

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ ГИДРОПРИВОДОВ МОБИЛЬНЫХ МАШИН СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕМ ИХ ДИАГНОСТИКИ

Пимонов И.Г., к.т.н.; Фомин Р.А., бакалавр

Харьковский национальный автомобильно – дорожный университет

Работа посвящена решению проблемы повышения надёжности гидроприводов мобильных машин совершенствованием их диагностирования. В статье обосновывается рациональная глубина диагностирования и устанавливаются зависимости, позволяющие значения параметров, полученных при специальных режимах диагностирования, привести к стандартным нормативам технического состояния гидроагрегатов и уменьшить погрешность диагностирования.

Постановка проблемы и анализ существующих решений.

Эффективность эксплуатации мобильных машин, определяемая получаемой прибылью, в значительной мере зависит от надёжной работы их гидропривода. Применение качественной диагностики при эксплуатации гидропривода позволяет обеспечить его надёжность и организовать эффективную систему эксплуатации и ремонта. По этой системе основной и дорогостоящий ремонт или замена делается по фактическому состоянию гидроагрегата, а необходимость и прогнозирование такого ремонта устанавливается бортовой системой диагностирования или в процессе периодического технического обслуживания, сочетаемого с диагностированием [1, 2, 3].

Качество диагностирования определяется, в основном, его стоимостью и достоверностью, а также другими необходимыми показателями, которые зависят от роли диагностики в системе эксплуатации и ремонта машин, от решаемых диагностикой задач и от области применения и глубины диагностики [1, 2, 3, 4]. Метод диагностирования, основанный на измерении определяющего параметра в одной точке гидропривода [5, 6], позволяет существенно уменьшить необходимое количество встраиваемого оборудования и, следовательно, его стоимость. Однако в этом случае последний гидроагрегат в цепочке последовательно соединённых элементов (насос – распределитель - гидродвигатель) диагностируется при частоте вращения, отличающейся от установленной стандартами. В

работе повышение надёжности гидропривода достигается уменьшением погрешности диагностирования. Уменьшение погрешности обеспечивается установлением количественной зависимости между значениями диагностических параметров, полученных методом измерения определяющего параметра в одной точке и стандартными нормативами технического состояния.

Обоснование рациональной глубины диагностирования.

Глубина диагностирования, являющаяся одним из показателей его качества, устанавливается на уровне всего гидропривода, его отдельного гидроагрегата или детали гидроагрегата [4, 7]. Изменение определяющего диагностического параметра (внутренних перетечек) насосов и гидромоторов от исправного до предельно изношенного измеряется десятками литров в минуту [3]. Величина внутренних перетечек распределителей соответственно возрастает от 50-100 до 300-900 см³/мин. Предельные значения утечек, возникающих в процессе эксплуатации гидроцилиндров, составляют 0.5-3 см³/мин. Указанные изменения технического состояния гидроагрегатов увеличивают продолжительность рабочей операции соответственно: насос - приблизительно в 1.5 раза; распределитель - на 2...3%, что лежит в пределах погрешности средств измерений, применяемых при диагностировании; гидроцилиндр практически не оказывает влияния на время рабочей операции. Следовательно, на диагностический параметр, определяющий общее техническое состояние всего гидропривода (время рабочего цикла, давление, КПД гидропривода), оказывает влияние только техническое состояние насоса. При глубине диагностирования на уровне всего гидропривода техническое состояние распределителя и гидроцилиндра не определяется.

На ремонтном заводе диагностируются отдельные отремонтированные гидроагрегаты, которые и определяют необходимую глубину диагностирования.

В эксплуатирующей организации основной задачей диагностики является контроль текущего технического состояния гидроагрегата, прогнозирование ресурса его работы.

Следовательно, глубина диагностирования на уровне всего гидропривода является недостаточной, т.к. не позволяет определить техническое состояние распределителей и гидроцилиндров и обеспечить их надёжность. Локализация неисправности на уровне гидроагрегата является, в основном, необходимой и достаточной глубиной для диагностирования на заводах – изготовителях, ремонтных заводах и в эксплуатирующих организациях. Более глубокое диагностирование, например, до детали гидроагрегата или её элемента, чаще всего, оказывается неостребованным во всех областях применения диагностики [4,5].

Установление зависимости между частотой вращения и внутренними перетечками аксиально – поршневого насоса (гидромотора).

Достоинства этих насосов способствуют широкому их применению на мобильных машинах. Уменьшение коэффициента подачи в этих насосах происходят вследствие возрастания внутренних перетечек по поршневым зазорам и по зазорам в их распределителях. Уравнение расхода рабочей жидкости гидромотора, который диагностируется в режиме насоса, выглядит следующим образом [5, 8, 9]

$$F_1 = nV_0 - Q_{yn} - Q_{yp} - Q_n = 0 \quad (1)$$

$$Q_{yn} = \pi d \left(\frac{p S_n^3}{12 \mu L} + \frac{V_{cp} S_n}{2} \right) n_n \quad (2)$$

$$Q_{yp} = \left(p - \frac{3 \rho \omega^2}{20} (r_2^2 - r_1^2) \right) \frac{\pi S_{pn}^3}{6 \mu \ln \frac{r_1}{r_2}} \quad (3)$$

$$V_{cp} = \frac{R \omega \sin \gamma \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin \alpha \, d\alpha}{\frac{\pi}{2}} \quad (4)$$

где nV_0 , Q_{yn} , Q_{yp} , Q_n - соответственно подача, внутренние перетечки (утечки) по поршневым зазорам, по зазорам в распределителе насоса и его производительность; d – диаметр поршня; $p = p_0 - p_1$ – соответственно номинальное давление на входе и на выходе насоса; S_n – зазор между поршнем и гильзой; $\mu = \nu \cdot \rho$ – динамическая вязкость; ν – кинематическая вязкость; $\rho = \frac{\gamma}{g}$ – плотность рабочей

жидкости; γ – объемный вес (весовая плотность); g – ускорение силы тяжести; L – длина уплотняемого участка; V_{cp} – средняя скорость движения поршня; γ – угол между осями цилиндрического блока и наклонной шайбы; $\alpha = \omega t$ – текущий угол поворота цилиндрического блока; ω – угловая скорость; r_1 – внутренний радиус; r_2 – внешний радиус; S_{pn} – зазор в распределителе.

Используя полученные зависимости, определяем относительные изменения внутренних перетечек (например, насоса – гидромотора АПН 210)

$$k = \frac{Q_{ni}}{Q_n} \quad (5)$$

где Q_n, Q_{ni} , - соответственно утечки при номинальной частоте вращения, регламентируемой стандартами, и при частоте диагностирования.

Чем выше коэффициент подачи, то есть чем меньше зазоры в гидроагрегате (рис.1), тем большее влияние частоты вращения на утечки. Гидромоторы с коэффициентом подачи 0,95 в зависимости от частоты вращения изменяют свои утечки в 1,75 раза, а с коэффициентом подачи 0,6, - в 1,16 раза, что вносит существенную методическую погрешность диагностирования. Значение утечек в гидромоторе Q_n , при регламентированной частоте его вращения, отличается от утечек в заторможенном гидромоторе Q_0 , которые измеряются при диагностировании, на величину $Q_{он}$ т.е. $Q_n = Q_0 - Q_{он}$ (рис.2)

Используя метод наименьших квадратов и аппроксимируя зависимость полиномом второй степени, выражаем неизвестное нам $Q_{он}$ через Q_0 , которое измеряется в процессе диагностирования

$$Q_{он} = -4,7 \cdot 10^{-6} \cdot Q_0^2 + 0,1267 Q_0 + 583 \quad (\text{см}^3/\text{мин}) \quad (6)$$

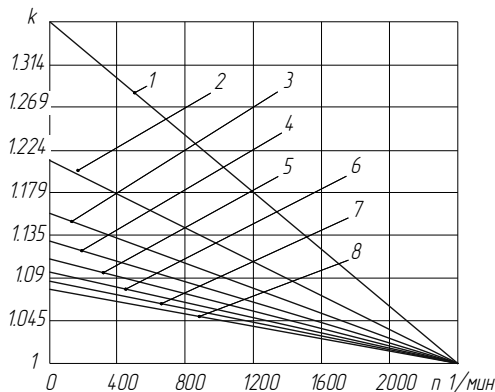


Рис. 1. Влияние частоты вращения аксиально – поршневого насоса на относительное изменения внутренних перетечек:

1- $\eta = 0,95$; 2- $\eta = 0,90$; 3- $\eta = 0,85$; 4- $\eta = 0,80$; 5- $\eta = 0,75$;
6- $\eta = 0,70$; 7- $\eta = 0,65$; 8- $\eta = 0,60$

Тогда техническое состояние гидромотора определяется по формуле

$$\eta = 1 - \frac{Q_n}{nV_0} = 1 - \frac{Q_0 - 4,7 \cdot 10^{-6} \cdot Q_0^2 + 1,1267 Q_0 + 583}{nV_0} \quad (7)$$

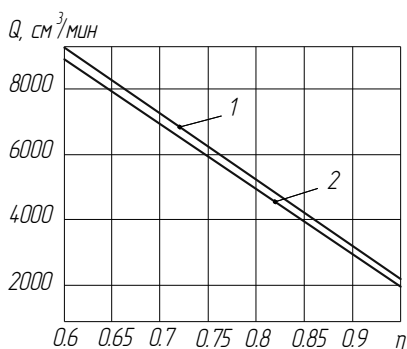


Рис.2. Значение регламентированных внутренних перетечек (1) и получаемых при диагностировании (2)

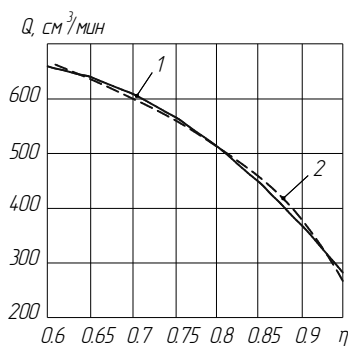


Рис.3. Действительные значения корректирующего параметра (1) и аппроксимация его значения полиномом второй степени (2)

Равенство (7) выполняется с погрешностью менее 0,5% (рис.3), что лежит в пределах погрешности средств измерений, применяемых при диагностировании.

Выводы

1. Диагностирование рационально проводить на глубину отдельного гидроагрегата.
2. Полученные зависимости позволяют: уменьшить методическую погрешность диагностирования с 75 ... 16% до 0.5%, повысить качество диагностирования измерением определяющего параметра в одной точке, реализовать преимущества этого метода и повысить надёжность гидропривода мобильной машины.

Список использованных источников

1. Анилович В.Я., Карпов В.Г. Обеспечение надёжности машин сельскохозяйственной техники. Киев: «Техніка», 1989. – 125 с.
2. Анилович В.Я., Гринченко А. С., Литвиненко В.Л. Надёжность машин в задачах и примерах. Харків: Око, 2001. – 320
3. Александровская Л. Н., Афанасьев А. П., Лисов А. А. Современные методы обеспечения безотказности сложных технических систем. - М.: Логос, 2001.-206 с.
4. Сергеев А.Г. Точность и достоверность диагностики автомобиля. М.: Транспорт, 1980.- 191 с.
5. Пимонов И.Г. Повышение эффективности эксплуатации строительных машин совершенствованием бортового диагностирования их гидроприводов. // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета, сборник научных трудов. – Харьков: РИО 212

ХНАДУ. – 2004. – вып. 27. - С. 187 – 192.

6. Венцель Е.С., Лысыков Е.М., Пимонов И.Г. Способ диагностирования гидропривода. Патент на изобретение №79132. МПК (2006), F15B 19/00, F04B 51/00

7. Техническая диагностика гидравлических приводов. /Т.В. Алексеева, В.Д. Бабанская, Т.М. Башта и др.; Под общ. ред. Т.М. Башты. - М.: Машиностроение, 1989.-264с.

8. Башта Т.М. Машиностроительная гидравлика: Справочное пособие. - М.: Машиностроение, 1971.- 672 с.

9. Осипов А.Ф. Объемные гидравлические машины коловратного типа М.: Машиностроение, 1971.- 208 с.

Анотація

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ГІДРОПРИВОДІВ МОБІЛЬНИХ МАШИН ВДОСКОНАЛЕННЯМ ЇХ ДІАГНОСТИКИ

Пімонов І.Г., Фомін Р.О.

Робота присвячена рішення проблемі підвищення надійності гідроприводів мобільних машин удосконалюванням їхнього діагностування. У статті обґрунтовується раціональна глибина діагностування й установлюються залежності, що дозволяють значення параметрів, отриманих при спеціальних режимах діагностування, привести до стандартних нормативів технічного стану гідроагрегатів і зменшити погрешність діагностування.

Abstract

PROVIDING RELIABILITY OF MOBILE MACHINES HYDROLIC DRIVES BY MEANS OF IMPROVING THEIR DIAGNOSTICS

I. Pimonov, R. Fomin

The work is devoted to the problem of increasing mobile machines hydraulic drives reliability by means of improving their diagnostics. In the article diagnostics rational intensity has been substantiated. Dependences allowing to bring parameter values obtained under special diagnostic modes to the standard technical state of hydraulic aggregates and reduce diagnostic errors have been determined.