

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ СМАЗОЧНОЙ ПЛЕНКИ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ НА РЕСУРС ГИДРОПРИВОДА МОБИЛЬНЫХ МАШИН

Косолапов В.Б., к.т.н., доц.¹⁾; Литовка С.В., к.т.н.²⁾;
Косолапов С.В.³⁾

¹⁾Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

²⁾Харьковский национальный технический университет
сельского хозяйства имени Петра Василенка

³⁾Украинская государственная академия железнодорожного транспорта

Выполнены экспериментальные исследования влияния нагрузки в контакте сопряжения на толщину смазочной пленки рабочей жидкости гидропривода и ее электрического сопротивления. Показано, что при уменьшении толщины смазочной пленки рабочей жидкости гидропривода и ее электрического сопротивления в контакте происходит уменьшения ресурса сопряжений гидроагрегатов мобильных машин.

Введение. Ресурс аксиальнопоршневых гидроагрегатов мобильных машин во многом определяется интенсивностью изнашивания их трибосопряжений. Для решения данной проблемы смазочные материалы, в том числе и рабочие жидкости (РЖ) объёмных гидроприводов должны предотвращать непосредственный контакт поверхностей сопряжений путём образования на них смазочной плёнки молекул поверхностно-активных веществ (ПАВ), способной выдерживать возникающие контактные давления. Наиболее интенсивно процесс износа трибосопряжений развивается в граничном режиме смазки [1].

Анализ публикаций. По данным многочисленных исследований установлено, что до 70% отказов в работе гидронасыщенных мобильных машин приходится на долю гидропривода [2].

Ресурс агрегатов гидропривода во многом определяется физико-химическими свойствами РЖ [3]. Разрушение граничной смазочной пленки может привести к схватыванию, заеданию и повышенному износу сопряженных деталей. Отсюда вытекает значение качества применяемой РЖ, влияющих на работоспособность элементов гидропривода.

В процессе эксплуатации происходит срабатывание присадок, удаление их с продуктами износа, что приводит к снижению концентрации ПАВ в объеме РЖ и, соответственно, уменьшению толщины адсорбционной пленки, предотвращающей непосредственный контакт поверхностей [3, 4]. Результатом последнего является повышенный износ трибосопряжений и, как следствие, уменьшение ресурса агрегатов.

Из анализа существующих методов и подходов к оцениванию трибологических свойств тонких граничных смазочных слоев известно [5], что для

оценки параметров смазочной пленки наиболее пригодными являются разновидности электрического метода.

Цель исследований. Целью данной работы является определение влияния параметров смазочной пленки РЖ на ресурс гидроагрегатов мобильных машин.

Экспериментальные исследования. В качестве исследуемой смазывающей жидкости применялось гидравлическое масло МГЕ-46В. Свойства РЖ соответствуют ТУ 38 001347-83.

Измерение толщины смазочной пленки РЖ производилось при помощи устройства, схема которого показана на рис.1. За основу был взят метод стопы А.С. Ахматова [1, 4], но вместо пластин были применены шарики. Лабораторное устройство контроля толщины смазочной пленки позволяет оценивать нагрузку разрушения смазочной пленки по изменению электрического сопротивления в контакте.

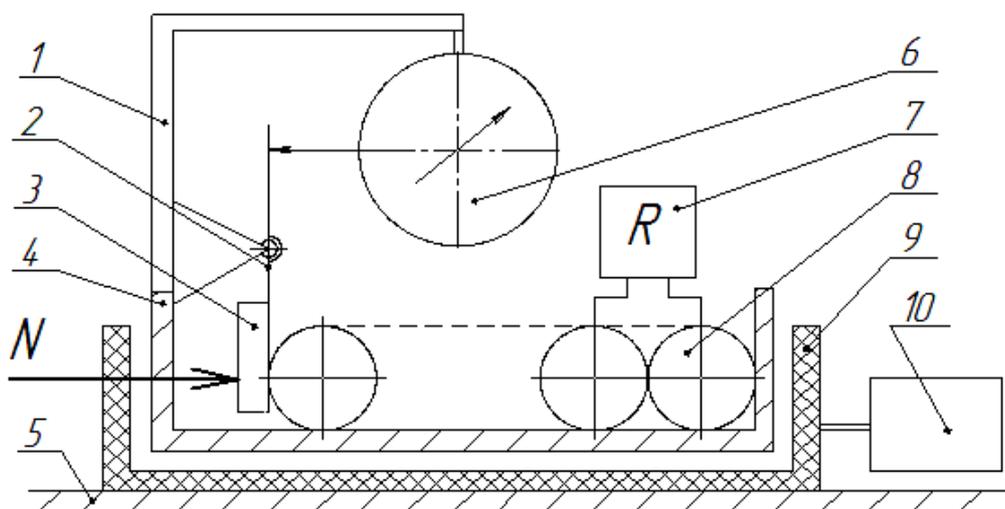


Рис. 1. Схема устройства для измерения толщины смазочной пленки:
1 - штатив; 2 – механизм нагрузки; 3 – толкатель; 4 – емкость с РЖ;
5 - опорная плита; 6 – индикатор; 7 – омметр; 8 – шарики; 9 – нагревательный элемент; 10 – терморегулятор.

Устройство состоит из штатива 1, закрепленного на опорной плите 5. На плите установлен стакан с РЖ 4. В стакане помещаются шарики 8 (Шарик Н 7,938 – 60 ГОСТ 3277-81). Зазор между стенками стакана и шариками $\Delta \geq 0,1 \cdot 10^{-3}$ м. Нагрузка на шары определяется усилием, действующим со стороны механизма нагрузки 2. Толщина смазочной пленки фиксируется индикатором 6, закрепленным на штативе. Электрическое сопротивление при изменении нагрузки фиксируется омметром 7.

Измерение толщины смазочной пленки осуществлялся путем реализации лабораторного эксперимента при следующих условиях: температура РЖ 293 К; РЖ находилась в состоянии поставки; загрязнение РЖ было не ниже десятого класса чистоты по ГОСТ 17216-2001; количество шариков в стопе $n = 30$ штук.

В устройстве нагружение зоны контакта производилось пошагово до разрушения адсорбционного слоя молекул ПАВ. Разрушение смазочного слоя соответствует моменту возникновения металлического контакта сопряжений.

Электрическое сопротивление в контакте R_k , в общем случае, определяется суммой сопротивлений:

$$R = R_{\text{диэл}} + R_p, \quad (1)$$

где $R_{\text{диэл}}$ – электрическое сопротивление в смазочной пленке, Ом; R_p – реактивное сопротивление контакта (без слоя молекул ПАВ), Ом.

По результатам эксперимента получены зависимости изменения электрического сопротивления и толщины пленки ПАВ при изменении нагрузки в контакте, результаты представлены на графике (рис 2).

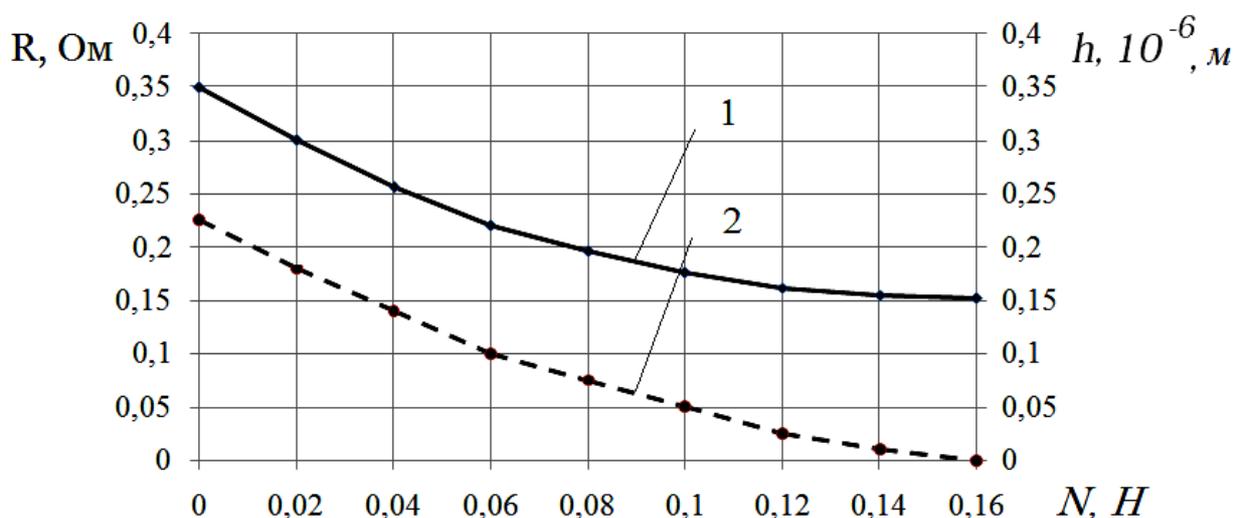


Рис. 2. График зависимостей толщины смазочной пленки (2) и ее электрического сопротивления (1) от нагрузки в контакте сопряжений

Как видно из графика, представленного на рисунке 2, функции толщины смазочной пленки и ее электрического сопротивления носят монотонно убывающий характер с увеличением нагрузки в контакте сопряжений. Толщина смазочной пленки в начальный период достигает $h = 0,248 \cdot 10^{-6}$ м. При этом электрическое сопротивление в контакте составляет $R = 0,35$ Ом.

При прогнозировании долговечности агрегатов гидроприводов важно знать закономерность влияния параметров смазочной пленки в условиях граничной смазки на их ресурс. Поскольку при таком виде смазки защитные функции выполняет только адсорбционный слой молекул ПАВ, то необходимо определить зависимость ресурса гидропривода от толщины такого.

Относительный ресурс гидроагрегатов с учетом параметров смазочной пленки РЖ определяется по зависимости [6]:

$$\xi = \frac{t(h_i)}{t(h_{\text{max}})} = \left(\frac{R_a + h_i}{R_a + h_{\text{max}}} \right)^{y/\beta}, \quad (2)$$

где t – ресурс насоса; h_i и h_{\max} – текущая и максимальная толщины смазочной пленки; R_a – радиус кривизны микронеровностей сопряжений; β – показатель степени; y – показатель кривой усталости.

Для расчета относительного ресурса гидроагрегата показатель y принимаем равным величине, характерной для режима граничной смазки $y = 10$, а максимальную толщину адсорбционной пленки $h_{\max} = 0,248 \cdot 10^{-6}$ м. Радиус кривизны микронеровностей принимаем равным $R_a = 0,16 \cdot 10^{-6}$ м. Показатель степени, для плунжерных пар $\beta = 1,1$.

Результаты расчетов представлены на рисунке 2.

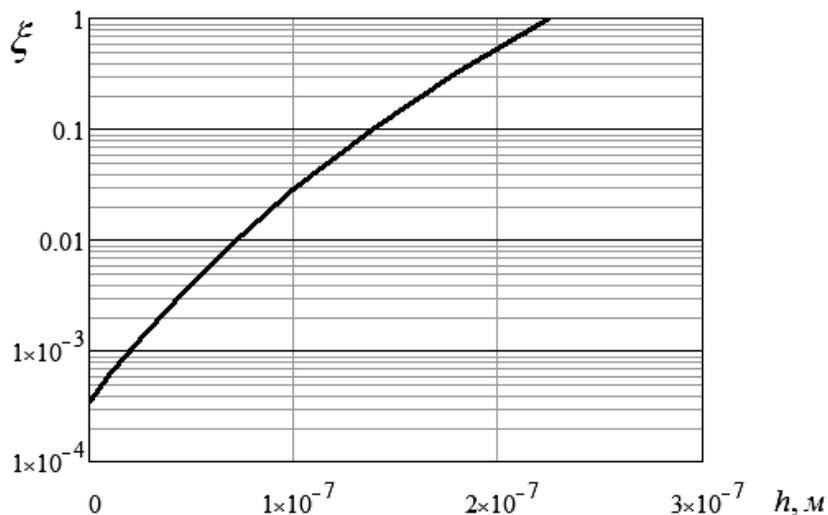


Рис. 3. График зависимости относительного ресурса гидроагрегата от толщины смазочной пленки

Из анализа графика на рисунке 3 видно, что уменьшение толщины смазочной пленки на микронеровностях сопряжений приводит к уменьшению ресурса гидроагрегатов. При уменьшении толщины смазочной пленки в исследуемом диапазоне относительный ресурс уменьшается на 4 порядка.

Выводы. Толщина смазочной пленки и ее электрическое сопротивление носят монотонно убывающий характер с увеличением нагрузки в контакте сопряжений гидроагрегатов.

Ресурс гидропривода существенно зависит от толщины смазочной пленки в условиях граничной смазки и, для ее исследованного диапазона, уменьшается на четыре порядка.

Список использованных источников

1. Чичинадзе А.В. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) / Чичинадзе А.В., Берлинер Э.М., Браун Э.Д. – М.: Машиностроение, 2003. – 576 с.
2. Кондаков Л.А. Рабочие жидкости и уплотнения гидравлических систем / Кондаков Л.А. – М.: Машиностроение, 1982. – 216 с.

3. Проников А.С. Параметрическая надежность машин / Проников А.С. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002. – 560 с.
4. Лысиков Е.Н. Надмолекулярные структуры жидких смазочных сред и их влияние на износ технических систем / Лысиков Е.Н., Косолапов В.Б., Воронин С.В. – Х.: ЭДЭНА, 2009. – 274 с.
5. Кузьменко А.Г. Контакт, трение и износ смазанных поверхностей / А.Г. Кузьменко, А.В. Дыха. – Хмельницкий: ХНУ, 2007. – 344 с.
6. Косолапов В.Б. Влияние толщины смазочной пленки на ресурс гидропривода мобильных машин / В.Б. Косолапов, С.В. Литовка // Технічний сервіс АПК, техніка та технології у сільськогосподарському машинобудуванні: Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2009. – Вип. 76. – С. 387–392.

Анотація

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ МАСТИЛЬНОЇ ПЛІВКИ РОБОЧОЇ РІДИНИ НА РЕСУРС ГІДРОПРИВОДУ МОБІЛЬНИХ МАШИН

Косолапов В.Б., Литовка С.В., Косолапов С.В.

Виконані експериментальні дослідження впливу навантаження в контакті сполучення на товщину мастильної плівки робочої рідини гідроприводу і її електричного опору. Показане, що при зменшенні товщини мастильної плівки робочої рідини гідроприводу і її електричного опору в контакті відбувається зменшення ресурсу сполучень гідроагрегатів мобільних машин.

Abstract

INFLUENCE OF PARAMETERS OF THE LUBRICANT FILM OF THE WORKING LIQUID ON THE RESOURCE OF THE HYDRODRIVE OF MOBILE MACHINES

Kosolapov V., Litovka S., Kosolapov S.

Experimental researches of influence of loading in contact on a thickness of a lubricant film of a working liquid of a hydrodrive and its electric resistance have been executed. It is shown that at reduction of a thickness of a lubricant film of a working liquid of a hydrodrive and its electric resistance in contact occurs reduction of a resource of interfaces of hydrounits of mobile machines.