

Безуглов О.Е., нач. каф., УГЗУ

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ СИЛОВЫХ ПОЛЕЙ НА ПРОТИВОИЗНОСНЫЕ СВОЙСТВА РАБОЧИХ ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ ГИДРОПРИВОДОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

(представлено д-ром физ.-мат. наук Яковлевым С.В.)

Рассмотрен один из путей увеличения ресурса специальной техники, используемой в подразделениях МЧС Украины

Постановка проблемы. Эффективность ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций во многом определяется надежностью специальной техники. Следует особо отметить, что большая часть специальной техники, используемой в подразделениях МЧС Украины, практически выработала свой технический ресурс. В этой связи одним из направлений по обеспечению эффективной эксплуатации специальной техники является совершенствование эксплуатационных характеристик этой техники.

Анализ последних исследований и публикаций. Исследованиям влияния внешних силовых полей на эксплуатационные свойства смазочных материалов посвящено большое количество работ. По направлениям такие исследования можно разбить на 2 группы:

- применение силовых полей для повышения качества смазочных материалов на этапе их производства;
- применение силовых полей для улучшения противоизносных и других свойств смазочных материалов в процессе их эксплуатации.

Первая группа исследований немногочисленна, к ней можно отнести, например, использование электростатических и электромагнитных полей для интенсификации процесса смешения присадок с базовыми маслами [1]. В результате таких исследований было установлено, что скорость перемешивания присадок, состоящих из молекул ПАВ, повышается на 1-2 порядка, при этом наблюдается более равномерное распределение таких молекул по объему. Ускорение процесса смешения присадок с маслами достигнуто в аппарате, где между электродами, погруженными в нефтепродукт, создается поле напряжением 50 кВ переменного или 70 кВ постоянного тока. Такие присадки как АФК, ЦИАТИМ – 339,

ВНИИНП – 360, полиизобутилен при 18 – 20 °С, попадая в зону действия внешнего электромагнитного или электростатического поля, измельчаются и перемешиваются в масле ДС – 11 за несколько секунд. Такое измельчение, вероятно, связано с разрушением молекулярных агрегатов присадки под действием поля.

Таким образом, за счет влияния внешних силовых полей можно получить более эффективную технологию ввода присадок в смазочные материалы и улучшить их эксплуатационные свойства, однако последнее утверждение не было подтверждено в полной мере.

Вторая группа исследований более многочисленна, поскольку положительные эффекты влияния внешних силовых полей на свойства смазочных материалов были получены различными авторами, применительно к различным техническим системам.

Одними из первых работ, посвященных исследованиям влияния электромагнитных полей на противоизносные свойства углеводородных жидкостей являются работы КИИГА.

В работе [2] исследовалось влияние электрического и магнитного полей на смазывающие свойства авиационного дизельного топлива. В результате экспериментальных исследований было установлено, что при определенных режимах поля можно добиться снижения интенсивности износа поверхностей трения до 2 раз. В работе [3] изучалось влияние электромагнитных полей на эксплуатационные свойства масел ДС – 11 и МК – 8. Согласно этим исследованиям воздействие магнитного поля на масла позволяет существенно повысить их смазочную способность. Исследования проводились на машине трения СМЦ – 2 с использованием пары трения «ролик - ролик», при этом контактное давление составляло 4 кгс/мм². В качестве показателей определялись: весовой износ неподвижного образца, момент сил трения, температура поверхности образца и масла в камере. Анализ результатов этих исследований позволил установить, что износ испытываемого образца (по критерию – весовой износ) уменьшился в 2 раза, а момент сил трения снизился на 15%. С целью определения влияния электромагнитной обработки на структуру и состав молекул масла был проведен спектральный анализ до и после намагничивания масла. В результате установлено, что характер спектра в обоих случаях одинаков и на основе этого высказано предположение о постоянстве химического состава исходного и намагниченного масла. Результаты электрофизических исследований масла МК – 8 пока-

зали, что намагничивание практически не изменяет плотность, углы смачивания и преломления, вязкость масла в интервале $20\text{ }^{\circ}\text{C} - 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ изменяется незначительно (от 3% до 6%). Обработка масла МК – 8 электромагнитным полем велась при следующих режимах: длина активной зоны воздействия на масло 0,078 м; скорость потока масла по трубопроводу 0,47 м/с; напряженность магнитного поля в зазоре 120 кА/м.

Влияние электростатического поля на противоизносные свойства дизельных топлив строительных машин было раскрыто в работе [4]. Установлено, что при обработке топлива непосредственно перед подачей его в насос высокого давления, износ плунжерных пар сокращается в 1,3-1,5 раза.

Наиболее глубокое исследование влияния внешних электростатических полей на противоизносные свойства РЖ гидроприводов строительных и дорожных машин было проведено проф. Лысиковым, доц. Косолаповым, доц. Ворониным.

Предварительными исследованиями установлено, что под действием электростатической обработки РЖ повышается толщина адсорбционного слоя, образованного на металлических поверхностях, что позволяет предполагать о возможности снижения износа пар трения гидроагрегатов. В дальнейшем такое снижение было подтверждено лабораторными исследованиями, стендовыми и эксплуатационными испытаниями.

По результатам предварительных лабораторных исследований установлено, что толщина адсорбционного слоя под воздействием внешнего электростатического поля возрастает в 1,5 - 2,2 раза, причем максимальный эффект наблюдается при напряженности поля $0,56 \cdot 10^6$ В/м и скорости потока РЖ между электродами 6 м/с. Такое увеличение, согласно теоретических и экспериментальных исследований, приводит к снижению интенсивности изнашивания пар трения до 4 раз, в зависимости от режимов нагружения.

Постановка задачи и ее решение. Для объяснения полученных эффектов была выдвинута гипотеза о разрушении в электростатическом поле агрегатов молекул ПАВ – мицелл. Это явление сопровождается повышением концентрации мономеров молекул ПАВ в объеме РЖ, т.е. создаются условия для эффективного формирования адсорбционного слоя большей толщины. Кроме того, под действием поля интенсифицируется адсорбция ПАВ на продуктах износа, что также положительно сказывается на процессах трения и изнашивания в сопряжениях гидроагрегатов. Та-

ким образом, электростатическая обработка приводит к изменению структуры РЖ, рис. 1.

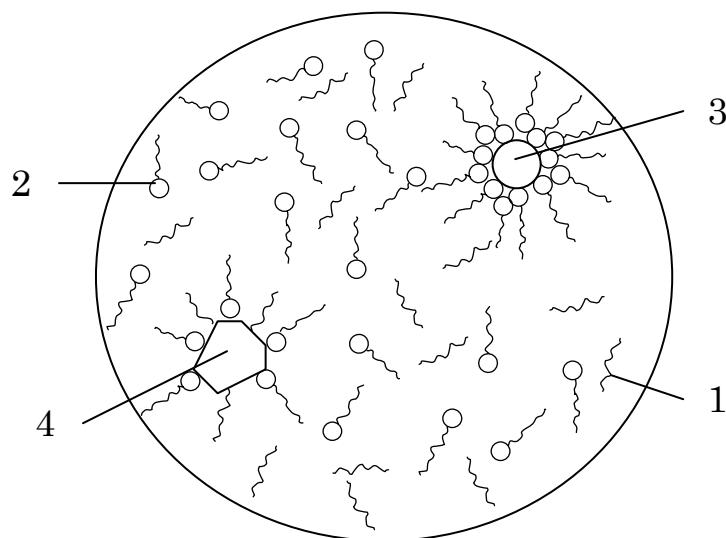


Рис. 1 – Структура РЖ после ее обработки электростатическим полем (1 – молекула базового масла; 2 – одиночная молекула ПАВ; 3 – продукт износа, покрытый оболочкой ПАВ; 4 – неметаллическая частица, покрытая оболочкой ПАВ)

Исследованиями изменения скорости изнашивания в условиях электростатической обработки РЖ на машине трения СМТ – 1 установлено, что продукты износа, покрываясь оболочками ПАВ, оказывают существенное влияние на процесс износа. В качестве испытуемой пары трения использовалась пара "колодка – ролик", а материалы этих образцов были подобраны в соответствии с материалами сопряжений аксиально-плунжерных насосов строительных машин. В результате исследований получена зависимость скорости изнашивания от класса чистоты РЖ, рис. 2.

Анализ графиков, приведенных на рис. 2, показывает, что с повышением класса чистоты РЖ эффект от использования электростатической обработки повышается. В исследуемом диапазоне скорость изнашивания при смазке обработанной РЖ падает в 1,8 – 4 раза по мере увеличения класса чистоты.

На основании представленных результатов исследований был сделан вывод о том, что продукты износа, покрытые оболочкой ПАВ, вступают во взаимодействие с поверхностями трения и нивелируют микронеровности поверхностей. В результате этого

повышается фактическая площадь контакта в сопряжениях, и снижаются контактные давления, а значит и износ.

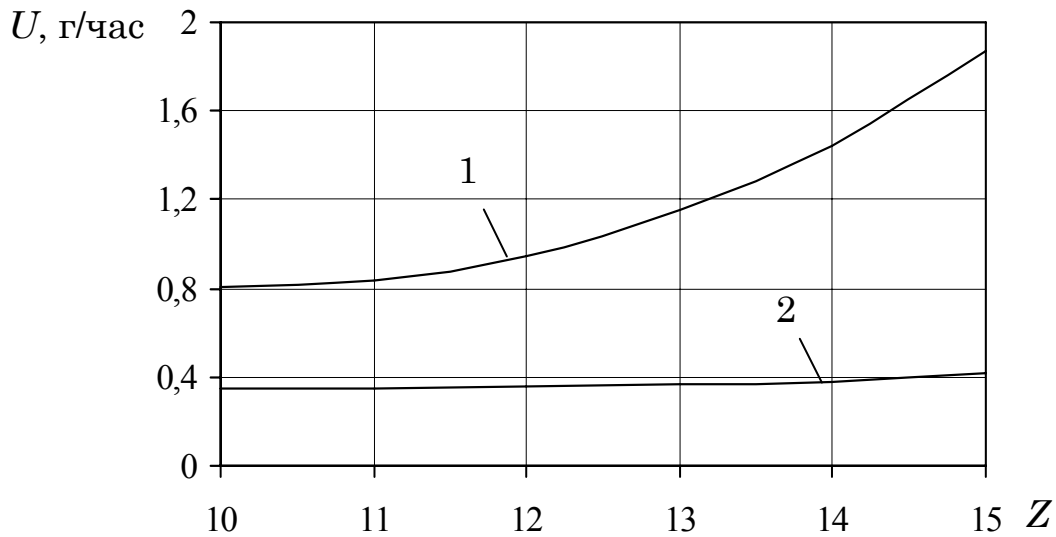


Рис. 2 – Зависимость интенсивности износа пар трения от класса чистоты РЖ (1 – смазка необработанной жидкостью; 2 – смазка обработанной жидкостью)

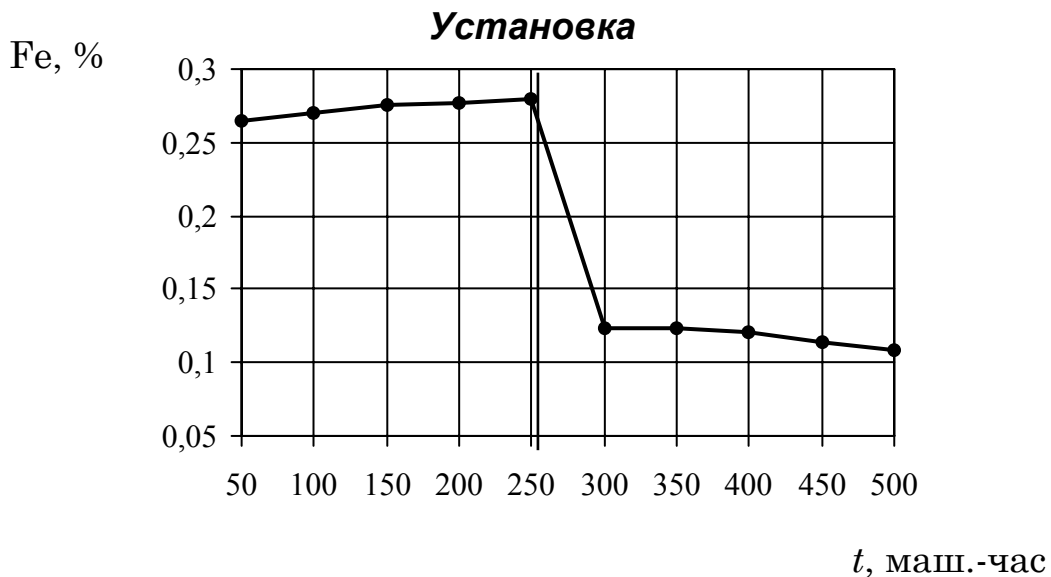


Рис. 3 – Изменение содержания железа в РЖ в зависимости от наработки экскаватора

Кроме лабораторных исследований проводились стендовые и эксплуатационные испытания аксиально-плунжерных насосов экскаваторов в условиях обработки РЖ внешним электростатическим

ким полем. Так, в работе [5], проводились испытания насоса экскаватора ЭО-3323 со встроенным в гидросистему устройством для обработки РЖ ЭП. Результаты этих испытаний приведены на рис. 3 и 4.

Резкое падение концентрации железа в РЖ после установки устройства для электростатической обработки в гидравлическую систему экскаватора подтверждает предположение об осаждении продуктов износа, покрытых оболочкой ПАВ, на поверхностях трения гидроагрегатов.

Параллельно с исследованиями содержания железа в РЖ через каждые 50 часов наработки экскаватора производились замеры объемного КПД аксиально-плунжерного насоса. При этом получены кривые изменения объемного КПД от наработки насоса, рис. 4.

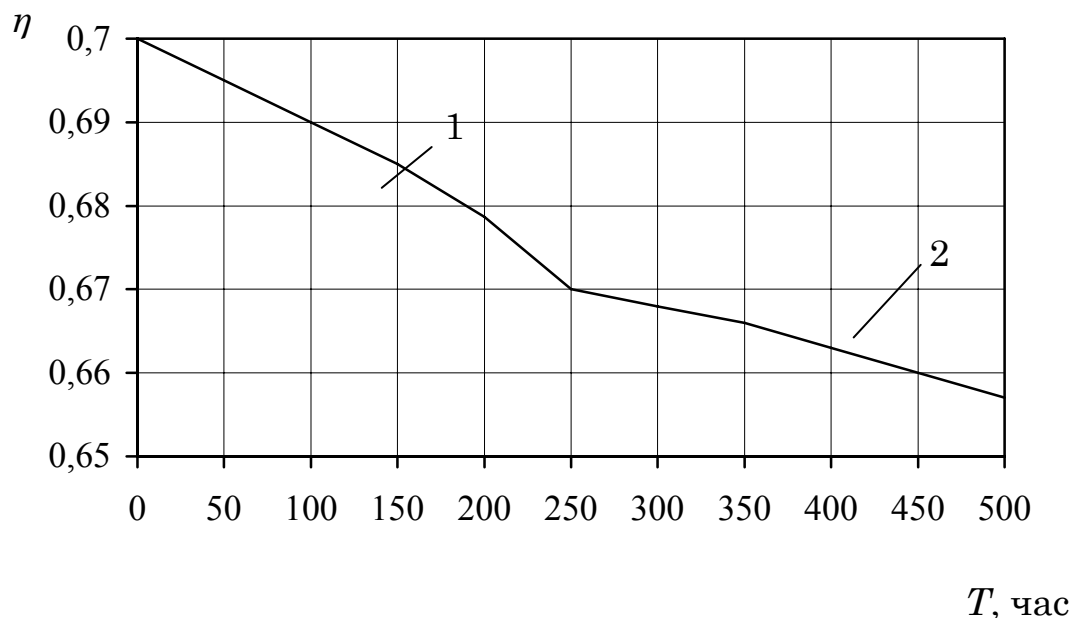


Рис. 4 – Изменение объемного КПД насоса в процессе его эксплуатации (1 - без электростатической обработки РЖ; 2 - с электростатической обработкой РЖ)

При проведении эксплуатационных испытаний установлено, что электростатическая обработка РЖ позволяет снизить скорость падения объемного КПД аксиально-плунжерного насоса на 56%.

Выводы. Проведенные исследования показывают наличие существенного снижения износа аксиально-плунжерных насосов

строительных машин и, как следствие, возможность продления их ресурса.

Следует отметить, что в этих исследованиях не достаточно изучена закономерность изнашивания аксиально-плунжерных насосов спецтехники во времени, а также отсутствуют исследования, необходимые для прогнозирования ресурса таких насосов с учетом суммарных затрат на их эксплуатацию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чеботарев И.И. Исследование влияния электрического поля на процесс смешения присадок с маслами // Нефтепереработка и нефтехимия, 1971. – №9. – С. 11-12.
2. Третьяков И.Г., Короленко Ю.И. Влияние электромагнитных воздействий на противоизносные свойства топлива Т-7: Сб. науч. тр. – Киев: КИИГА, 1977. – С. 25-28.
3. Третьяков И.Г., Миронов Е.А. Исследование влияния электромагнитного поля на эксплуатационные свойства масел; Сб. науч. тр. – Киев: КИИГА, 1989. – С. 84-89.
4. Руднев В.К. Улучшение противоизносных свойств нефтепродуктов электрообработкой // Материалы междунар. науч.-техн. конф. «Интерстроймех 2002». – Могилев: МГТУ, 2002. – С. 303-304.
5. Лисіков Є.М., Воронін С.В. Експлуатаційні випробування аксіально-поршневих насосів в умовах обробки РР зовнішнім ЕП // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. Техніка та технологія виконання будівельних, колійних та перевантажувальних робіт на транспорті. – Харків, 2004. – Вип. 58. – С. 58-62.