

УДК 627.891

*АХТАРЕЕВ И.О.***ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ ИЗНАШИВАНИЯ АКСИАЛЬНО-ПЛУНЖЕРНЫХ НАСОСОВ В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РАБОЧИХ ЖИДКОСТЕЙ**

Наведені методика та результати експериментальних досліджень впливу електростатичної обробки робочих рідин з різним напрацюванням на швидкість зношування аксіально-плунжерних насосів гідроприводів мобільних машин

Постановка проблемы и анализ последних исследований. Ресурс аксиально-плунжерных насосов гидроприводов мобильных машин во многом определяется скоростью изнашивания их узлов трения. Среди современных методов снижения износа можно выделить применение электрических и магнитных полей для обработки рабочих жидкостей [1]. В результате такого воздействия достигаются существенные положительные эффекты, проявляющиеся в снижении износа гидроагрегатов до 5 раз, в зависимости от условий эксплуатации [1, 2]. Имеющийся многочисленный теоретический и экспериментальный материал [3, 4] подтверждает эффективность электростатической обработки рабочих жидкостей и возможность ее применения в гидравлических системах различных мобильных машин. Однако, в проведенных ранее исследованиях не достаточно изучен вопрос развития износа плунжерных пар гидроагрегатов во времени в условиях электростатической обработки рабочих жидкостей. Такие исследования позволят перейти от фиксации положительных эффектов к прогнозированию ресурса гидроагрегатов.

Основной материал. Целью экспериментальных исследований является проведение сравнительных испытаний на износ пар трения аксиально-плунжерных насосов для двух вариантов смазки: традиционного и с применением электростатической обработки РЖ. Кроме того, устанавливались функции скорости изнашивания испытуемых пар во времени для двух вариантов.

Основными факторами, определяющими скорость изнашивания пар трения, являются природа поверхностей трения и рабочей жидкости, а также режимы нагружения. К ним относят: давления в контакте и гидравлической системе; относительные скорости скольжения поверхностей трения; температура рабочей жидкости и поверхностей трения в местах контакта.

Сочетание всех указанных факторов определяет виды смазки узлов трения и, следовательно, их износ. Известно, что подвижные сопряжения аксиально-плунжерных насосов периодически работают в режиме граничной смазки, который сопровождается повышенным износом поверхностей.

В качестве объекта исследования была выбрана пара трения «колодка – ролик», материалы образцов которой соответствовали плунжерным парам насосов серии 210.20, 210.25. На основании анализа конструкций материал колодки бронза Бр.012, ролика – сталь 38Х2МЮА. Номинальная площадь контакта в исследуемой паре была равна средней площади контакта плунжера и гильзы в насосе 210.25. Шероховатость поверхности колодки и ролика также подбиралась на основании конструкторской

документации на указанный насос, тем самым, обеспечивалась требуемая фактическая площадь контакта.

Обработке электростатическим полем подвергалась всесезонная рабочая жидкость с присадками ВМГЗ, соответствующая ТУ38-1-281-69. Данная жидкость обладает улучшенными эксплуатационными свойствами и рекомендована к использованию в гидроприводах большинства мобильных машин.

Испытания пары трения на износ проводились на машине трения СМТ-1. На рис. 1 изображена схема лабораторной установки для проведения износных испытаний с использованием машины трения.

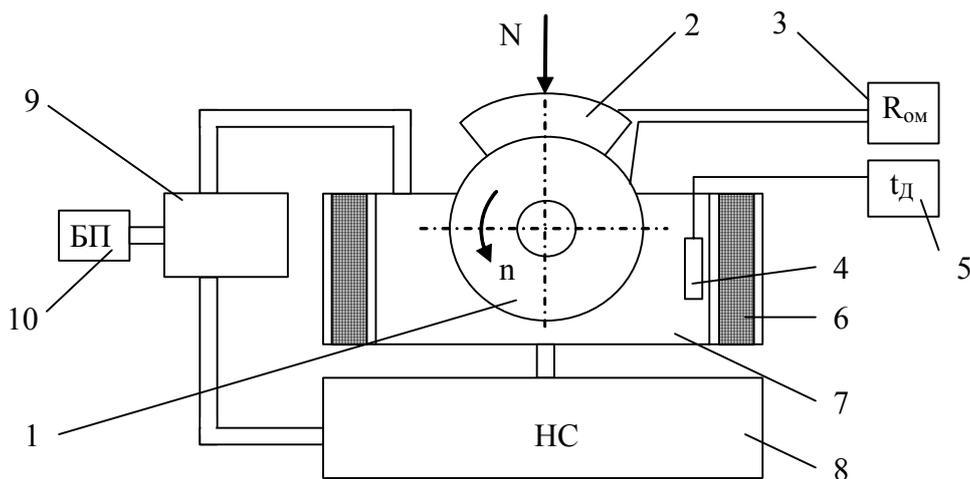


Рисунок 1 – Схема лабораторной установки для проведения износных испытаний пары трения «колодка-ролик» на машине трения СМТ - 1: 1 – ролик; 2 – колодка; 3 – омметр; 4 – термодатчик; 5 – терморегулятор; 6 – нагревательный элемент; 7 – емкость; 8 – насосная станция; 9 – устройство для обработки РЖ; 10 – блок питания

Перед проведением экспериментальных исследований были выбраны следующие определяющие факторы, которые оставались постоянными:

- напряжение на электродах устройства для обработки – 1000 В;
- скорость потока РЖ в устройстве – 6 м/с;
- температура РЖ в баке насосной станции – 70 °С;
- давление в контакте – 8 МПа;
- линейная скорость скольжения ролика – 0,3 м/с.

Конструкция устройства для обработки РЖ электростатическим полем, а также режимы обработки принимались в соответствии с рекомендациями [1, 5].

При исследовании скорости изнашивания сопряжений аксиально-плунжерных насосов в зависимости от наработки РЖ решалась основная задача – установление двух закономерностей, описываемых функциями:

$$V_U = f(\tau) \quad \text{и} \quad V'_U = f(\tau),$$

где V_U и V'_U - скорости изнашивания испытуемой колодки при смазке соответственно необработанной и обработанной РЖ.

Таким образом, проведение исследований предусматривало реализацию двух параллельных серий измерений скорости изнашивания образцов при использовании проб РЖ с наработкой 0, 500, 1000, 1500 и 2000 маш.-час. Скорость изнашивания оценивалась по величине весового износа колодки, т.е. при помощи аналитических весов ВЛР-200 с погрешностью не более 0,01 г оценивалась потеря веса колодки после проведения испытаний.

Для определения минимально необходимой повторности опытов были проведены предварительные испытания. Десятикратно измерялась скорость изнашивания колодки при температуре РЖ 70°C, контактном давлении 8 МПа и скорости скольжения ролика 0,3 м/с. Минимально необходимая повторность измерений определяется неравенством [6, 7]

$$n_{\min} \geq \frac{\sigma^2 \cdot t_{\text{кр}}^2}{\Delta^2 \cdot h_{\text{ср}}^2}, \quad (1)$$

где σ – среднеквадратичное отклонение измерений;
 $t_{\text{кр}}$ – табличное значение коэффициента Стьюдента [6] при надежности результатов $P = 0,9$;

Δ – допустимая относительная ошибка измерения [7];

$h_{\text{ср}}$ – среднее арифметическое значение результатов измерений.

После предварительных измерений и расчетов установлена двукратная повторность.

Результаты исследований приведены на рис. 2.

По полученным экспериментальным данным были установлены функции скорости изнашивания колодки для двух вариантов:

$$V_U = 1,5 + 1,1 \cdot 10^{-5} \cdot \tau^{1,5} \quad (2)$$

и

$$V'_U = 0,5 + 0,9 \cdot 10^{-5} \cdot \tau^{1,6}, \quad (3)$$

Анализ полученных функций показывает, что с ростом наработки скорость изнашивания и износ колодки нелинейно растет, как для необработанной РЖ, так и с применением электростатической обработки. Согласно графикам, приведенным на рис. 3.7, за весь срок службы испытуемой РЖ скорость изнашивания возрастает в 1,65 раза для необработанной жидкости, и в 4,44 раза для обработанной жидкости.

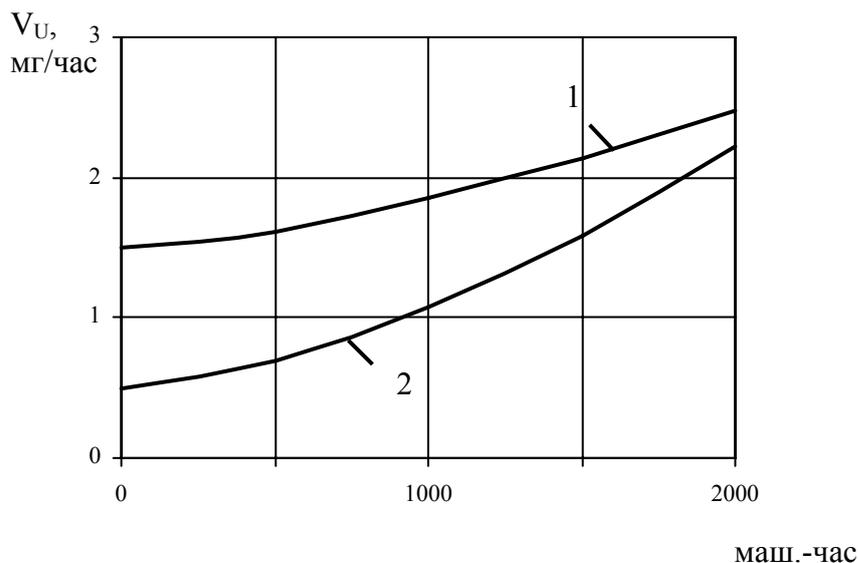


Рисунок 2 – Изменение скорости изнашивания колодки во времени:
1 – без электростатической обработки; 2 – с электростатической обработкой

Выводы

1. Применение электростатической обработки РЖ приводит к снижению скорости изнашивания пар трения аксиально-плунжерных насосов в 3 раза для жидкости в состоянии поставки и в 1,12 раза для полностью отработанной жидкости, что подтверждает имеющиеся теоретические исследования.

2. На основании экспериментальных данных установлены зависимости изменения скорости изнашивания аксиально-плунжерных насосов во времени. Такие зависимости могут быть использованы в имеющихся моделях для определения и прогнозирования ресурса гидроагрегатов.

Литература: 1. *Е.Е. Александров, И.А. Кравец, Е.Н. Лысков и др.* Повышение ресурса технических систем путем воздействия электрическими и магнитными полями. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2006 – 544с. 2. *Лысков Е.Н.* Повышение ресурса гидроприводов автомобилей специального назначения за счет обработки рабочих жидкостей электростатическим полем // Автомобильный транспорт. – Харьков: РИО ХГАДТУ. –1999. – Вып. 3. – С.81-83. 3. *Лысков Е.Н.* Влияние электростатической обработки рабочих жидкостей на интенсивность износа пар трения гидроприводов// Вестник Харьковского государственного автомобильно-дорожного технического университета. – Харьков: РИО ХГАДТУ. – 2000. – Вып. 12–13. – С.75-78. 4. *Лысков Е.Н., Косолапов В.Б., Воронин С.В.* Абразивный износ пары трения втулка-поршень с учетом адсорбционных процессов на границе раздела фаз// Автомобильный транспорт: серия «Совершенствование машин для земляных и дорожных работ». – 1999.– Вып. 2. – С.125-129. 5. *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. 6. *Винарский М.С., Лурье М.В.* Планирование эксперимента в технологических исследованиях. - Киев: Техника, 1975. - 168 с. 7. *Основы научных исследований под ред. Крутова В.И, Попова В.В.* - М.: Высшая школа, 1989. - 400 с.