

Министерство образования и науки Украины
Украинская государственная академия железнодорожного транспорта

На правах рукописи

СТЕФАНОВ ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 625.144.6:62-82.004.62

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ГИДРОАГРЕГАТОВ СРЕДСТВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА ПУТЕМ ИНТЕНСИФИКАЦИИ
ФОРМИРОВАНИЯ СМАЗОЧНОГО СЛОЯ

Специальность 05.22.20 – эксплуатация и ремонт средств транспорта

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук

Научный руководитель
Воронин Сергей Владимирович
кандидат технических наук
доцент.

Харьков – 2013

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
РАЗДЕЛ 1. Состояние вопроса и задачи исследования	11
1.1 Анализ работ по определению гидроагрегатов средств железнодорожного транспорта на долю которых приходится большинство отказов	11
1.2 Анализ научно-исследовательских работ направленных на повышение ресурса гидравлических насосов и моторов при их технической эксплуатации	18
1.3 Влияние концентрации присадки на ресурс гидроагрегатов средств железнодорожного транспорта	24
1.4 Выводы	44
РАЗДЕЛ 2. Теоретические основы повышения ресурса гидроагрегатов средств железнодорожного транспорта путем использования электростатической обработки и рациональной концентрации присадки в рабочей жидкости	46
2.1 Физические основы влияния концентрации присадки в рабочей жидкости и обработки рабочей жидкости на формирование граничной смазочной пленки в гидроагрегатах средств железнодорожного транспорта	46
2.2. Закономерность влияния концентрации присадки и ее агрегатного состояния в рабочей жидкости на ресурс гидроагрегатов средств железнодорожного транспорта	63
2.3 Рациональная концентрация молекул присадки с учетом их распределения по гидравлической системе	67
2.4. Выводы	73
РАЗДЕЛ 3. Экспериментальные исследования по повышению	

ресурса гидроагрегатов средств железнодорожного транспорта	75
3.1 Методика проведения комплексных экспериментальных исследований по влиянию концентрации присадки в рабочей жидкости и ее электростатической обработки на ресурс поршневых насосов и моторов	75
3.1.1 Методика проведения испытаний по определению толщины смазочной пленки	75
3.1.2 Методика проведения испытаний по определению влияния концентрации присадки в рабочей жидкости и обработки ее электростатическим полем на ресурс гидроагрегатов средств железнодорожного транспорта	78
3.2 Определение толщины смазочной пленки на поверхностях гидроагрегатов методом "стопы"	82
3.3 Исследования влияния концентрации присадки в рабочей жидкости и обработки ее электростатическим полем на ресурс гидроагрегатов средств железнодорожного транспорта	87
3.4. Выводы	104
РАЗДЕЛ 4. Практические рекомендации по усовершенствованию гидравлической системы путевой машины ВПР-1200 за счет использования результатов проведенных исследований	106
4.1 Определение рациональных параметров устройства для обработки рабочей жидкости электростатическим полем	106
4.2 Разработка рекомендаций по внедрению устройства в гидравлическую систему путевой машины	110
4.3 Расчет годового экономического эффекта результатов исследования	114

4.4 Выводы	131
ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ	133
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	137
ПРИЛОЖЕНИЯ	151

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

На средствах железнодорожного транспорта железных дорог Украины широкое распространение получили поршневые моторы и насосы, гидроцилиндры и гидropередачи, которые используются для: поводов колесных пар тепловозов ТГМЗА, ТГМ-9, ТГМ-40 и проч.; вентиляторов охлаждающих систем тепловозов ТЭП-70; рабочих органов путевых машин ВПР (выправочно-подбивочно-рихтовочная) и ВПРС. Вследствие высокой стоимости агрегатов гидравлических приводов и передач, а также большой трудоемкости работ их ремонта, возникает необходимость разработки и внедрения ресурсосберегающих технологий, направленных на усовершенствование конструкций агрегатов и улучшения характеристик рабочих жидкостей.

Как показывают ранее проведенные исследования, одним из эффективных способов повышения ресурса гидроагрегатов, является обработка рабочих жидкостей внешним электростатическим полем. При воздействии такого поля на рабочую жидкость в гидроприводах и гидropередачи происходят следующие явления:

- растет защитная функция рабочих жидкостей, связана с предотвращением потерь на трение и износ в гидравлических агрегатах;
- ресурс агрегатов увеличивается за счет снижения износа деталей.

Проведенный анализ научных работ в области обработки рабочих жидкостей внешними силовыми полями показал, что данный процесс является актуальным с точки зрения его применения на средствах железнодорожного транспорта. Однако, в этих исследованиях не изученными остаются закономерности влияния концентрации присадок в рабочих жидкостях, обработанных электростатическим полем, на ресурс гидроагрегатов средств железнодорожного транспорта. Поэтому необходимо

разработать теоретические и экспериментальные методики по выявлению этих закономерностей влияния на ресурс гидроагрегатов.

Связь работы с научными программами, планами и темами

Диссертационная работа соответствует программе «Повышение надежности и долговечности машин и конструкций», которая утверждена Верховной Радой Украины № 2750 от 16.10.92 с последующими дополнениями; согласуется с Концепцией и Программой развития и модернизации железнодорожного транспорта Украины, утвержденными постановлением Кабинета Министров Украины № 651 от 27.12.2006; научному направлению Украинской государственной академии железнодорожного транспорта, отраженному в научно-исследовательской работе на тему «Разработка энергосберегающей технологии использования жидких смазочных материалов на железнодорожном транспорте» (№ДР 0107U000339).

Цель и задачи исследования

Целью данной работы является повышение долговечности гидроагрегатов средств железнодорожного транспорта путем установления рациональной концентрации присадки в рабочей жидкости в условиях ее электростатической обработки при их технической эксплуатации.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие основные задачи:

1. Провести анализ по определению гидроагрегатов средств железнодорожного транспорта, на долю которых приходится большинство отказов.

2. Провести анализ научно - исследовательских работ, направленных на повышение долговечности поршневых гидравлических насосов и моторов, путем интенсификации формирования смазочного слоя.

3. Установить закономерность влияния концентрации присадки в рабочей жидкости и ее обработки электростатическим полем на толщину

граничного смазочного слоя и ресурс поршневых гидравлических насосов и моторов.

4. Разработать методику проведения экспериментальных исследований механизма формирования смазочного слоя на поверхностях деталей поршневых насосов и моторов средств железнодорожного транспорта при переменной концентрации присадки и температуры рабочей жидкости в условиях ее электростатической обработки.

5. Провести экспериментальные исследования влияния концентрации присадки, температуры и электростатической обработки рабочей жидкости на толщину граничного смазочного слоя.

6. Испытаниями на машине трения установить рациональную концентрацию присадки в обработанной электростатическим полем рабочей жидкости и ее влияние на прирост ресурса поршневых насосов и моторов.

7. Разработать практические рекомендации по повышению долговечности поршневых насосов и моторов средств железнодорожного транспорта при поддержке рациональной концентрации присадки и электростатической обработке рабочих жидкостей в процессе технической эксплуатации.

Объект исследования – процесс интенсификации формирования смазочного слоя в гидроагрегатах средств железнодорожного транспорта, в условиях поддержания рациональной концентрации присадки в рабочей жидкости и ее электростатической обработки.

Предмет исследования – ресурс поршневых гидравлических насосов и моторов средств железнодорожного транспорта при поддержке рациональной концентрации присадки в рабочей жидкости и ее электростатической обработке.

Научная новизна полученных результатов

1. Впервые научно обоснована рациональная концентрация присадки в рабочей жидкости при электростатической обработке (комплексной обработке рабочей жидкости), что способствует интенсификации формирования смазочного слоя и повышению долговечности гидроагрегатов средств железнодорожного транспорта.

2. Впервые разработан способ повышения ресурса поршневых гидравлических насосов и моторов средств железнодорожного транспорта, который заключается в применении рабочей жидкости с рациональной концентрацией присадки и электростатической обработке этой жидкости при их технической эксплуатации.

3. Впервые получены расчетные зависимости, которые позволяют устанавливать рациональную концентрацию присадки в рабочей жидкости при ее электростатической обработке.

4. Впервые разработана процедура проведения комплексного эксперимента для исследования процесса влияния концентрации присадки и обработки рабочей жидкости на прирост ресурса поршневых насосов и моторов.

Практическая ценность полученных результатов

1. Разработано устройство для обработки рабочей жидкости электростатическим полем и практические рекомендации по его применению в гидравлической системе путевой машины ВПР-1200. Устройство позволяет увеличить ресурс поршневых насосов и моторов машины до 2х раз при условии поддержки рациональной концентрации присадки в рабочей жидкости.

2 Результаты исследований используются в учебном процессе кафедры строительных, путевых и погрузочно-разгрузочных машин Украинской государственной академии железнодорожного транспорта в дисциплинах "Основы нанотехнологий", "Основы надежности и эксплуатационные материалы", "Способы повышения надежности и экономии нефтепродуктов".

Личный вклад соискателя

В работах, опубликованных с соавторами, лично соискателем были получены такие разработки и научные результаты:

1. Установлено влияние электростатической обработки рабочей жидкости на ресурс гидроагрегатов средств железнодорожного транспорта [5].

2. Определено распределение молекул присадки рабочей жидкости по гидравлической системе путевой машины [52].

3. Разработана методика определения толщины предельной смазочной пленки на поверхностях трения гидроприводов путевых машин [53].

4. Определена рациональная концентрация присадки в рабочей жидкости, при которой формируется максимально-возможный смазочный слой [54].

5. Экспериментально определено влияние концентрации присадки и электростатической обработки рабочей жидкости на ресурс средств железнодорожного транспорта [6].

6. Разработано устройство для обработки рабочих жидкостей в гидросистеме средств железнодорожного транспорта [72].

Апробация результатов диссертации

Результаты работы докладывались и обсуждались:

- на 72-й международной научно-технической конференции «Проблемы и перспективы железнодорожного транспорта» (г. Днепропетровск, 2012);

- на 8-й международной научно-практической конференции «Дни науки, транспорт» (г. Прага, 2012).

Полностью результаты диссертационной работы докладывались на кафедре «Строительные, путевые и погрузо-разгрузочные машины» Украинской государственной академии железнодорожного транспорта, при участии членов специализированного ученого совета Д64.820.04, на кафедре «Системотехника и технологии лесного комплекса» Харьковского национального технического университета сельского хозяйства им. Петра

Василенка, на кафедре «Колесные и гусеничные машины» Национального технического университета «ХПИ».

Публикации

По результатам диссертации опубликовано 8 научных работ, в том числе 5 научных статей, 1 патент на полезную модель, 2 тезисы докладов в специализированных изданиях, утвержденных Министерством образования и науки Украины, как профессиональные.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из вступления, четырех разделов и выводов, списка использованных источников и приложений. Общий объем работы составляет 153 страницы, где 136 страниц основного текста, 28 таблиц, 45 рисунков по тексту, список использованных источников на 14 страницах, который вмещает 112 источников и 1 приложение на 2 страницах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Альтшулер М.А. Дозоване введення присадок для поліпшення протиспрацьовувальних властивостей моторних мастил та робочих рідин [Текст] / М.А. Альтшулер, Є.С. Венцель, А.В. Євтушенко // Залізничний транспорт України. – 1998. – № 4 – 5. – С. 36–39.
2. Альтшулер М.А. О влиянии диффузии на срабатываемость присадок [Текст] / М.А. Альтшулер, С.И. Горбенко // Нефтепереработка и нефтехимия. – 1975. – № 18. – С. 77–80.
3. Альтшулер М.А. О дозированном вводе присадок в смазочные масла [Текст] / М.А. Альтшулер, С.И. Горбенко // Нефтепереработка и нефтехимия. – 1973. - № 5. – С. 164–167.
4. Аниканов С.Г. Оптимизация параметров установки для очистки рабочих жидкостей в условиях эксплуатации строительных машин [Текст] : дис. ... кандидата техн. наук. – Л., 1980. – 201 с.
5. Астахов В.М. Влияние электростатической обработки рабочей жидкости на ресурсосбережение гидроагрегатов средств транспорта [Текст] / В.М. Астахов, В.О. Стефанов // Энергосбережение, энергетика, энергоаудит.-Харьков, -2012. - Вып. 98 - С. 63-70.
6. Астахов В.М. Підвищення ресурсу гідроагрегатів засобів транспорту шляхом оброблення робочої рідини електростатичним полем [Текст] / В.М. Астахов, В.О. Стефанов //Зб. наук. праць. -Харків: Академія внутрішніх військ МВС України, -2012. - Вип.19 - С. 73-75.
7. Ахматов А.С. Молекулярная физика граничного трения [Текст] / А.С. Ахматов, – М.: Физматгиз, 1963. – 471 с. – Библиогр.: С. 448–458.
8. Баздеркин Б.А. Способ определения и разработка показателя смазочной способности масел в граничных условиях [Текст] / Б. Баздеркин, С. Венцель// Трени и знос.-1985. –Т.6, №1. –С.76-79.
9. Барамбойм Н.К. Механохимия высокомолекулярных соединений [Текст] / Н.К. Барамбойм, – М.: Химия, 1978. – 288 с.

10. Бондар Б.Є. Теорія та конструкція локомотивів. Допоміжні системи та устаткування: підручник [для студ. вищ. навч. закл. залізничного транспорту] [Текст] / 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.
11. Буяновский И.Я. Учение о граничной смазке [Текст] /И.Я. Буяновский// Химия и технология топлив и масел. – 1996. -№1. С.46-49.
12. Венцель Е.С. Дозированный ввод присадки “Ионол” с целью повышения сроков службы масел для гидроприводов [Текст] / Е. С. Венцель, Г. Ф. Ливада, М. А. Альтшулер // Вестник машиностроения. – 1988. – № 2. – С. 38–40.
13. Венцель Е.С. Повышение износостойкости трибосопряжений гидродинамическим диспергированием масел [Текст] : дис. ... доктора техн. наук.: 05.02.04; Защищена 25.10.1991; Утв.24.01.1992. – Харьков, 1991. – 397 с.: ил.
14. Гаркунов Д.Н. Триботехника [Текст] / Гаркунов Д.Н. - М.: Машиностроение, 1989. – 328 с. – Библиогр.: С. 321–328.
15. Гельцер А.К. Исследование процесса очистки гидросистем при изготовлении экскаваторов [Текст] : дис. ... канд. техн. наук. – Л., 1975. – 179 с.
16. Гриневич Г.П. Надежность погрузо-разгрузочных работ [Текст] / Г.Гриневич, Е. Каменская// М.: -Транспорт, 1974. -200с.
17. Грозин. Б.Д. Знос металлов [Текст] /Б.Д. Грозин, – Киев:Гостехиздат, 1951. -252с.
18. Данько М.І. Наукові основи ресурсозберігаючих технологій при організації вантажних залізничних перевезень [Текст] : дис. ... докт. техн. наук. – Харків, 2005. – 553 с.
19. Дейнега Ю.Ф. Пластичные смазки [Текст] / Дейнега Ю. Ф., Ковчагин Н. Я.. – Киев, Наукова думка, 1975. – С. 94–97.

20. Демкин Н.Б. Фактическая площадь касания твердых поверхностей [Текст] / Демкин Н. Б. – М.: Издательство АН СССР, 1962. – 113 с.

21. Духин С.С. Электроповерхностные явления и электрофильтрование [Текст] / Духин С.С., Экстрела-Льонис В.Р., Жолновский Э.Г.. – Киев: Наукова думка, 1985. – 288 с.

22. Духин С.С. Электрофорез [Текст] / Духин С.С., Дерягин В.В. – М.: Наука, 1979. – 392 с.

23. Заславский Ю.С. Трибология смазочных материалов [Текст] / Заславский Ю. С. – Химия, 1991. – 240 с.

24. Зорин В.Д. Основы долговечности строительных и дорожных машин [Текст] / Зорин В.Д. – М.: 1986. – 215 с. – Библиогр.: С. 207–215.

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

26. Исиков Е. И. Экономика, организация и планирование локомотивного хозяйства [Текст] / Е.И. Исиков, Маслакова С. С., Митрофанова А. Н. и др.; под ред. С. С. Маслаковой. – М.: Транспорт, 1983. – 359 с.

27. Исследование смазывающих свойств гидравлических масел при дозированном вводе в них ионола [Текст] / Л.Н. Альбоцкая, М.А. Альтшулер, З.С. Апосталюк [и др.] // Трение и износ. – 1986. – т. 7, № 3. – С. 560–563.

28. Киселев М.М. Топливо смазочные материалы для строительных и дорожных машин [Текст] / М.М. Киселев, – М.: Стройиздат, 1988. – 270 с. – Библиогр.: С. 256–260.

29. Конструкция и динамика тепловозов. [Текст] / В.Н.Иванов, В.В. Иванов, Н.И. Панов, А.П. Третьяков, - М : Транспорт, 1968.

30. Косолапов В.Б. Повышение эксплуатационной надежности гидроприводов строительных и дорожных машин при воздействии

внешнего электрического поля на рабочую жидкость [Текст] : дис. ... канд. техн. наук. – Харьков, 1995. – 212 с.

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

32. Крагельский И.В. Трение и износ [Текст] / И.В. Крагельский, – М.: Машгиз, 1962. – 382 с. – Библиогр.: С. 375–382.

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

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

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

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

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

38. Лисіков Є.М. Роль продуктів зносу трибосполучень гідроприводів в умовах обробки робочої рідини електростатичним полем [Текст] / Є.М. Лисіков, О.С. Шуліка // Техніка та технологія виконання будівельних,

колійних та перевантажувальних робіт на транспорті. – Харків: УкрДАЗТ. – 2004. – № 58. – С. 54–58.

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

40. Лысиков Е.Н. Абразивный износ пары трения втулка-поршень с учетом адсорбционных процессов на границе раздела фаз [Текст] / 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.

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

42. Лысиков Е.Н. Изменение противоизносных свойств рабочей жидкости ЗТМ обработкой электрическим полем [Текст] / 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.

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

44. Лысиков Е.Н. Исследование полужидкостной смазки трибосопряжений при обработке рабочих жидкостей электростатическим полем [Текст] / 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.

45. Лысиков Е.Н. Исследования электрической обработки масла на коэффициент трения в трущейся паре [Текст] / 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.

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

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

48. Лысиков Е.Н. Расчет толщины адсорбированных слоев молекул ПАВ на поверхностях трибосопряжения [Текст] / Е.Н. Лысиков, В.Б. Косолапов, С.В. Воронин // Автомобильный транспорт: сб. научн. тр. – Харьков: РИО ХНАДУ, – 2001. – № 7–8. – С. 95–99.

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

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

51. Астахов В.М. Влияние электростатической обработки рабочей жидкости на ресурсосбережение гидроагрегатов средств транспорта [Текст] / В.М. Астахов, В.О. Стефанов // Энергосбережение, энергетика, энергоаудит.- Харьков, -2012. - Вып. 98 - С. 63-70.

52. Лисіков Є.М. Баланс ПАР в робочих рідинах гідроприводів будівельних та колійних машин [Текст] / Є. Лисіков, С. Воронін, В. Стефанов // Підвищення ефективності перевантажувальних, будівельних і колійних робіт на транспорті: Зб.наук. праць. – Харків.: УкрДАЗТ, 2006.- Вип. 73. - С. 84-89.

53. Лисіков Є.М. Визначення товщини адсорбційного шару молекул поверхнево-активних речовин на поверхнях тертя гідроприводів будівельних та колійних машин [Текст] / Є. Лисіков, В. Стефанов // Удосконалення будівельних, колійних та перевантажувальних машин. - Харків: УкрДАЗТ. - 2008. - №88. - С.254-260.

54. Лисіков Є.М. Формування граничного змащувального шару на поверхнях тертя гідроприводів колійних та будівельних машин залежно від концентрації присадки [Текст] / Є. Лисіков, В. Стефанов, А. Малявін // Зб. наук. праць.- Харків: УкрДАЗТ, -2008. – Вип.91 - С.109-114.

55. Майоров В.С. Повышение надежности работы подшипников скольжения [Текст] : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата техн. наук / В. С. Майоров. – Санкт-Петербург, 2011. – 21 с.

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

57. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм [Текст] / А.Н. Матвеев, – М: Высшая школа, 1983 – 463 с. – Библиогр.: – С. 432–445.

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

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

60. Методическая документация в строительстве [Текст] / Разработана рабочей группой Технического комитета по стандартизации ТК 376 «Эксплуатация строительного-дорожного машин и оборудования».- М.: Транспорт, 2004. – 46с.

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

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

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

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

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

66. Никонов К. В. Движение частиц в электрическом поле [Текст] / Никонов К. В.– Киев: КИИГА, 1983. – С. 64–68.

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

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

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

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

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

72 Пат. 72366, Україна, МПК С10G 71/00 (2006.01), № u201203748. Заявл. 28.03.2012. Опубл. 10.08.2012, бюл.№15. / Пристрій для обробки рідких мастильних матеріалів на вуглеводневій основі //Лисіков. Є.М., Воронін С.В., Онопрейчук Д.В., Ткач В.В., Овчінніков О.О., Стефанов В.О.

73. Пат. 82911, МПК (2006) F 01 M 9/00. Краплинний дозатор для введення присадок / Венцель Є.С., Суранов О.В., Ковальчук Ю.Л.

74. 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.

75. Пат. 2101480 RU С1., МПК⁶ E 21 В 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

91. Савельев И. В. Курс общей физики: в 2 т. [Текст] / И.В. Савельев, – М.: Наука, 1982. Т.2: Электричество и магнетизм. – 480 с.

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

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

94. Соломонов С.А. Путевые машины [Текст] / С. Соломонов, М. Попович, Б. Стефанов. //М.: Транспорт, 1985.

95. Соломонов С.А. Путевые машины [Текст] / С. Соломонов, В. Бугаенко, А. Бураков.//М.: 2000. – 754с.

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

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

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

99. Сюняев З. И. Применение внешних силовых полей для повышения качества смазывающих материалов [Текст] / З.И. Сюняев, – М.: МИНХиГП им. Губкина, 1982. – 59 с.

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

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

102. 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 [Текст] / Федыня В. П., Зубченко А. Н. – Киев: КИИГА, 1988. – С. 88–92.

103. Фукс Г. И. Проблемы граничной смазки [Текст] / Г.И. Фукс – М.: Нефть и газ, 2001. – 192 с.

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

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

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

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

108. Яворский Б. М. Справочник по физике. [Текст] / Б. М. Яворский, А. А. Детлаф – М.: Наука, 1985. – 512 с.

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

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

111. Szczerek M. *Tribologia. Tribotechnika* / M. Szczerek, M. Wisniewski. – Redakcja naukowa, Radom: Polskie Towarzystwo Tribologiczne, 2000. – 728 s.

112. 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.

