

УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

на правах рукопису

Горбань Валентина Геннадіївна

УДК 621.45.04

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ТЕПЛОВИЗНИХ ДИЗЕЛІВ
АКТИВАЦІЄЮ ЗМАЩУВАЛЬНИХ ОЛИВ

Спеціальність 05.22.07 – рухомий склад залізниць
і тяга поїздів

Дисертація на здобуття ступеня
кандидата технічних наук

Науковий керівник
Венцель Євген Сергійович,
доктор технічних наук,
професор

Харків – 2007

ЗМІСТ

ВСТУП.	4
РОЗДІЛ 1. Стан питання. Мета та задачі досліджень.	12
1.1 Причини недостатнього рівня ресурсозбереження тепловозних дизелів.	12
1.2 Засоби підвищення ресурсу.	13
1.3 Альтернативні методи підвищення ресурсу.	21
1.4 Висновки.	32
РОЗДІЛ 2. Методика і результати експериментальних досліджень моторних олиив М-14-Г ₂ ЦС і М-14-В ₂ для дизелів тепловозів .	35
2.1 Фізико-хімічні властивості моторних олиив М-14-Г ₂ ЦС і М-14-В ₂ з анамегатором "Diamond Ozerol МП-10".	35
2.2 Визначення необхідної концентрації анамегатора "Diamond Ozerol МП-10" в моторних олиивах М-14-Г ₂ ЦС і М-14-В ₂ для дизелів тепловозів і їх протизношувальні властивості.	38
2.3 Антифрикційні властивості моторних олиив М-14-Г ₂ ЦС і М-14-В ₂ для дизелів тепловозів	63
2.4 Стан приповерхневих шарів тертя.	69
2.5 Граничні шари моторних олиив М-14-Г ₂ ЦС і М-14-В ₂ для дизелів тепловозів з анамегатором "Diamond Ozerol МП-10".	73
2.6 Висновки	79
РОЗДІЛ 3. Механізм позитивного ефекту введення анамегатора "Diamond Ozerol МП-10" в моторну олииву	82
3.1 Механізм утворення двошарового граничного змащення при введенні в моторну олииву анамегатора "Diamond Ozerol МП-10".	82

3.2 Фізико-математична модель взаємодії молекул протизношувальної присадки активованої моторної оливи з поверхнями тертя в умовах конкурентної фізичної адсорбції.	91
3.3 Визначення області дії силового поля поверхонь тертя і товщини адсорбційної плівки.	100
3.4 Висновки.	105
РОЗДІЛ 4. Прогнозування показників ресурсозбереження дизелів тепловозів.	108
4.1 Висновки.	121
ВИСНОВКИ.	123
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.	127
ДОДАТКИ.	140

ВСТУП

Актуальність теми

Як відомо, надійність дизельних двигунів внутрішнього згорання в значній мірі визначає безперебійний і безпечний рух поїздів. Це досягається не тільки досконалістю конструкції дизелів і дотриманням необхідних умов експлуатації, але і правильно складеною системою планово-попереджувальних ремонтів.

В даний час ресурс двигунів тепловозів, що знаходяться в експлуатації на залізницях України, в значній мірі вироблений у зв'язку із значним зносом їхніх вузлів тертя (насамперед деталей кривошипно-шатунного механізму), а придбання нових двигунів вкрай проблематично через істотні матеріальні витрати. Отже, має велике значення рішення проблеми забезпечення ресурсозбереження дизелів тепловозів, що експлуатуються зараз на залізницях Укрзалізниці. Одним з шляхів рішення цієї проблеми є зниження інтенсивності зношування пар тертя, що може бути досягнуто, зокрема, активною дією на протизношувальні властивості вживаних у них змащувальних олив, які здатні в тій чи іншій мірі розв'язати проблему зносостійкості вузлів тертя, а отже, підвищити ресурс двигуна в цілому. Проте, враховуючи все більш зростаючі механічні і теплові навантаження на деталі циліндро-поршневої групи та інші системи двигуна, а також ті обставини, що в даний час переважна більшість дизелів тепловозів або вичерпали свій ресурс, або близькі до цього, товарні моторні оливи вже не в змозі підтримувати інтенсивність зношування вузлів тертя на мінімальному рівні, що негативно позначається на зносостійкості двигунів, а також на їх потужностних, економічних та інших

експлуатаційних показниках. Приведене вище достатньо добре корелюється з відомостями, отриманими нами в локомотивному депо Основа Південної залізниці, де більше 10% тепловозів 2ТЭ116 і ТЭП70 вже пройшли більше 1 млн. км. і були піддані капітальному ремонту. Решта тепловозів цих же марок близька до вказаного вище пробігу. Аналогічна ситуація з парком тепловозів спостерігається і в інших локомотивних депо України.

У зв'язку з цим виникає задача розробити нові альтернативні методи, що дозволяють не тільки продовжити ресурс дизелів тепловозів, але і збільшити міжремонтні пробіги тепловозів. Одним з варіантів рішення цієї задачі є поліпшення протизношувальних властивостей товарних моторних оливи шляхом їх активації.

Протизношувальні та інші властивості моторних оливи в дизелях тепловозів в даний час підтримуються шляхом очищення від забруднень (частинок зносу і пилу). Проте, як впливає з досвіду експлуатації дизелів тепловозів, це далеко не завжди достатньо ефективно, а крім того, для значно зношених дизелів тепловозів цього недостатньо. Установка на двигунах додаткових засобів очищення приводить до підвищення витрат при експлуатації й ускладнення конструкції двигуна.

Відома значна кількість робіт, присвячених підвищенню зносостійкості двигунів і гідроприводів різного призначення шляхом активної дії на середовища, що змашують. Способи, що реалізують таку дію (диспергування, дозоване введення присадок та ін.) достатньо ефективні, проте, вони приводять до ускладнення конструкції двигуна і значних енерговитрат [1,9,15,20,21,49,82,93, 115,117].

У зв'язку з висловленим виникає необхідність пошуку нових альтернативних засобів активної дії на оливи, зокрема, шляхом введення в них активаторів протизношувальних властивостей, що знаходять все більше розповсюдження в техніці. Таке рішення проблеми не призводить до значних економічних витрат при експлуатації дизелів, не викликає

необхідності удосконалення їх конструкції, а їхня ефективність згідно відомостям, приведеним в літературі, не менше, а в деяких випадках більше, вже існуючих методів і засобів [74,75,93,95].

Зв'язок роботи з програмами, планами і темами

Дисертаційна робота відповідає науковому напрямку кафедри "Будівельні, колійні і вантажно-розвантажувальні машини" Української державної академії залізничного транспорту і виконувалася відповідно до програми "Підвищення надійності і довговічності машин і конструкцій", яка приведена в ухвалі Верховної Ради України №2750 від 16.10.92 з подальшими доповненнями, державною програмою розвитку і модернізації залізничного транспорту України і програмою про розвиток фундаментальних досліджень і їх застосування, прийняті Кабінетом Міністрів на підставі Закону України "Про основи державної політики у сфері науки і науково-технічної діяльності.

Робота пов'язана з виконанням науково-дослідної роботи "Дослідження впливу на стан дизелів аномегатора моторної і трансмісійної оливи "Озерол МП-10", його ефективність і техніко-економічні показники (номер державної реєстрації 0104U003235).

Мета і задачі досліджень

Метою даної роботи є розробка науково обґрунтованої технології забезпечення ресурсозбереження дизелів тепловозів шляхом активації властивостей змащувальних оливи, що використовуються в них.

Для досягнення вказаної мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. Провести аналіз основних чинників, що впливають на ресурс тепловозних дизелів в експлуатації.
2. Обрати технологію підвищення ресурсу тепловозних дизелів.
3. Встановити механізм підвищення ресурсу тепловозних дизелів за рахунок зниження зносу їх вузлів тертя.

4. Експериментальним шляхом підтвердити ефективність нової технології підвищення ресурсу тепловозних дизелів при застосуванні в моторних оливах активатора, який найбільшою мірою здатний поліпшити протизношувальні властивості моторних олив, що використовуються в дизелях тепловозів.

5. Провести оцінку кількісних характеристик забезпечення ресурсозбереження дизелів тепловозів.

6. Оцінити економічну ефективність пропонованої технології ресурсозбереження дизелів тепловозів.

Об'єкт досліджень – технологія ресурсозбереження дизелів тепловозів.

Предмет досліджень – вплив процесу активації змащувальних олив на характеристики роботи дизелів тепловозів.

Методи досліджень – в процесі вивчення стану питання у напрямку досліджень, що відносяться до теми дисертації, використовувався метод аналізу; при теоретичних дослідженнях – аналітичний метод, який базується на фундаментальних положеннях фізики, механофізики, матеріалознавства, теорії тертя і зношення; при проведенні експериментальних досліджень – сучасні методи випробувань на знос, методи металографії і рентгеноструктурного аналізів, і спеціально розроблений метод визначення товщини граничних змащувальних шарів; при обробці результатів досліджень – методи математичної статистики.

Наукова новизна одержаних результатів

1. Вперше запропонована технологія ресурсозбереження дизелів тепловозів шляхом додавання активатора "Diamond Ozerol МП-10" до змащувальних моторних олив, а також отримані залежності зносу відповідальних деталей тепловозних дизелів від концентрації активатора в моторних оливах, що вживаються в них.

2. Вперше встановлений механізм технології ресурсозбереження тепловозних дизелів за рахунок позитивного впливу активатора –

анамегатора "Diamond Ozerol МП-10" на характеристики роботи відповідальних деталей.

3. Доопрацьовані аналітичні залежності, що характеризують ресурсозбереження дизелів тепловозів при експлуатації.

Обґрунтування і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій

Всі наукові положення, висновки і рекомендації дисертації базуються на конкретних результатах досліджень, достовірність яких підтверджується використанням при теоретичних дослідженнях фундаментальних положень фізики, механофізики, матеріалознавства, теорії тертя і зношування; при експериментальних дослідженнях – застосуванням сучасного обладнання і методик, необхідною повторністю випробувань і подальшою математичною обробкою їх результатів.

Наукове значення роботи полягає в тому, що вперше запропонована технологія забезпечення ресурсозбереження дизелів тепловозів шляхом активації моторних олив анемегатором "Diamond Ozerol МП-10", а також встановлений механізм його позитивної дії на протизношувальні властивості олив.

Практичне значення отриманих результатів

Запропонований метод підвищення активації моторних олив дозволяє забезпечити ресурсозбереження дизелів тепловозів, що сприяє ефективнішому використуванню їх в рухомому складі залізниць України.

Результати досліджень впроваджені в локомотивному депо Основа Південної залізниці (додаток Г), а також можуть бути використані для поліпшення протизношувальних властивостей будь-яких змащувальних моторних олив.

Матеріали дисертації використовуються в учбовому процесі УкрДАЗТ для підготовки фахівців і магістрів зі спеціальностей "Рухомий склад і спеціальна техніка залізничного транспорту" і "Підйомно-

транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання" (додаток Г).

Особистий внесок здобувача

У роботах, опублікованих зі співавторами, особисто претендентом були отримані наступні розробки і наукові результати, представлені до захисту: розроблена методика, проведені випробування і аналіз отриманих результатів, а також встановлена мінімально необхідна концентрація активатора "Diamond Ozerol МП-10" в оливі [26]; розроблена фізико-математична модель процесу взаємодії агрегатів поверхнево-активних речовин з поверхнями тертя, встановлений вплив концентрації активатора на товщину адсорбційного шару і інтенсивність зношування пар тертя [59]; розроблена методика і проведені випробування активатора "Diamond Ozerol МП-10", оброблені і проаналізовані отримані результати [23]; проведені лабораторні випробування товщини граничних шарів олив з активатором "Diamond Ozerol МП-10", проведений аналіз і порівняння отриманих результатів з даними теоретичних досліджень [56].

Апробація результатів дисертації

Результати роботи докладалися і обговорювалися:

- на 66-й - 69-й міжнародних науково-технічних конференціях кафедр Української державної академії залізничного транспорту і фахівців залізничного транспорту і підприємств (м. Харків, 2004-2007);
- на міжнародній науково-технічній конференції "Наукові дослідження високоефективних землерийно-транспортних машин" Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (м. Харків, 2004);
- на міжнародній науково-практичній конференції "Наукові дослідження – теорія і експеримент" Полтавського національного технічного університету (м. Полтава, 2005);

- на III-й міжнародній науково-технічній конференції "Вібрація машин: вимірювання, зниження, захист" Донецького національного технічного університету (м. Донецьк, 2005).

Повністю результати дисертаційної роботи докладалися на розширеному засіданні кафедри "Будівельні, колійні і вантажно-розвантажувальні машини" Української державної академії залізничного транспорту за участю членів спеціалізованої вченої ради в 2007 р.

Публікації

За результатами дисертації опубліковано 5 наукових робіт в спеціалізованих виданнях, затверджених ВАК України (одна стаття без співавторів).

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, основних результатів і висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг роботи складає 160 сторінок, зокрема 126 сторінок основного тексту, 14 таблиць і 34 рисунки за текстом, список використаних джерел на 13 сторінках, який містить 117 найменувань, і 5 додатків на 21 сторінці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аврунин Г.А., Венцель Е.С., Ливада Г.Ф. и др. Улучшение эксплуатационных свойств масел для гидравлических приводов путем диспергирования механических примесей // Трение и износ. – 1983. – Т. IV, №1. – С. 155–159.
2. Адамчевский И. Электрическая проводимость жидких диэлектриков. – Л.: Энергия, 1972. – 291 с.- Библиогр.: с. 288-290.
3. Александров Е.Е., Кравец И.А., Лысиков Е.Н. и др. Повышение ресурса технических систем путем использования электрических и магнитных полей. – Харьков: НТУ "ХПИ", 2006. - 544 с. - Библиогр.: с. 532-542.
4. Альбощая Л.Н., Альтшулер М.А., Апосталюк З.С. и др. Исследование смазывающих свойств гидравлических масел при дозированном вводе в них ионола // Трение и износ. – 1986. – т. 7, №3. – С. 560 – 563.
5. Альтшулер М.А., Венцель Е.С., Євтушенко А.В. Дозоване введення присадок для поліпшення протиспрацьовувальних властивостей моторних мастил та робочих рідин // Залізничний транспорт України. – 1998. - №4 – 5. – С.36 – 39.
6. Альтшулер М.А., Виппер А.Б., Журба А.С. Кинетическое исследование и прогнозирование срабатываемости щелочных свойств моторных масел // Химия и технология топлив и масел. - 1980.- №10. - С. 27-29.
7. Альтшулер М.А., Виппер А.Б., Кириллова Л.И. и др. Срабатывание щелочных присадок в двигателях и моделирование этого процесса в лабораторных условиях // Химия и технология топлив и масел. – 1979. - №9 – С.22-24.

8. Альтшулер М.А., Горбенко С.И. О влиянии диффузии на срабатываемость присадок // Нефтепереработка и нефтехимия. – 1975. - №18. – С. 77 – 80.

9. Альтшулер М.А., Горбенко С.И. О дозированном вводе присадок в смазочные масла // Нефтепереработка и нефтехимия. – 1973. - №5. – С.164-167.

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

11. Альтшулер М.А., Сисин В.Д., Жартовский В.М. и др. Исследование эффективности дозированного ввода присадок в моторные масла // Нефтепереработка и нефтехимия. – 1977. - №15. – С.27 – 29.

12. Анамегаторы моторных и трансмиссионных масел. Инстр. по применению, 1999. – 1 с.

13. Анамегаторы. Ответы почти на все вопросы. Рекламно-информационный проспект. - К.: ADIOZ, 2003. – 12 с.

14. Арабян С.Г., Виппер А.Б., Холомонов И.А. Масла и присадки для тракторных и комбайновых двигателей. – М.: Машиностроение, 1984. - 208 с.- Библиогр.: с. 203-205.

15. Асеев Н.В. Повышение износостойкости тепловозных и других двигателей внутреннего сгорания путем ультразвуковой обработки смазочного масла: Автореф. дис. ...канд. техн. наук. – Харьков, 1969. – 21 с.

16. Ахматов А.С. Молекулярная физика граничного трения. - М.: Физматгиз, 1963. – 471 с. - Библиогр.: с. 448-458.

17. Башта Е.Т. Влияние кавитации на эксплуатационные свойства рабочих жидкостей авиационных гидросистем: Дис... канд. техн. наук. – Киев, 1981. – 178 с.

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

19. Будагов Ф.К. Исследование процесса очистки рабочей жидкости гидравлических экскаваторов с использованием эффекта кавитации: Автореф. дис. ...канд. техн. наук.– Л., 1971. – 21 с.

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

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

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

23. Венцель Є.С., Жалкін С.Г., Горбань В.Г. Протизношувальні властивості модифікованої моторної оливи // Підвищення ефективності перевантажувальних, будівельних і колійних робіт на транспорті: Зб.наук. праць. – Х.: УкрДАЗТ, 2006.- Вип. 73. - С. 60-65.

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

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

26. Венцель Є.С., Горбань В.Г., Грінчук О.І. Змащуючі здібності моторної оливи, що містить анамегатор // Автомобіле- і тракторобудування: Зб. наук. праць. Вісник НТУ "ХП".- Х.: НТУ "ХП", 2005. – №13. - С.133-136.

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

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

29. Гаркунов Д.Н. Триботехника. - М.: Машиностроение, 1989.- 328 с. - Библиогр.: с. 321-328.

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

31. Горбань В.Г. Физико-химические и противоизносные свойства моторного масла с анамегатором // Вестник ХНАДУ. - Х.: ХНАДУ, 2004. – Вып. 27.- С.133-135.

32. ГОСТ 11362-96 (ИСО 6619-88) - Нефтепродукты и смазочные материалы. Число нейтрализации. Метод потенциометрического титрования. – Взамен ГОСТ 11362-76; Введ. 01.07.97. - М.: Изд-во стандартов, 1997. – 18 с.

33. ГОСТ 20287-91. Нефтепродукты. Методы определения температур текучести и застывания. – Взамен ГОСТ 25262-82, ГОСТ 20287-74; Введ. 01.07.92. - М.: Изд-во стандартов, 1991. – 10 с.

34. ГОСТ 4333-87. Методы определения температуры вспышки и воспламенения в открытом тигле. – Взамен ГОСТ 4333-48; Введ. 01.07.88. - М.: Изд-во стандартов, 1988. – 8 с.

35. ГОСТ 6370-83. Нефть. Нефтепродукты и присадки. Метод определения механических примесей. – Взамен ГОСТ 6370-59; Введ. 01.01.84. - М.: Изд-во стандартов, 1991. – 6 с.

36. ГОСТ 9490-75. Материалы смазочные жидкие и пластичные. Методы определения трибологических характеристик на четырехшариковой машине. – Взамен ГОСТ 9490-60; Введ. 01.01.78. - М.: Изд-во стандартов, 1978. – 10 с.

37. ГОСТ 12337-84 Масла моторные для дизельных двигателей. Технические условия. – Взамен ГОСТ 12337-81; Введ. 01.01.85. - М.: Изд-во стандартов, 1985. – 36 с.

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

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

40. Дзяжиловский И.Е., Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. // Успехи физических наук.- 1961.- Т. 73, № 3.- С.381.

41. ДСТУ ГОСТ 12417:2006 (ИСО 3987-80). Нафтопродукти. Метод визначення сульфатної золи. – Вперше (зі скасуванням ГОСТ 12417-73). – К.: Держстандарт, 2007. – 8 с.

42. ДСТУ ГОСТ 33-2003 (ИСО 3104-94). Нафтопродукти. Прозорі та непрозорі рідини. Визначення кінематичної в'язкості та розрахунок динамічної в'язкості. – Вперше (зі скасуванням ГОСТ 33-82). – К.: Держстандарт, 2003. – 19 с.

43. Заславский Ю.С. Трибология смазочных материалов. - Химия, 1991. – 240 с.

44. Зорин В.Д. Основы долговечности строительных и дорожных машин. - М.: 1986.-215 с. - Библиогр.: с. 207-215.

45. Инструкция по использованию смазочных материалов на тяговом подвижном составе железных дорог Украины. ЦТ-0060.- Киев, 2003.

46. Как победить дракона [Электронный ресурс] /В.Корницкий// Журнал "Автоцентр" – 2003 - № 13. Режим доступа до журналу: <http://www.autocentre.ua> .

47. Киселев М. М. Топливо смазочные материалы для строительных и дорожных машин. - М.: Стройиздат, 1988. – 270 с. - Библиогр.: с. 256-260.

48. 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.

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

50. Кравець А.М. Підвищення працездатності паливної апаратури тепловозних дизелів гідродинамічним диспергуванням палива: Дис. ... канд. техн. наук: 05.22.07: Захищена 22.06.2004; Затв.13.10.2004. – Харків, 2004. – 175 с.: іл.

51. Крагельский И.В. Трение и износ. - М.: Машгиз, 1962. - 382 с. - Библиогр.: с. 375-382.

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

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

54. Лисіков Є.М., Воронін С.В. Експлуатаційні випробування аксіально-поршневих насосів в умовах обробки робочих рідин зовнішнім електростатичним полем. // Техніка та технологія виконання будівельних, колійних та перевантажувальних робіт на транспорті: Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2004. – Вип. 58. - С. 58-62.

55. Лысиков Е.Н. Влияние продуктов износа элементов гидроприводов на адсорбционные процессы рабочих жидкостей при воздействии на них электростатическим полем // Автомобильный транспорт: Сб. научн. трудов. – Харьков: ХГАДТУ, 2000. – Вып. 4. – С. 54–57.

56. Лысиков Е.Н. Физические основы механизма воздействия внешнего электростатического поля на структуру рабочей жидкости гидроприводов строительных и дорожных машин // Вестник ХГАДТУ. – Харьков: ХГАДТУ, 2000. – Вып. 11. – С.44 - 47.

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

58. Лысиков Е.Н., Косолапов В.Б., Воронин С.В. Абразивный износ пары трения втулка-поршень с учетом адсорбционных процессов на границе раздела фаз// Автомобильный транспорт: Совершенствование машин для земляных и дорожных работ: Сб. научн. трудов. – ХГАДТУ, 1999.– Вып. 2. – С.125-129.

59. Лисіков Є.М., Венцель Є.С., Горбань В.Г. Механізм утворення двошарового межового змащення при наявності в моторній оливі анамегатора "Озерол МП-10" // Зб. наук. праць УкрДАЗТ.- Х.: УкрДАЗТ, 2005. – Вип.68.- С.277-283.

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

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

62. Матвеевский Р.М. 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.

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

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

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

66. Методические указания по определению экономической эффективности новой строительной, дорожной и мелиоративной техники /

НПО по строительству и дорожному машиностроению. - М.: ЦНИИТЭСтроймаш, 1990. - 220 с.

67. Мицеллообразование, солюбизация и микроэмульсии / Под ред. К.Л.Миттела. - М.: Мир, 1980. - 597 с.

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

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

70. Основы трибологии (трение, износ, смазка): Учебник для технических ВУЗов/ Под общ. ред. А.В.Чичинадзе.- М.: Машиностроение, 2001. - 664 с. - Библиогр.: с. 632-648.

71. Офіційний сайт компанії АГА. Режим доступу: <http://www.agah.ru>

72. Офіційний сайт ООО "Тандем". Режим доступу: <http://www.apogey.ru> .

73. Офіційний сайт хімічного концерну ХАДО. Режим доступу: <http://www.xado-ua.com/> .

74. Офіційний сайт компанії НПК ВМП АВТО. Режим доступу: <http://www.smazka.ru/main.html>.

75. Офіційний сайт автомобільного журналу "За рулем". Режим доступу: <http://www.zr.ru> .

76. Офіційний сайт компанії "АДІОЗ". Режим доступу: <http://www.adioz.ua>.

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. – М.: Воениздат, 1980. – 192 с. - Библиогр.: с. 188-192.

79. Пат. 63625 UA, МКИ⁷ F01M9/02. Система змащення двигуна внутрішнього згоряння: Пат. 63625 UA, МКИ⁷ F01M9/02 Є.С. Венцель, С.Г. Жалкін, А.М. Кравець, Д.С. Жалкін, С.Ю. Корепанов - №2003054369; Заявл. 15.05.2003; Опубл. 15.12.2005, Бюл. №12. - 2 с.

80. Пат. 65963 UA, МКИ⁷ F01M31/00. Паливна система дизельного двигуна внутрішнього згоряння: Пат. 65963 UA, МКИ⁷ F01M31/00 Є.С. Венцель, С.Г. Жалкін, А.М. Кравець - №2003076326; Заявл. 08.07.2003; Опубл. 15.12.2005, Бюл. №12. - 2 с.

81. Поверхностные явления и ПАВ: [Справочник] / Под ред. А.А. Абрамзона.— Л.: Химия, 1984.- 432 с.: ил., табл.

82. 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.

83. 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. – 29 с.

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

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

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

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

88. Руднев В.К., Венцель Е.С., Лысиков Е.Н. Эксплуатационные материалы для строительных и дорожных машин: Учебное пособие. - К.:ИСИО, 1993.-236 с.

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

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

91. Рытов С.М. Теория электрических флуктуаций и теплового излучения. - Изд. АН СССР, 1953. - 124 с.

92. Савельев И.В. Курс общей физики: В 2 т. – М.: Наука, 1982. – Т.2: Электричество и магнетизм. - 480 с.

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

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

95. 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.

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

97. Филонов С.П., Гибалов А.И., Быковский В.Е. и др. Тепловоз 2ТЭ116.- М.: Транспорт, 1985 - 325 с. - Библиогр.: с. 318-325.

98. Тепловоз 2ТЭ116. Инструкция по техническому обслуживанию и текущему ремонту. – Ворошиловоградтепловоз, 1990. – 386 с.

99. Тепловозные двигатели внутреннего сгорания: Учебник для ВУЗов/ А.Э.Симсон, А.З.Хомич, А.А.Куриц и др. - М.: Транспорт, 1987. – 536 с. - Библиогр.: с. 525-536.

100. Технічний звіт. ХКБД ВО “Завод им. В.А.Малышева”, 1993. – 8 с.

101. Устройство для подачи присадки в систему смазки двигателя внутреннего сгорания: А.с. 1265384 СССР: МКИ⁴ F01 М 9/02 / Б.В.Нилов.

102. Фукс Г.И. Проблемы граничной смазки: Сборник материалов, посвященных научной деятельности. - М.: Нефть и газ, 2001. - 192 с.

103. ХАДО. Часто задаваемые вопросы. Рекламно-информационный проспект – ХАДО, 2003. – 32 с.

104. Хочу добавки [Электронный ресурс] /О.Хатнюк // Газета "Бізнес" – 2002 - № 41 (508). Режим доступа до газети <http://www.business.ua/autocratia/i508/a14072> .

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

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

107. Шейнин А.М., Шейнин В.А. Алгоритмы и программы решения оптимальных задач надежности машин. - М.: МАДИ, 1981. - 112 с. - Библиогр.: с. 184-182.

108. Экономика, организация и планирование локомотивного хозяйства / Е.И.Исиков, С.С.Маслакова, А.Н.Митрофанова и др.; Под ред. С.С.Маслаковой. М.: Транспорт, 1983 .- 359 с.

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

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

111. Churaev N.V. // Colloid and Polimers Sci. 1975.V.253, №2. - P.120-125.

112. Fuels and lubricants containing inclusion compounds: Пат: 3314884
США: С1. 252-10 /Richard E. Cover (США).

113. Method and means for maintaining an effective concentration of
additives in oils: пат. 3336223 США: С1. 252 – 9/ Paul D/ Kneeland
(США).

114. Method of applying lubricants and /or lubricating adjuvants: пат
1422086 Великобритания: МКИ² С10М 7/02 7/04 7/06 7/16

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

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

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