувало проведення стендових випробувань МОП для уточнення впливу зазначених параметрів на ресурс МОП.

1. При проведенні досліджень впливу циркуляції осьової оливи із присадкою крізь підшипник отримана математична модель для визначення потрібної подачі оливи з урахуванням концентрації присадки, товщини граничного змащувального шару на поверхнях деталей, діаметрального зазору та швидкості руху локомотива. Встановлено, що при зміні швидкості руху локомотива від 10 км/год до 90 км/год потрібна подача дорівнює 0, 04…0,18 л/хв при максимально допустимому діаметральному зазорі.
2. Експериментальні дослідження фізичної моделі МОП локомотива ВЛ11М дозволили встановити закономірність впливу напруженості електростатичного поля та концентрації присадки в оливі на коефіцієнт тертя

, який, згідно теоретичних досліджень, суттєво впливає на ресурс підшипника. У результаті досліджень визначені раціональні параметри електростатичного поля та концентрації присадки, при яких досягається мінімум коефіцієнту тертя. Раціональні значення цих параметрів знаходяться в межах (0,7…0,8)×106 В/м для напруженості поля та 0,3…0,4 % для концентрації присадки. Такі дані дозволяють провести комплексне удосконалення системи змащення МОП.

1. За результатами стендових випробувань МОП отримана залежність для оцінки впливу швидкості руху локомотива та температури осьової оливи на ресурс вкладиша в умовах запровадження комплексної модернізації системи змащення. Отримана закономірність дозволила уточнити теоретичну модель для визначення ресурсу МОП з урахуванням реальних умов роботи. Згідно такої моделі встановлені значення ресурсу МОП в діапазоні швидкостей локомотива 10…40 км/год, при якому підшипники працюють в режимі граничного змащення. Визначена найнебезпечніша швидкість локомотива (близько 30 км/год) та температура оливи, при яких ресурс вкладиша знаходиться на мінімальному рівні.
2. За результатами теоретичних та експериментальних досліджень розроблені заходи з комплексного удосконалення МОП, виконане обгрунтування параметрів пристрою для електростатичної обробки олив, а також проведений розрахунок економічної ефективності впровадження удосконаленої системи. Згідно розрахунків економічний ефект від впровадження складає 51 тис. грн. на один локомотив ВЛ11М за рік.