

УДК 629.113-592.004.58

**МЕТОД ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СТЕПЕНИ ИЗНОСА  
ФРИКЦИОННЫХ ДИСКОВ ГИДРОПОДЖИМНЫХ МУФТ  
КОРОБОК ПЕРЕДАЧ КОЛЕСНЫХ И ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН**

**Ю.Д. Карпиевич<sup>1</sup>** д.т.н., доцент, зав. кафедрой,  
**Ю.М. Жуковский<sup>1</sup>** к.т.н., доцент, **И.И. Бондаренко<sup>1</sup>**, **Н.Г. Мальцев<sup>2</sup>**  
<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
<sup>2</sup>СП «Технотон», г. Минск, Республика Беларусь

**Введение**

Важнейшими задачами, стоящими перед автотракторной промышленностью Республики Беларусь, являются повышение технического уровня, производительности, надежности, долговечности и конкурентоспособности колесных и гусеничных машин. Решению этих задач, наряду с другими мероприятиями, способствует применение на машинах систем бортового диагностирования их узлов и агрегатов.

Сложившийся в прошлом столетии и получивший наибольшее распространение регламентный характер контрольно-диагностических работ не может обеспечить поддержания требуемого уровня технического состояния колесных и гусеничных машин, так как не учитывает индивидуальные особенности каждой машины, условия её эксплуатации, технического обслуживания и проведенные ранее ремонтные воздействия. Внешние средства диагностирования при их эпизодическом использовании также не позволяют своевременно выявлять постепенные и внезапные отказы. Именно стремление снять указанные ограничения стимулировало разработку бортовых систем диагностирования колесных и гусеничных машин.

Бортовая диагностика машин позволяет перейти к их техническому обслуживанию по фактической необходимости и за счет этого предотвратить, с одной стороны, возможность эксплуатации неисправных машин, а с другой – избежать необоснованных простоев, материальных и трудовых затрат.

**Основная часть**

С повышением энергонасыщенности тракторов, массы и рабочих скоростей тракторных агрегатов интенсифицируются рабочие процессы во многих узлах тракторов, в частности в гидроподжимных фрикционных муфтах коробок передач с переключением под нагрузкой. Поскольку в период буксования муфты имеет место относительное угловое перемещение фрикционных элементов при наличии сил трения, то неизбежен износ их рабочих поверхностей. Износ будет тем интенсивнее, чем чаще включается муфта и больше работа трения за одно включение.

Частота включения муфты определяется размерами и рельефом поверхности поля, видом выполняемой работы, составом агрегата и квалификацией водителя и поэтому влиять на уменьшение частоты включения муфты практически невозможно. Что же касается численного значения работы трения за одно включение, то его можно регулировать в определенных пределах за счет выбора рационального закона включения или рационального режима работы агрегата в период включения муфты.

Работа трения муфты за одно включение, в свою очередь, не остается постоянной. Она зависит от вида выполняемой операции, состава агрегата, почвенно-дорожного фона, номера включаемой передачи в коробке передач, квалификации оператора и т.п.

Авторами работы предложен метод бортового диагностирования степени износа фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробок передач.

Структурная схема системы бортового диагностирования, степени износа фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробок передач представлена на рисунке 1.

Бортовой компьютер, работа которого поддерживается источником питания, постоянно проводит опрос датчиков угловых скоростей ведущих и ведомых дисков гидроподжимной муфты коробки передач и датчика давления (датчика крутящего момента двигателя внутреннего сгорания), сопоставляет полученные значения с установленными граничными условиями и принимает решение о дальнейшем функционировании системы. Для отображения информации предусмотрено специальное устройство.

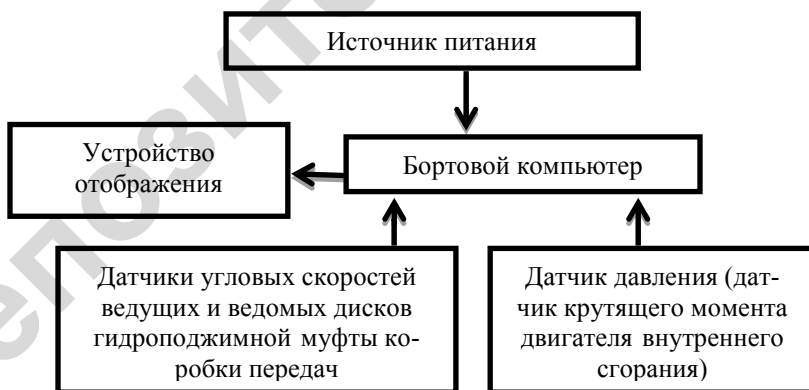


Рис. 1 – Структурная схема системы бортового диагностирования, степени износа фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробок передач

Предлагаемый метод диагностирования степени износа фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробок передач отличается от традиционных, основанных на непосредственном измерении толщины пакета фрикционных дисков.

Процессы трения и износа фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробок передач носят ярко выраженный нестационарный характер. Это означает, что для оценки надежности и долговечности пар трения недостаточно располагать только отдельными, даже весьма важными показателями, такими как нагрузка на фрикционные элементы пар трения и скорость скольжения. Для такой оценки необходимы обобщающие, комплексные показатели, одним из которых является работа трения [1], зависящая от момента трения муфты, определяемого крутящим моментом двигателя.

Измеритель крутящего момента двигателя внутреннего сгорания колесных или гусеничных машин (рисунок 2) содержит гидравлические цилиндры 1, перепускные клапаны 2, обратный клапан 4, шток-поршни 6, рабочее тело в виде жидкости 7, трубопроводы 8, датчик давления 5. Двигатель внутреннего сгорания, входящий в состав устройства прогнозирования степени износа и величины остаточного ресурса фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробок передач, состоит из блок-картера 3, к которому крепятся рычаги 10.

Двигатель внутреннего сгорания установлен на опорах 9 рамы машины и имеет возможность поворачиваться на некоторый угол относительно коробки передач, закрепленной на раме неподвижно.

Измеритель крутящего момента включается в работу во время запуска двигателя внутреннего сгорания и работает от бортовой электросети машины.

В процессе работы двигателя внутреннего сгорания бортовой компьютер постоянно считывает и запоминает значения информационных сигналов от измерителя крутящего момента двигателя, в котором имеется датчик давления, и значения информационных сигналов от датчиков угловых скоростей ведущих и ведомых дисков гидроподжимной муфты коробки передач.

При включенной передаче крутящий момент передается трансмиссии, а двигатель внутреннего сгорания стремится повернуться на некоторый угол относительно коробки передач, закрепленной неподвижно на раме. Рычаги 10 выполнены за одно целое с блок-картером 3 двигателя и передают усилия на шток-поршни 6 двух гидроцилиндров 1. Крутящий момент двигателя измеряется путем регистрации реактивного момента, действующего на блок-картер. Реактивный момент, возникающий на блок-картере двигателя, через рычаги 10 воспринимается двумя гидравлическими цилиндрами 1, закрепленными неподвижно относительно рамы машины и гидравлически связанных с датчиком давления 5. В замкнутой гидравлической системе возникает избыточное давление, пропорциональное крутящему моменту двигателя внутреннего сгорания. Избыточное давление рабочей жидкости датчиком давления 5 преобразуется в информационный сигнал.

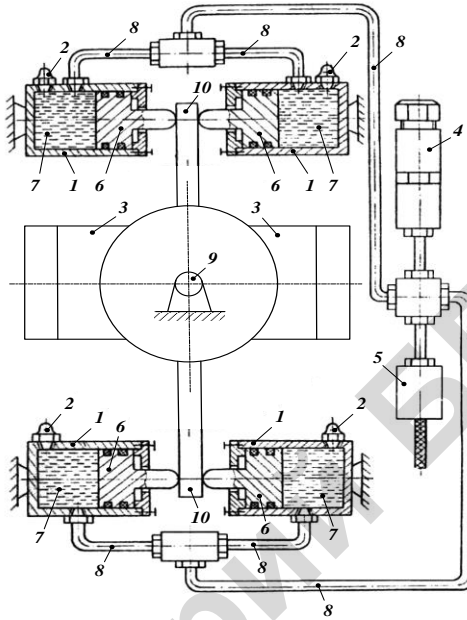


Рис. 2 – Измеритель крутящего момента двигателя внутреннего сгорания

Значения информационных сигналов от измерителя крутящего момента двигателя, а также значения информационных сигналов от датчиков угловых скоростей ведущих и ведомых дисков гидроподжимной муфты коробки передач поступают в бортовой компьютер. Бортовой компьютер определяет работу трения фрикционных дисков каждой гидроподжимной муфты путем интегрирования по времени произведения значений информационных сигналов от измерителя крутящего момента двигателя на разность значений информационных сигналов от датчиков угловых скоростей ведущих и ведомых дисков гидроподжимной муфты коробки передач, взятых по модулю.

После полного включения гидроподжимной муфты разность значений информационных сигналов от датчиков угловых скоростей ведущих и ведомых дисков муфты равна нулю и работа трения в муфте отсутствует.

Полученные после каждого включения или выключения муфты значения работы трения суммируются со значениями, полученными при предыдущих включениях и выключениях муфты, а общая сумма работ трения сравнивается с заранее заданным значением работы трения фрикционных дисков, соответствующим предельно допустимому износу фрикционных дисков, и определяется степень износа муфты, например в процентах.

Алгоритм вычислений можно записать следующим образом:

$$L = \int_0^t M_T |(\omega_g - \omega_k)| dt, \quad \Delta = \frac{\sum_{p=1}^n L_p}{L_0} \cdot 100,$$

где  $L$  – текущие значения работ трения фрикционных дисков гидроподжимной муфты;  $\omega_g$  и  $\omega_k$  – угловые скорости ведущих и ведомых дисков гидроподжимной муфты коробки передач соответственно;  $t$  – время трения фрикционных дисков гидроподжимной муфты;  $M_T$  – крутящий момент двигателя внутреннего сгорания;  $\Delta$  – степень износа фрикционных дисков гидроподжимной муфты;  $p = 1, 2 \dots n$  – количество включений и выключений муфты;  $L_0$  – значение работы трения, соответствующее предельно допустимому износу фрикционных дисков гидроподжимной муфты (определяется экспериментально).

### **Заключение**

Предложенный метод бортового диагностирования степени износа фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробок передач позволит оперативно, в любой момент времени эксплуатации колесной или гусеничной машины определять остаточный ресурс фрикционных дисков каждой гидроподжимной муфты, а также прогнозировать время их замены.

### **Литература**

1. Сцепления транспортных и тяговых машин/ И.Б. Барский и др. – М: Машиностроение, 1989. - 320с.

**УДК 621.43**

## **ТЕРМОСТАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ**

**В.Е. Тарасенко, к.т.н., доцент, А.И. Якубович, д.т.н., доцент**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

### **Введение**

Температурный режим двигателя может обеспечиваться за счет изменения расхода жидкости через радиатор. На двигателях расход жидкости регулируется с помощью клапана или дросселирующей заслонки, управляемых термо-