

УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

на правах рукопису

Афанасов Георгій Михайлович

УДК 621.45.04

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МАСЛЯНОЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОВОЗУ
ВСТАНОВЛЕННЯМ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ОБРОБКИ МОТОРНИХ ОЛИВ
ЕЛЕКТРОСТАТИЧНИМ ПОЛЕМ

Спеціальність 05.22.07 – рухомий склад залізниць та тяга поїздів

Дисертація на здобуття ступеня
кандидата технічних наук

Науковий керівник
Лісіков Євген Миколайович
доктор технічних наук
професор

Харків – 2010

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	12
1.1. Призначення масляної системи та її види, що використовуються у тепловозах	12
1.2. Ефективність функціонування в експлуатації масляної системи тепловоза та вузлів, на які вона впливає	18
1.3. Аналіз робіт з підвищення ефективності масляної системи з метою покращення експлуатаційних характеристик моторних олив	21
1.4. Висновки	35
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ТЕПЛОВОЗНИХ ДИЗЕЛІВ В УМОВАХ ОБРОБКИ МОТОРНОЇ ОЛИВИ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНИМ ПОЛЕМ	37
2.1. Визначення контактного тиску, що виникає у парах тертя кривошипно-шатунного механізму тепловозних дизелів	38
2.2. Вплив товщини змащувальної плівки на інтенсивність зношування деталей кривошипно-шатунного механізму тепловозних дизелів	44
2.3. Фізико-математична модель енергетичної оцінки взаємодії молекул присадки в умовах дії на них поля поверхонь тертя	49
2.4. Визначення мінімальної несучої здатності граничної змащувальної плівки, сформованої молекулами присадки для випадку відсутності деформації молекул	59
2.5. Висновки	63
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ ЗНОШУВАННЯ ПАР ТЕРТЯ ТЕПЛОВОЗНИХ ДИЗЕЛІВ	65

3.1. Визначення товщини змащувальної плівки, сформованої молекулами присадки на поверхнях тертя деталей кривошипно-шатунного механізму в умовах обробки моторної оливи електростатичним полем	66
3.2. Експериментальні дослідження швидкості зношування пари тертя «шийка колінчастого вала – вкладиш»	78
3.3. Експериментальні дослідження швидкості зношування пари тертя «поршневе кільце – гільза циліндрів»	95
3.4. Висновки	98
РОЗДІЛ 4. ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ОБРОБКИ МОТОРНОЇ ОЛИВИ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНИМ ПОЛЕМ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ТЕПЛОВИЗНИХ ДИЗЕЛІВ	100
4.1. Визначення техніко-економічних параметрів пристрою для обробки моторних олив електростатичним полем	101
4.2. Висновки	107
РОЗДІЛ 5. ПРОГНОЗУВАННЯ РЕСУРСУ ТЕПЛОВИЗНИХ ДИЗЕЛІВ ШЛЯХОМ ОБРОБКИ МОТОРНИХ ОЛИВ ЕЛЕКТРОСТАТИЧНИМ ПОЛЕМ	109
5.1. Модель прогнозування ресурсу дизелів при встановленні пристрою для обробки моторних олив електростатичним полем у масляну систему тепловоза	109
5.2. Оцінка економічної ефективності встановлення пристрою для обробки моторних олив електростатичним полем у масляну систему	117
5.3 Висновки	124
ВИСНОВКИ	125
ДОДАТКИ	128
Додаток А. Результати математичної обробки експериментальних даних товщини змащувальної плівки при	

випробуваннях на модернізованій стопі О.С. Ахматова	129
Додаток Б. Результати математичної обробки експериментальних даних зносу, що були отримані при випробуваннях на машині тертя СМЦ-2	131
Додаток В. Результати математичної обробки експериментальних даних зносу, що були отримані при випробуваннях на машині тертя МТЗПР	137
Додаток Г. Акти	138
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	141

ВСТУП

Актуальність теми

Функціональні порушення в роботі тепловозів, обумовлені зносом найбільш навантажених елементів, насамперед їх дизелів, які викликають тривалі простої тепловозів в ремонті, ускладнюють експлуатацію і технічне обслуговування тепловозів.

Деталі тепловозних дизелів внутрішнього згоряння працюють в жорстких умовах навантажень, які циклічно повторюються, у наслідок періодичних дій сил газів і сил інерції мас. Ці навантаження, в першу чергу, негативно впливають на знос деталей кривошипно-шатунного механізму, до яких відносяться поршень, поршневі кільця, пальці, шийки і вкладиші колінчастого вала.

Основною системою тепловозу, яка головним чином призначена для забезпечення зменшення зносу вузлів тертя тепловозних дизелів та підвищення їх ресурсу, є масляна система. Тому підвищення її ефективності є актуальним завданням.

Відомо багато робіт, присвячених підвищенню ефективності масляної системи тепловоза. Найбільш перспективним способом є поліпшення експлуатаційних характеристик змащувальних олив, які використовуються в масляній системі тепловоза. Одним з таких методів є встановлення в масляну систему пристрою для обробки моторних олив електростатичним полем.

Під впливом електростатичного поля на моторну оливу відбуваються такі явища:

- змінюється надмолекулярна структура молекул присадок, яка сприяє ефективному формуванню змащувальної плівки на поверхнях тертя;
- як наслідок, збільшується товщина та несуча здатність змащувальної плівки;
- на продуктах зносу інтенсифікується процес адсорбції молекул присадок і останні покривають їх оболонкою;

- продукти зносу, покриті оболонкою молекул присадок, заповнюють мікронерівності поверхонь тертя і, як наслідок, питомі навантаження зменшуються і тому підвищується ресурс кривошипно-шатунного механізму тепловозних дизелів.

Таке вирішення задачі не призводить до значних економічних витрат на експлуатацію тепловозів, а ефективність їх, згідно з відомостями, які наведені в літературі, не менше, а в деяких випадках більше вже існуючих методів і способів поліпшення експлуатаційних властивостей моторних олів, які використовуються в масляних системах тепловозів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами

Дисертаційна робота відповідає програмі "Підвищення надійності і довговічності машин і конструкцій", яка затверджена в постанові Верховної Ради України №2750 від 16.10.92 з подальшими доповненнями і згідно з Концепцією і Програмою розвитку і модернізації залізничного транспорту України, затвердженими постановою Кабінету Міністрів України №651 від 27.12.2006; науковому напрямку Української державної академії залізничного транспорту, науково - дослідній роботі на тему «Розробка енергозберігаючої технології використання рідких мастильних матеріалів на залізничному транспорті» (№ДР 0107U000339).

Мета і завдання досліджень

Метою даної роботи є вирішення науково-практичної задачі підвищення ефективності масляної системи тепловозу встановленням пристрою для обробки моторних олів електростатичним полем.

Для досягнення вказаної мети необхідно вирішити такі завдання:

- Виконати аналіз роботи масляної системи і вузлів, які залежать від її роботи, в експлуатації та розробити спосіб підвищення ефективності її функціонування.

- Провести аналіз науково-дослідних робіт в області дії силових полів на експлуатаційні властивості моторних олів, при встановленні в масляну систему тепловозу пристрою для їх обробки електростатичним полем, та

встановити головні параметри цих властивостей, що визначають ресурс тепловозних дизелів.

- Визначити залежність між інтенсивністю зношування поверхонь тертя кривошипно-шатунного механізму тепловозних дизелів та товщиною змащувального шару моторної оливи, обробленої та не обробленої електростатичним полем.

- Розробити модель, яка дозволяє встановити енергетичну оцінку взаємодії молекул присадок в моторних оливах в умовах дії на них силового поля поверхні тертя.

- Встановити закономірності зношування основних пар тертя тепловозних дизелів в умовах використання в масляній системі тепловозу пристрою для обробки моторних олив електростатичним полем.

- Визначити технічні параметри пристрою для обробки моторних олив тепловозних дизелів електростатичним полем, при яких спостерігається найбільша ефективність масляної системи, та розробити конструктивні рекомендації щодо зміни масляної системи тепловозу 2ТЕ116.

- Виконати прогноз ресурсу тепловозних дизелів при удосконаленні масляної системи тепловозу.

- Оцінити економічну ефективність встановлення пристрою для обробки моторних олив тепловозних дизелів електростатичним полем в масляній системі тепловозу 2ТЕ116.

Об'єкт досліджень – процес впливу обробки моторних олив електростатичним полем на ефективність масляної системи тепловозу.

Предмет досліджень – масляна система тепловозу, яка удосконалена пристроєм для обробки моторних олив електростатичним полем.

Методи досліджень – дослідження впливу обробки моторних олив електростатичним полем на ресурс тепловозних дизелів проводилися на базі теорії надійності, математичної статистики, методу системного аналізу, сучасних положень фізики, триботехніки, механіки.

При проведенні експериментальних досліджень використовувалися методи математичної статистики основ теорії планування і обробки експериментальних даних.

стики основ теорії планування і обробки експериментальних даних.

Наукова новизна одержаних результатів

1. Вперше доведено доцільність використання пристрою для обробки моторної оливи електростатичним полем в масляній системі тепловозу, що дозволяє підвищити ефективність її роботи та загальний позитивний вплив на основні функції призначення масляної системи.

2. Встановлена аналітична залежність інтенсивності зношування поверхонь тертя кривошипно-шатунного механізму та товщини змащувальної плівки, утвореної молекулами присадки оброблених та необроблених моторних олив у масляній системі тепловозу електростатичним полем.

3. Вперше розроблена фізико-математична модель енергетичної оцінки взаємодії молекул присадок моторних олив в умовах дії на них силового поля поверхонь тертя, що дозволяє визначити зовнішнє навантаження, при якому спостерігається максимальний ефект підвищення ресурсу вузлів тертя тепловозних дизелів.

4. Вперше на основі лабораторних випробувань отримані емпіричні залежності:

- зміни товщини адсорбованої плівки від напруги, що подається на пристрій для обробки моторних олив електростатичним полем, в умовах обробки моторних олив електростатичним полем;

- зменшення швидкості зношування елементів пар тертя «шийка колінчастого вала-вкладиш підшипника» контактного навантаження, напруги, що подається на пристрій для обробки моторних олив електростатичним полем, та частоти обертів колінчастого вала в умовах обробки моторних олив електростатичним полем.

Практична цінність одержаних результатів

1. Розроблений пристрій для обробки моторних оливо електростатичним полем та конструктивні рекомендації щодо зміни в масляній системі тепловозу 2TE116 використано в локомотивному депо Лозова Південної залізниці при модернізації тепловозу 2TE116. Удосконалення масляної системи тепловозу встановленням пристрою для обробки моторних оливо електростатичним полем дозволяє підвищити ресурс деталей тепловозних дизелів.

2. Розроблено стенд для обробки моторних оливо електростатичним полем з метою проведення лабораторних досліджень швидкості зношування елементів пар тертя тепловозних дизелів, який використовується в галузевій лабораторії хімотології Укрзалізниці при УкрДАЗТ.

3. Розроблений спосіб підвищення ефективності масляної системи тепловозу та модель прогнозування ресурсу тепловозних дизелів використовуються в навчальному процесі УкрДАЗТ та ІППК при УкрДАЗТ при вивченні дисциплін "Ресурсозбереження на залізничному транспорті", "Засоби підвищення надійності машин і економії нафтопродуктів", "Основи надійності та експлуатаційні матеріали для БКВРМ", "Експлуатація та ремонт будівельних, колійних та вантажно-розвантажувальних машин".

4. Результати досліджень можуть бути використані для удосконалення будь - яких змащувальних систем з метою підвищення ресурсу двигунів.

5. Економічний ефект від використання результатів досліджень складає 41201 грн на один локомотив.

Результати роботи підтверджуються відповідними актами та матеріалами впровадження.

Особистий внесок здобувача

В роботах, опублікованих із співавторами, особисто претендентом були отримані наступні розробки і наукові результати, представлені до захисту: розроблений механізм взаємодії молекул присадок, при якому можливо провести енергетичну оцінку їх взаємодії між собою [45], розроблена методика і проведені експериментальні дослідження

механізму зношування кривошипно-шатунного механізму тепловозних дизелів при обробці моторних олив електростатичним полем [49], визначена мінімальна несуча здатність граничної змащувальної плівки, сформованої поверхнево-активними речовинами на поверхнях тертя тепловозних дизелів [121], визначені раціональні режими обробки моторних олив тепловозних дизелів, при яких спостерігається найбільший ефект підвищення ресурсу кривошипно-шатунного механізму [46].

Апробація результатів дисертації.

Результати роботи доповідалися і обговорювалися:

- на 67–70-х міжнародних науково-технічних конференціях кафедр Української державної академії залізничного транспорту і фахівців залізничного транспорту і підприємств (м. Харків, 2005–2008);

- на міжнародній науково-технічній конференції "Rusnauka: наука и инновации" (м. Дніпропетровськ, 2007).

Повністю результати дисертаційної роботи доповідалися в Українській державній академії залізничного транспорту за участю членів спеціалізованої вченої ради та в Національному технічному університеті "Харківський політехнічний інститут".

Публікації. За результатами дисертації опубліковано 4 наукові роботи в спеціалізованих виданнях, затверджених ВАК України, як фахові.

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, п'яти розділів, основних результатів і висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг роботи складає 156 сторінок, зокрема 127 сторінок основного тексту, 23 таблиць і 43 рисунки за текстом, список використаних джерел на 18 сторінках, який містить 126 найменувань, і 4 додатків на 13 сторінках.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. А.с. 1265384 СССР: МКИ⁴ F 01 M 9/02. Устройство для подачи присадки в систему смазки двигателя внутреннего сгорания: / Б. В. Нилов (СССР).
2. Альтшулер М.А. Дозоване введення присадок для поліпшення протиспрацьовувальних властивостей моторних мастил та робочих рідин / М.А. Альтшулер, Є.С. Венцель, А.В. Євтушенко // Залізничний транспорт України. – 1998. – № 4 – 5. – С. 36–39.
3. Альтшулер М.А. Кинетическое исследование и прогнозирование срабатываемости щелочных свойств моторных масел / М.А. Альтшулер, А.Б. Виппер, А.С. Журба // Химия и технология топлив и масел. – 1980. – № 10. – С. 27–29.
4. Альтшулер М.А. О влиянии диффузии на срабатываемость присадок / М.А. Альтшулер, С.И. Горбенко // Нефтепереработка и нефтехимия. – 1975. – № 18. – С. 77–80.
5. Альтшулер М.А. О дозированном вводе присадок в смазочные масла / М.А. Альтшулер, С.И. Горбенко // Нефтепереработка и нефтехимия. – 1973. - № 5. – С. 164–167.
6. Аниканов С.Г. Оптимизация параметров установки для очистки рабочих жидкостей в условиях эксплуатации строительных машин: дис. ... кандидата техн. наук. – Л., 1980. – 201 с.
7. Арабян С.Г. Масла и присадки для тракторных и комбайновых двигателей / Арабян С. Г., Виппер А. Б., Холмонов И. А. – М.: Машиностроение, 1984. – 208 с. – Библиогр.: С. 203–205.
8. Асеев Н.В. Повышение износостойкости тепловозных и других двигателей внутреннего сгорания путем ультразвуковой обработки смазочного масла: автореф. дис. ... кандидата техн. наук. – Харьков, 1969. – 21 с.
9. Ахматов А.С. Молекулярная физика граничного трения. – М.: Физматгиз, 1963. – 471 с. – Библиогр.: С. 448–458.

10. Барамбойм Н.К. Механохимия высокомолекулярных соединений. – М.: Химия, 1978. – 288 с.

11. Беленький А.Д. Эксплуатация тепловозов в различных климатических условиях. – М.: Транспорт, 1971. – 120 с. – Библиогр.: С. 115–117.

12. Бондар Б.Є. Теорія та конструкція локомотивів. Допоміжні системи та устаткування: підручник [для студ. вищ. навч. закл. залізничного транспорту] / Бондар Б.Є., Нечаєв Є. Г., Бобир Д. В. ; під ред. д-ра техн. наук, проф. Б.Є. Бондара. – Д. : ПП «Ліра ЛТД», 2008. – 372 с.

13. Бутько Т.В. Совершенствование методов расчета параметров системы технического содержания локомотивов: дис. ... доктора техн. наук: 05.22.07; Защищена 27.11.1996; Утв.15.05.1997. – Харьков, 1996. – 352 с.: ил.

14. Венцель Е.С. Дозированный ввод присадки “Ионол” с целью повышения сроков службы масел для гидроприводов / Е. С. Венцель, Г. Ф. Ливада, М. А. Альтшулер // Вестник машиностроения. – 1988. – № 2. – С. 38–40.

15. Венцель Е.С. Исследование гидродинамического диспергирования механических примесей и влияние его на эксплуатационные свойства масел в двигателях внутреннего сгорания: дис. ... кандидата техн. наук: Защищена 08.06.1973; Утв.16.12.1973. – Харьков, 1973. – 138 с.: ил.

16. Венцель Є.С. Підвищення зносостійкості моторно-осьових підшипників локомотивів дозованим введенням присадки / Є.С. Венцель, О.В. Суранов, Ю.Л. Ковальчук // Зб. наук праць «Удосконалення будівельних, колійних та перевантажувальних машин». – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – Вип.88. – С. 338–242.

17. Венцель Е.С. Повышение износостойкости трибосопряжений гидродинамическим диспергированием масел: дис. ... доктора техн. наук.: 05.02.04; Защищена 25.10.1991; Утв.24.01.1992. – Харьков, 1991. – 397 с.: ил.

18. Венцель Е.С. Улучшение качества и повышение сроков службы нефтяных масел / Венцель Е.С., Жалкин С.Г., Данько Н.И.. – Х.: УкрДАЗТ, 2003. – 168 с. – Библиогр.: С. 160–168.

19. Венцель Е. С. Улучшение противоизносных свойств осевого масла для моторно-осевых подшипников локомотивов / Е.С. Венцель, Ю.Л. Ковальчук // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2007. – № 5. – С. 58–63.

20. Венцель С.В. Применение смазочных масел в двигателях внутреннего сгорания / Венцель С. В. – М.: Химия. 1979. – 240 с. – Библиогр.: С. 231–240.

21. Венцель С.В. Смазка и долговечность двигателей внутреннего сгорания / Венцель С. В. – Киев: Техника. 1977. – 208 с. – Библиогр.: С. 201–208.

22. Гаркунов Д.Н. Триботехника / Гаркунов Д.Н. - М.: Машиностроение, 1989. – 328 с. – Библиогр.: С. 321–328.

23. Гельцер А.К. Исследование процесса очистки гидросистем при изготовлении экскаваторов: дис. ... канд. техн. наук. – Л., 1975. – 179 с.

24. Горбань В.Г. Забезпечення ресурсозбереження тепловозних дизелів активацією змашувальних олиф: дис. ...канд. Техн. наук. – Х., 2007. -160 с.

25. Григорьев М. А. Качество моторного масла и надежность двигателей / Григорьев М. А., Бунаков Б. М., Долецкий В. А. – М.: Изд. стандартов, 1981. – 232 с.

26. Данько М.І. Наукові основи ресурсозберігаючих технологій при організації вантажних залізничних перевезень: дис. ... докт. техн. наук. – Харків, 2005. – 553 с.

27. Двигатели внутреннего сгорания (тепловозные дизели и газотурбинные установки); учебник / [Симсон А. Э., Хомич А. З., Куриц А. А. и др.] – М., Транспорт, 1980. – 384 с.

28. Дейнега Ю.Ф. Пластичные смазки / Дейнега Ю. Ф., Ковчагин Н. Я.. – Киев, Наукова думка, 1975. – С. 94–97.
29. Демкин Н.Б. Фактическая площадь касания твердых поверхностей / Демкин Н. Б. – М.: Издательство АН СССР, 1962. – 113 с.
30. Духин С.С. Электроповерхностные явления и электрофильтрация / Духин С.С., Экстрела-Льонис В.Р., Жолновский Э.Г.. – Киев: Наукова думка, 1985. – 288 с.
31. Духин С.С. Электрофорез / Духин С.С., Дерягин В.В. – М.: Наука, 1979. – 392 с.
32. Заславский Ю.С. Трибология смазочных материалов / Заславский Ю. С. – Химия, 1991. – 240 с.
33. Зорин В.Д. Основы долговечности строительных и дорожных машин / Зорин В.Д. – М.: 1986. – 215 с. – Библиогр.: С. 207–215.
34. Инструкция по использованию смазочных материалов на тяговом подвижном составе железных дорог Украины. ЦТ-0060. – Киев, 2003.
35. Исиков Е. И. Экономика, организация и планирование локомотивного хозяйства / [Исиков Е. И., Маслакова С. С., Митрофанова А. Н. и др.]; под ред. С. С. Маслаковой. – М.: Транспорт, 1983. – 359 с.
36. Исследование смазывающих свойств гидравлических масел при дозированном вводе в них ионола / Л.Н. Альбощая, М.А. Альтшулер, З.С. Апосталюк [и др.] // Трение и износ. – 1986. – т. 7, № 3. – С. 560–563.
37. Киселев М.М. Топливо смазочные материалы для строительных и дорожных машин / Киселев М.М. – М.: Стройиздат, 1988. – 270 с. – Библиогр.: С. 256–260.
38. Конструкция и динамика тепловозов. / [Иванов В.Н., Иванов В.В., Панов Н.И., Третьяков А.П.] : Транспорт, 1968.
39. Косолапов В.Б. Повышение эксплуатационной надежности гидроприводов строительных и дорожных машин при воздействии внешнего электрического поля на рабочую жидкость: дис. ... канд. техн. наук. – Харьков, 1995. – 212 с.

40. Костецкий Б.И. Трение, смазка и износ в машинах / Костецкий Б. И. – К.: Техника, 1977. – 396 с. – Библиогр.: С. 390–396.

41. Крагельский И.В. Трение и износ / Крагельский И. В. – М.: Машгиз, 1962. – 382 с. – Библиогр.: С. 375–382.

42. Кривченко В.Г. Исследование зависимости эффективности очистки гидравлического масла АМГ - 10 в электроочистителе от параметров изоляционного покрытия электродов / В.Г. Кривченко, С.В. Чирков, В.И. Казанец // Исследование эксплуатационных свойств авиаГСМ и спецжидкостей: Сб. научн. трудов. – Киев: КИИГА, 1987. – С. 30–35.

43. Кулиев А.М. О рациональном использовании присадок к маслам / А.М. Кулиев, Ф.Т. Сулейманов, В.Е. Башаев // Присадки к маслам: Сб. научн. трудов. – М.: Химия, 1965. – С. 265–272.

44. Лашхи В.Л. Коллоидная химия смазочных масел / В.Л. Лашхи, И.Г. Фукс, Г.И. Шор // Химия и технология топлив и масел. – 1991. – № 7. – С. 16–20.

45. Лисіков Є.М. Взаємодія молекул пар моторних олів в адсорбційному шарі на поверхнях тертя двигунів внутрішнього згоряння / Є. М. Лисіков, С.В. Воронін, Г.М. Афанасов // Тематический выпуск "Автомобиле- и тракторостроение": [сб. научн. Трудов]. / Вестник НТУ "ХПИ". – Х.: НТУ "ХПИ". – 2005. – вып. 13, С. 133–136.

46. Лисіков Є.М. Вплив обробки моторних олів електростатичним полем на знос пар тертя тепловозних дизелів / Є.М. Лисіков, Г.М. Афанасов // Удосконалення будівельних, колійних та перевантажувальних машин. – Харків: УкрДАЗТ. – 2008. – № 88. – С. 249–254.

47. Лисіков Є.М. Експлуатація випробування аксіально-поршневих насосів в умовах обробки робочих рідин зовнішнім електростатичним полем / Є. М. Лисіков, С. В. Воронін // Техніка та технологія виконання будівельних, колійних та перевантажувальних робіт на транспорті. – Харків: УкрДАЗТ. – 2004. – № 58. – С. 58–62.

48. Лисіков Є.М. Підвищення ресурсу трибосполучень технічних

систем шляхом впливу електростатичного поля на мастильні матеріали / Є. М. Лисіков // Техніка та технологія виконання будівельних, колійних та перевантажувальних робіт на транспорті. – Харків: УкрДАЗТ. – 2004. – № 58. – С. 5–10.

49. Лисіков Є.М. Протизношувальні випробування моторної оливи для тепловозних дизелів при обробці електромагнітним полем / Є.М. Лисіков, С.В. Воронін, Г.М. Афанасов, С.В. Гусак // Підвищення ефективності перевантажувальних, будівельних і колійних робіт на транспорті: [зб.наук. праць]. – Х.: УкрДАЗТ, – 2006. – вип. 73. – С. 60–65.

50. Лисіков Є.М. Роль продуктів зносу трибосполучень гідроприводів в умовах обробки робочої рідини електростатичним полем / Є.М. Лисіков, О.С. Шуліка // Техніка та технологія виконання будівельних, колійних та перевантажувальних робіт на транспорті. – Харків: УкрДАЗТ. – 2004. – № 58. – С. 54–58.

51. Лисіков Є.М. Формування локальних електричних полів на продуктах зносу поверхонь тертя гідроприводів колійних та будівельних машин / Є.М. Лисіков, С.В. Воронін, О.С. Шуліка, Є.А. Бобров // Удосконалення управління експлуатаційною роботою залізниць. – Харків: УкрДАЗТ, – 2005. – № 66. – С. 112–117.

52. Лысиков Е.Н. Абразивный износ пары трения втулка-поршень с учетом адсорбционных процессов на границе раздела фаз / Е. Н. Лысиков, В. Б. Косолапов, С. В. Воронин // Автомобильный транспорт: серия «Совершенствование машин для земляных и дорожных работ». – 1999. – вып. 2. – С. 125–129.

53. Лысиков Е.Н. Влияние продуктов износа элементов гидроприводов на адсорбционные процессы рабочих жидкостей при воздействии на них электростатическим полем / Е.Н. Лысиков // Автомобильный транспорт: – Харьков: РИО ХГАДТУ. – 2000. – вып. 4. – С. 54–57.

54. Лысиков Е.Н. Изменение противоизносных свойств рабочей жидкости ЗТМ обработкой электрическим полем / Е.Н. Лысиков, А.И. Рева,

В.Б. Косолапов // тр. Междунар. конф. «Повышение эффективности проектирования, испытаний и эксплуатации двигателей, автомобилей, вездеходных, специальных, строительных и дорожных машин». – Россия, Нижний Новгород, 1994.

55. Лысиков Е.Н. Интенсификация адсорбционной способности рабочей жидкости гидроприводов путем воздействия на неё электростатическим полем / Е.Н. Лысиков, В.Б. Косолапов // Вестник Харьковского государственного автомобильно-дорожного технического университета. – Харьков: РИО ХГАДТУ. – 1997. – вып. 6. – С. 44–47.

56. Лысиков Е.Н. Исследование полужидкостной смазки трибосопряжений при обработке рабочих жидкостей электростатическим полем / Е.Н. Лысиков, В.Б. Косолапов, С.В. Воронин // Автомобильный транспорт: серия «Совершенствование машин для земляных и дорожных работ». – 2000. – вып. 5. – С. 70–72.

57. Лысиков Е.Н. Исследования электрической обработки масла на коэффициент трения в трущейся паре / Е.Н. Лысиков, В.Б. Косолапов, Ю.В. Юрченко // Тр. Республиканской конф. «Экономия и рациональное использование сырьевых, топливо-энергетических и других материальных ресурсов в строительстве». – Харьков, 1986.

58. Лысиков Е.Н. К определению области действия силового поля поверхности трения и толщины адсорбционной пленки / Е.Н. Лысиков Е.С. Венцель, В.Г. Горбань // Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – Х.: УкрДАЗТ. – 2006. – вып. 72. – С. 185–190.

59. Лысиков Е.Н. Повышение ресурса гидроприводов автомобилей специального назначения за счет обработки рабочих жидкостей электростатическим полем / Е.Н. Лысиков // Автомобильный транспорт. – Харьков: РИО ХГАДТУ. – 1999. – вып. 3. – С. 81–83.

60. Лысиков Е.Н. Расчет толщины адсорбированных слоев молекул ПАВ на поверхностях трибосопряжения / Е.Н. Лысиков, В.Б. Косолапов, С.В. Воронин // Автомобильный транспорт: сб. научн. тр. – Харьков: РИО

ХНАДУ, – 2001. – № 7–8. – С. 95–99.

61. Лысиков Е.Н. Теоретические основы интенсификации адсорбционной способности рабочих жидкостей / Е.Н. Лысиков // Вестник Харьковского государственного автомобильно-дорожного технического университета. – Харьков: РИО ХГАДТУ. – 1997. – вып. 6. – С. 41–43.

62. Лысиков Е. Н. Физические основы механизма воздействия внешнего электростатического поля на структуру рабочей жидкости гидроприводов строительных и дорожных машин / Е. Н. Лысиков // Вестник Харьковского государственного автомобильно-дорожного технического университета. – Харьков: РИО ХГАДТУ. – 2000. – вып. 11. – С. 44–47.

63. Марцун А.І. Оцінка ефективності маневрових тепловозів / А.І. Марцун, О.Б. Бабанін, Ю.В. Сиротенко // Зб. наук. праць. – Харків. : УкрДАЗТ – 2008. – Вип. 91. – С. 98–103.

64. Масла моторные для дизельных двигателей. Технические условия. ГОСТ 12337-84 – Взамен ГОСТ 12337-81; [Введ. 01-01-85]. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 36 с.

65. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. – М: Высшая школа, 1983 – 463 с. – Библиогр.: – С. 432–445.

66. Матвеевский Р.М. Противозадирная стойкость смазочных сред при трении в режиме граничной смазки / Матвеевский Р. М., Буяновский И. А., Лазовская О. В. – М.: Наука, 1978. – 192 с. – Библиогр.: – С. 184–182.

67. Меркурьев Г.Д. Смазочные материалы на железнодорожном транспорте: [Справочник] / Г. Д. Меркурьев, Л. С. Елисеев. – М.: Транспорт, 1985. – 255 с.: ил., табл.

68. Методические рекомендации по комплексной оценке эффективности мероприятий, направленных на ускорение научно-технического прогресса, – М.: АН СССР, 1988. – 195 с.

69. Методические рекомендации по определению экономической эффективности мероприятий научно-технического прогресса на железнодорожном транспорте / ВНИИЖТ МПС. – М.: Транспорт, 1991. – 239 с.

70. Методические указания по определению экономической эффективности новой строительной, дорожной и мелиоративной техники / НПО по строительству и дорожному машиностроению. – М.: ЦНИИТЭСтроймаш, 1990. – 220 с.

71. Мицеллообразование, солюбизация и микроэмульсии / [под ред. К. Л. Миттела]. – М.: Мир, 1980. – 597 с.

72. Наказ Укрзалізниці № 030-ЦЗ від 31.01.2005 р. Про вдосконалення системи технічного обслуговування, експлуатації, поточного та капітального ремонтів тягового рухомого складу. – К.: 2005.

73. Никонов К. В. Движение частиц в электрическом поле: [сб. науч. тр.]. / Никонов К. В. – Киев: КИИГА, 1983. – С. 64–68.

74. Определение диффузионной проницаемости оболочек микрокапсул / М.А. Альтшулер, С.И. Горбенко, З.С. Апосталюк [и др.] // Нефтепереработка и нефтехимия. – 1981. – № 20. – С. 68–70.

75. Осипов О. А. Справочник по дипольным моментам / О. А. Осипов, В. И. Минкин. – М.: Высшая школа, 1965. – 264 с.

76. Основы трибологии (трение, износ, смазка): Учебник для технических ВУЗов / [под общ. ред. А.В.Чичинадзе]. – М.: Машиностроение, 2001. – 664 с. – Библиогр.: – С. 632–648.

77. Оценка экономической эффективности инвестиций в мероприятия научно-технического прогресса: Учебно-методическое пособие / [под ред. В. Л. Диканя]. – Харьков: Основа, 1995. – 76 с.

78. Папок К. К. Химмотология топлив и смазочных масел / Папок К. К. – М.: Воениздат, 1980. – 192 с. – Библиогр.: – С. 188–192.

79. Пат. 82911, МПК (2006) F 01 M 9/00. Краплинный дозатор для введения присадок / Венцель С.С., Суранов О.В., Ковальчук Ю.Л.

80. Пат. 21514А Україна F 01 M/9/02. Пристрій для подачі присадки у моторні мастила та робочі рідини / Альтшулер М. А., Березняков А. І., Венцель Є. С., Євтушенко А. В.

81. Пат. 2101480 RU C1., МПК⁶ E 21 B 0 43/24. Способ электрообработки жидкости на нефтяной основе / Руднев В.К., Костин Н.Н., Курбан В.Д., Старунов В.М., Матюхин А.И., Косолапов В.Б., Лысиков Е.Н. (Украина) – №95118617; заявлена. 01.11.93, опубл. 10.01.98.

82. Пат. 374924 США: МКИ В 01 d 27/00. Addition of oxidation inhibitor to lubricating oil / Raymond Rohde (США).

83. Пат: 3314884 США: C1. 252-10. Fuels and lubricants containing inclusion compounds /Richard E. Cover (США).

84. Пат. 3336223 США: C1. 252. Method and means for maintaining an effective concentration of additives in oils: – 9 / Paul D / Kneeland (США).

85. Пат 1422086 Великобритания: МКИ² C10M 7/02 7/04 7/06 7/16. Method of applying lubricants and /or lubricating adjuvants.

86. Поверхностные явления и ПАВ: [Справочник] / [под ред. А. А. Абрамзона]. – Л.: Химия, 1984. – 432 с.: ил., табл.

87. Повышение износостойкости элементов гидропривода и сроков службы масел путем дозированного ввода в них легирующих присадок и сорбентов. Методические рекомендации / [Л. Н. Альбоцкая, М. А. Альтшулер, З. С. Апосталюк и др.]. – М.: ВНИИТЭМР, 1986. – 20 с.

88. Повышение надежности, долговечности гидрооборудования и минеральных масел при применении в гидросистемах гидродинамических диспергаторов. Методические рекомендации / [Г. А. Аврунин, Е. С. Венцель, Г. Ф. Ливада и др.]. – М.: НИИМАШ, 1982. – 29с.

89. Повышение ресурса технических систем путем использования электрических и магнитных полей / [Александров Е.Е., Кравец И.А., Лысиков Е.Н. и др.] – Харьков: НТУ "ХПИ", 2006. – 544 с. – Библиогр.: С. 532–542.

90. Пойда А.А. Тепловозы. Механическое оборудование. Устройство и ремонт: Учебник для технических школ, учебное пособие для СПТУ / Пойда А. А., Хуторянский Н. М., Кононов В. Е. – М.: Транспорт, 1986. – 328 с., ил., табл.

91. Правила технічного обслуговування і поточних ремонтів тепловозів 2ТЕ116. ЦТ – 0043. – Київ, 2002. – 323 с.

92. Ребиндер П. А. Физико-механическая механика / Ребиндер П. А. – М.: Наука, 1979. – 831 с. – Библиогр.: – С. 805–821.

93. Розенберг Ю. А. Влияние смазочных масел на долговечность и надежность деталей машин / Розенберг Ю. А. – М.: Машиностроение, 1970. – 312 с. – Библиогр.: – С. 302–310.

94. Руднев В. К. Моделирование и планирование экспериментов / В. К Руднев, В. И. Лазаренко, И. И. Родин. – Красноярск, 1981. – 54 с. – Библиогр.: – С. 52–54.

95. Руднев В. К. Улучшение противоизносных свойств нефтепродуктов электрообработкой / В. К.Руднев // Материалы междунар. науч.-техн. конф. «Интерстроймех 2002». – Могилев: МГТУ. – 2002. – С. 303–304.

96. Руднев В. К. Эксплуатационные материалы для строительных и дорожных машин: [учебное пособие] / В. К Руднев, Е. С. Венцель, Е. Н. Лысиков. – К.:ИСИО, 1993. – 236 с.

97. Русанов А. И. Мицеллообразование в растворах поверхностно-активных веществ. – Санкт-Петербург : Химия, 1992. – 279 с. – Библиогр.: – С. 254–258.

98. Савельев И. В. Курс общей физики: в 2 т. / Савельев И. В. – М.: Наука, 1982.

Т.2: Электричество и магнетизм. – 480 с.

99. Седлуха Г. А. Повышение долговечности гидропривода землеройных машин / Г. А. Седлуха, А. К. Гельцер, Ф. К. Будагов. – Л.: ПД НТП, 1976. – 32 с.

100. Синельников А. Ф. Автомобильные масла: [справочник] / А. Ф. Синельников, В. И. Балабанов. – М.: ООО "Книжное издательство "За рулем", 2005. – 176 с.: ил., табл.

101. Смазочные материалы. Антифрикционные и противоизносные свойства. Методы испытаний: [справочник] / [Матвеевский Р. М., Лашхи В. Л., Буяновский И. А. и др.]. – М.: Машиностроение, 1989. – 224 с.: ил., табл.

102. Справочник по триботехнике: в 2 т. / [под ред. М.Хебды и А.В.Чичинадзе]. – М.: Машиностроение, 1990.

Т. 2. Смазочные материалы, техника смазки, опоры скольжения и качения. – 420 с.

103. Срабатывание щелочных присадок в двигателях и моделирование этого процесса в лабораторных условиях / М.А. Альтшулер, А.Б. Виппер, Л.И. Кириллова [и др.] // Химия и технология топлив и масел. – 1979. – № 9 – С. 22–24.

104. Сюняев З. И. Прикладная физико-химическая механика нефтяных дисперсных систем / Сюняев З. И. – М., МИНХ и ГП им. Губкина, 1984. – 60 с.

105. Сюняев З. И. Применение внешних силовых полей для повышения качества смазывающих материалов / Сюняев З. И. – М.: МИНХиТП им. Губкина, 1982. – 59 с.

106. Гартаковский Э.Д. Качество ремонта и надежность тепловозов. – М.: Транспорт, 1973. – 81 с.

107. Тепловоз 2ТЭ116 / [Филонов С. П., Гибалов А. И., Быковский В. Е. и др.]. – М.: Транспорт, 1985 – 325 с. – Библиогр.: – С. 318–325.

108. Тепловоз 2ТЭ116. [инструкция по техническому обслуживанию и текущему ремонту]. – Ворошиловоградтепловоз, 1990. – 386 с.

109. Тепловозы: Основы теории и конструкция: учебн. [для техникумов] / [Кузьмич В.Д., Бородулин И.П., Пахомов Э.А. и др.] ; под ред. В.Д. Кузьмича. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Транспорт, 1991. – 352 с.

110. Тепловозные двигатели внутреннего сгорания: [учебник для ВУЗов]. / [Симсон А. Э., Хомич А. З., Куриц А. А. и др.]. – М.: Транспорт, 1987. – 536 с. – Библиогр.: – С. 525–536.

111. Толстой Д. М. Зависимость равнодействующей молекулярных сил при трении ползуна / Д. М. Толстой // Доклады АН СССР. Т. 153, № 4. – М.: – 1963. – 119 с.

112. Третьяков И. Г. Влияние электромагнитных воздействий на противоизносные свойства топлива Т-7: [сб. науч. тр.]. / И. Г. Третьяков, Ю. И. Короленко. – Киев: КИИГА, 1977. – С. 25–28.

113. Третьяков И. Г. Исследование влияния электромагнитного поля на эксплуатационные свойства масел: [сб. науч. тр.]. / И. Г. Третьяков, Е. А. Миронов – Киев: КИИГА, 1989. – С. 84–89.

114. Улучшение эксплуатационных свойств масел для гидравлических приводов путем диспергирования механических примесей / Г.А. Аврунин, Е.С. Венцель, Г.Ф. Ливада [и др.] // Трение и износ. – 1983. – Т. IV, № 1. – С. 155–159.

115. Федыня В. П. Влияние формы и материала рабочих электродов на эффективность работы электросепаратора жидких диэлектриков. Исследование процессов подготовки, применения и контроля качества авиаГСМ и спецжидкостей [сб. науч. тр.] / Федыня В. П., Зубченко А. Н. – Киев: КИИГА, 1988. – С. 88–92.

116. Фукс Г. И. Проблемы граничной смазки: [сборник материалов, посвященных научной деятельности]. / Фукс Г. И. – М.: Нефть и газ, 2001. – 192 с.

117. Чирков С. В. Интенсификация технологий очистки масел и промывки гидравлических систем авиационных комплексов в процессе их производства и эксплуатации: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук / С. В. Чирков. – Киев, 1990. – 29 с.

118. Чичинадзе А. В. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника). / Чичинадзе А. В., Берлинер Э. М., Браун Э. Д. – М.: Машиностроение, 2003. – 576 с. – Библиогр.: – С. 527–528.

119. Чичинадзе А. В. Справочник по смазочным материалам / А. В. Чичинадзе, М. Хебда. – Москва: Машиностроение, 1989.
Т. 1. – 400 с.

120. Шейнин А. М. Алгоритмы и программы решения оптимальных задач надежности машин / А. М. Шейнин, В. А. Шейнин. – М.: МАДИ, 1981. – 112 с. – Библиогр.: – С. 184–182.

121. Шраменко В.П. Визначення мінімальної несучої здатності граничної змащувальної плівки, сформованої поверхнево-активними речовинами на поверхнях тертя тепловозних дизелів/ В. Шраменко, Г. Афанасов // Зб. наук. праць.- Харків: УкрДАЗТ, 2008. – Вип.99. – С.91–96.

122. Яворский Б. М. Справочник по физике. / Б. М. Яворский, А. А. Детлаф – М.: Наука, 1985. – 512 с.

123. Churaev N. V. Golloid and Polimers Sci. / Churaev N. V. – 1975.V. 253, № 2. – P. 120–125.

124. Polymer in Frictions Assemblies of Mashins and Devices / A handbook edited by A.V.Chichinadze. New York, Allerton Press Inc., 1984, 248 p.

125. Szczerek M. Tribologia. Tribotechnika / M. Szczerek, M. Wisniewski. – Redakcia naukowa, Radom: Polskie Towarzystwo Tribologiczne, 2000. – 728 s.

126. Zaslavsky R. N. Application of friction-polymerforming additives for running-in of rubbing surfaces / R. N. Zaslavsky, Yu. S. Zaslavsky // Wear., 1987. Vol. 118. N 1. P. 1–26.