

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СМАЗОЧНОЙ ПЛЕНКИ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ НА ВЫХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОБЪЕМНОГО ГИДРОПРИВОДА ТРАНСМИССИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Косолапов В.Б., к.т.н., доц.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Литовка С.В., ассист.

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенка

Выполнены экспериментальные исследования влияния несущей способности смазочной пленки рабочей жидкости (РЖ) на скорость изменения объемного коэффициента полезного действия (КПД) гидромотора объемного гидропривода трансмиссии (ОГТ) сельскохозяйственных машин (СХМ). Показано, что уменьшение несущей способности смазочной пленки РЖ в процессе эксплуатации СХМ определяет, при прочих равных условиях, увеличение скорости изменения объемного КПД гидромотора ОГТ.

Введение. Важным условием повышения эксплуатационных характеристик сельскохозяйственных машин (СХМ) является применение гидроприводов. В настоящее время в конструкциях СХМ широко применяются гидравлические исполнительные механизмы для привода рабочих органов, в системах управления, а также в качестве привода трансмиссий. Применение ОГТ является важным условием повышения эксплуатационных характеристик СХМ [1].

Анализ публикаций. По данным многочисленных исследований установлено, что до 70% отказов в работе гидронасыщенных мобильных машин приходится на долю гидропривода [2, 3].

Трансмиссия широко используемого зерноуборочного комбайна Дон-1500 оснащена объемным гидроприводом типа ГСТ-90 [4]. В процессе эксплуатации привода трансмиссии по мере износа рабочих поверхностей увеличиваются зазоры и уменьшается давление нагнетания, что ведет к росту утечек РЖ, а, следовательно, к снижению эффективной мощности ГСТ-90 и, в целом, производительности зерноуборочного комбайна.

Ресурс агрегатов гидропривода во многом определяется физико-химическими свойствами РЖ [5]. Все гидроагрегаты ГСТ-90 периодически работают в условиях неустановившихся режимов нагружения, при которых возникает граничный режим смазки. Разрушение граничной смазочной пленки имеет большое значение для практики, так как может привести к схватыванию, заеданию и повышенному износу сопряженных деталей [3]. Отсюда вытекает значение качества, как поверхностного слоя, так и применяемой РЖ, влияющих на работоспособность элементов гидропривода.

Способность смазочной пленки РЖ разделять поверхности трения определяется прочностью структурированного слоя поверхностно-активных веществ, адсорбированных на поверхности, т.е. его несущей способностью [4].

В процессе эксплуатации гидропривода трансмиссии РЖ стареет [5]. В результате этого происходит ухудшение ее эксплуатационных свойств, в том числе уменьшение несущей способности смазочной пленки РЖ, которое приводит к повышению износа поверхностей сопряжений ОГТ [6].

Цель исследований. Целью данной работы является оценка влияния несущей способности смазочной пленки РЖ на скорость изменения объемного КПД гидромотора ОГТ СХМ.

Результаты исследований. Наиболее дорогостоящими, а также определяющими работоспособность гидромашин на большинстве современных СХМ с ОГТ, являются аксиальнопоршневые насосы и гидромоторы. Наиболее широкое применение нашли аксиальнопоршневые регулируемые насосы с наклонной шайбой марки НП 90 и аксиальнопоршневые нерегулируемые гидромоторы с наклонной шайбой марки МП 90, предназначенные для гидросистем с замкнутой цепью трансмиссий типа ГСТ-90.

Аксиальнопоршневой нерегулируемый гидромотор МП 90 является наиболее тяжелонагруженным агрегатом ОГТ в результате действия неустановившихся внешних нагрузок и внутренних возмущений трансмиссии, действующих на машину, поэтому рассматривался в качестве объекта исследования.

В качестве исследуемой РЖ применялось гидравлическое масло МГЕ-46В с различной наработкой. Отбор проб производился из системы привода трансмиссии зерноуборочного комбайна Дон-1500. Свойства РЖ соответствуют ТУ 38 001347-83. Предварительно определялась несущая способность смазочной пленки РЖ по методике и устройству, описанных в работах [7, 8].

Схема стенда диагностики гидромотора МП-90 представлена на рис. 1.

Стенд работает следующим образом. Испытываемый гидромотор монтируется согласно рис. 1. Прогревается РЖ до рабочей температуры, ($t=323\text{ K}$); рычаг управления сервоцилиндра 4 устанавливается в крайнее положение.

Давление в линии нагнетания 2 создается торможением выходного вала гидромотора 20 нагрузочной станцией. Торможение осуществляется в динамическом режиме, то есть вал гидромотора 20 вращается под заданной нагрузкой. Циклограмма нагружения гидромотора на стенде показана на рис. 2. Для автоматизации контроля параметров и управления в линию нагнетания 2 установлен датчик давления с аналоговым электрическим выходным сигналом 29.

Температура РЖ контролируется термометром 6. В линию низкого давления 5 встроен расходомер 30 (индикатор расхода ИРЭ-200). В линию дренажа 4 встроен расходомер 26 (счетчик жидкости ШЖУ-40/0,6). Параллельно заглушенному каналу клапана подпитки 22 – корпус гидромотора 20 подключался расходомер 25 (счетчик жидкости ШЖУ-40/1,6).

Экспериментальные исследования по влиянию несущей способности смазочной пленки РЖ на скорость изменения объемного КПД гидромотора ОГТ СХМ проводились при следующих условиях: температура РЖ, $t = 323 \text{ K}$; частота вращения приводного вала насоса, $n=25 \text{ с}^{-1}$ (1500 об/мин); наработка РЖ варьировалась в пределах $T = 0..720$ мото-ч с шагом 200 мото-ч; чистота РЖ не ниже 10 класса по ГОСТ 17216-2001; время проведения опыта принималось равным 40 часов; давление в линии нагнетания 26,5 МПа, амплитуда колебания 6МПа, частота колебания 0,2 с (циклограмма на рис. 2).

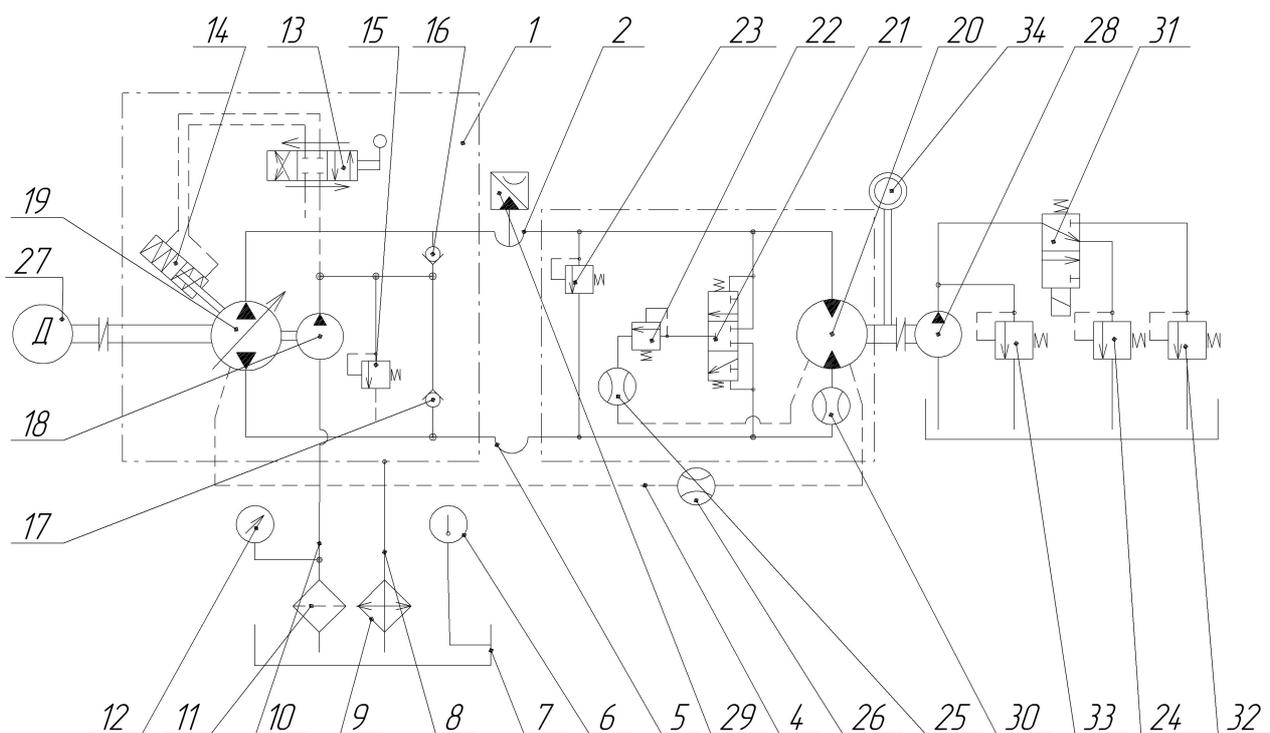


Рис. 1 – Схема стенда диагностики гидромотора:

1 – насос; 2 – гидролиния нагнетания; 3 – гидромотор; 4 – линия дренажа; 5 – гидролиния низкого давления ; 6 – указатель температуры; 7 – бак; 8 – сливная линия; 9 – масляный радиатор; 10 – линия всасывания; 11 – фильтр; 12 – вакуумметр; 13 – распределитель управления; 14 – сервоцилиндр; 15 – предохранительный клапан подпитки; 16, 17 – обратные клапаны; 18 – аксиальноплунжерный насос; 19 – насос подпитки; 20 – аксиальноплунжерный гидромотор; 21 – челночный золотник подпитки; 22 – клапан подпитки; 23, 24, 32, 33 – предохранительные клапаны; 25 – расходомер (счетчик жидкости ШЖУ-40/1,6), 26 – расходомер (счетчик жидкости ШЖУ-40/0,6), 27 – электродвигатель; 28 – нагрузочный насос; 29 – датчик давления; 30 – расходомеры (индикатор расхода ИРЭ-200); 31 – распределитель; 34 – датчик частоты вращения.

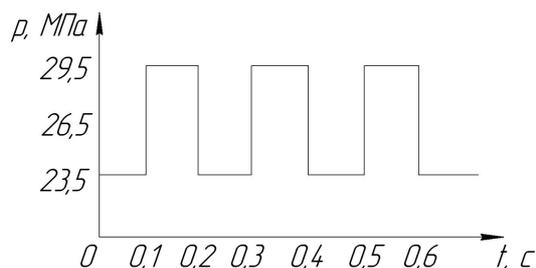


Рис. 2 – Циклограмма нагружения гидромотора на стенде диагностики.

Для проведения эксперимента использовались два новых гидромотора МП-90, изготовленных по ТУ 3 Украины 5786106.010-93.

Объемный КПД гидромотора определяли по зависимости:

$$\eta_{ом} = \frac{V_0 \cdot n_m}{Q_B + Q_D - Q_{кл}}, \quad (1)$$

где: V_0 – рабочий объем гидромотора;

n_m – частота вращения выходного звена гидромотора;

Q_B – расход, измеренный расходомером 30 на выходе их гидромотора;

Q_D – утечки РЖ в дренажную линию;

$Q_{кл}$ – утечки РЖ через клапан подпитки.

Скорость изменения объемного КПД гидромотора определяли по формуле:

$$v_{ом} = \frac{\eta_{ом}^H - \eta_{ом}^K}{T_{оп}}, \quad (2)$$

где: $\eta_{ом}^H, \eta_{ом}^K$ – начальная и конечная величины объемного КПД гидромотора;

$T_{оп}$ – длительность одного опыта.

Результаты проведенного эксперимента по определению влияния несущей способности смазочной пленки РЖ на скорость изменения объемного КПД гидромотора ОГТ СХМ представлены в рис. 3.

Анализ эмпирической функции регрессии, представленной на рис. 3 показывает, что при уменьшении несущей способности смазочной пленки РЖ наблюдается увеличение скорости изменения объемного КПД гидромотора ОГТ СХМ. Данное обстоятельство свидетельствует об увеличении скорости изнашивания поверхностей сопряжений гидромотора и, как следствие, увеличение утечек РЖ.

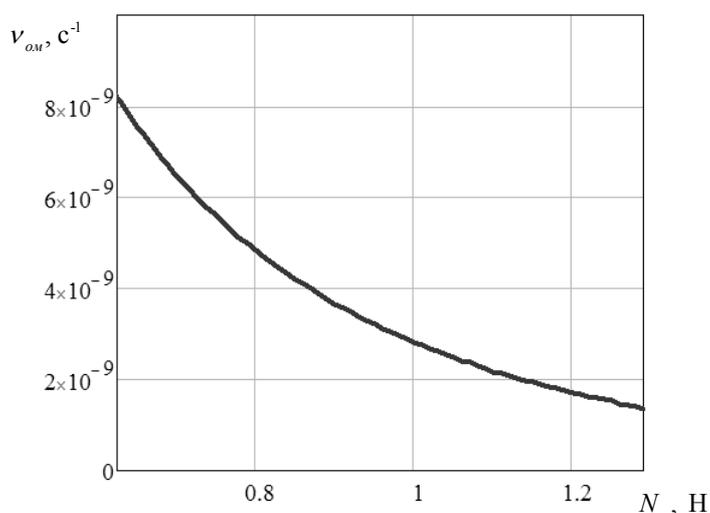


Рис. 3 – Зависимость скорости изменения объемного КПД гидромотора от несущей способности смазочной пленки РЖ.

Вывод. Таким образом, уменьшение несущей способности смазочной пленки РЖ в процессе эксплуатации СХМ определяет, при прочих равных условиях, увеличение скорости изменения объемного КПД гидромотора ОГТ, обусловленного повышенным износом поверхностей сопряжений. Из чего следует, что для предотвращения повышенного износа поверхностей сопряжений ОГТ в процессе эксплуатации СХМ необходимо применение РЖ, несущая способность смазочной пленки которой не превышает предельно-допустимого значения.

Список использованных источников

1. Гідропривід сільськогосподарської техніки: Навчальне видання / О.М. Погорілець, М.С. Волинський, В.Д. Войтюк, С.І. Пастушенко; За ред. О.М. Погорільця. – К.: Вища освіта, 2004. – 368 с: іл.
2. Кондаков Л.А. Рабочие жидкости и уплотнения гидравлических систем / Кондаков Л.А. – М.: Машиностроение, 1982. – 216 с.
3. Надежность объёмных гидроприводов и их элементов / [Беленков Ю.А., Нейман В.Г., Селиванов М.П., Точилин Ю. В.]. – М.: Машиностроение, 1977. – 167 с.
4. Зерноуборочные комбайны «Дон» / Ю.А. Песков, И.К. Мещеряков, Ю.Н. Ярмашев, А.Р. Распопов и др. – М.: Агропромиздат, 1986. – 333 с., ил.
5. Проников А.С. Параметрическая надежность машин / Проников А.С. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002. – 560 с.
6. 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.
7. Косолапов В.Б. Влияние несущей способности смазочной пленки рабочей жидкости гидропривода на ее противоизносные свойства / В.Б. Косолапов, С.В. Литовка // Промислова гідравліка і пневматика. – Вінниця: ВДАУ, 2010. – № 2 (28). – С. 20–23.
8. Литовка С.В. Влияние эксплуатационных параметров рабочей жидкости гидропривода на стойкость адсорбционной пленки к внешней нагрузке в режиме граничного трения / С.В. Литовка // Проблеми трибології. – 2008. – № 4 (59). – С. 22–25.

Анотація

ОЦІНКА ВПЛИВУ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ МАСТИЛЬНОЇ ПЛІВКИ РОБОЧОЇ РІДИНИ НА ВИХІДНІ ПАРАМЕТРИ ОБ'ЄМНОГО ГІДРОПРИВОДУ ТРАНСМІСІЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Косолапов В., Літовка С.

Виконані експериментальні дослідження впливу несучої здатності мастильної плівки робочої рідини на швидкість зміни об'ємного коефіцієнта корисної дії гідромотора об'ємного гідроприводу трансмісії

сільськогосподарських машин. Показано, що зменшення несучої здатності мастильної плівки робочої рідини в процесі експлуатації сільськогосподарських машин визначає, за інших рівних умов, збільшення швидкості зміни об'ємного коефіцієнта корисної дії гідромотора об'ємного гідроприводу трансмісії.

Abstract

ESTIMATION OF INFLUENCE OF LOAD CARRYING CAPACITY OF LUBRICATING FILM OF WORKING LIQUID ON OUTPUT PARAMETERS OF THE TRANSMISSION HYDRODRIVE OF AGRICULTURAL MACHINES

V. Kosolapov, S. Litovka

Experimental researches of influence of load carrying capacity of lubricating film of working liquid for speed of change of volume efficiency of the hydromotor of the transmission hydrodrive of agricultural machines have been executed. It has been shown that reduction of load carrying capacity of lubricating film of working liquid while in service agricultural machines defines, with other things being equal, increase of change rate of volume efficiency of the hydromotor of the transmission hydrodrive.

УДК 621.873

ДИСКРЕТНИЙ МЕТОД СИНТЕЗУ ОПТИМАЛЬНИХ КЕРУВАНЬ ТЕХНІЧНИМИ СИСТЕМАМИ

Ловейкін В.С., д.т.н, Ромасевич Ю.О., к.т.н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Приведено метод синтезу оптимального керування, який дозволяє враховувати обмеження накладені на керування та інші динамічні та кінематичні параметри руху системи. Запропоновано ієрархічну структуру роботи системи керування, яка реалізує оптимальне керування на практиці.

Постановка проблеми. Керування у складних технічних ситемах різної фізичної природи має велике значення, оскільки до них ставляться вимоги найбільш раціонального використання ресурсів, вибору найкращих можливостей програм дій тощо. Це пов'язано з тим, що технічні системи „працюють” з високими енергіями, значними швидкостями, швидкоплинними процесами. Усе це визначає проблеми, які становлять предмет теорії оптимального керування.

Аналіз досліджень та публікацій. Загальна постановка задачі оптимального керування така: необхідно знайти оптимальне керування, яке знаходиться у області допустимих керувань і яке переводить технічну систему з одного стану у інший при екстремізації деякого критерію, який відображає