

ЛИТЕРАТУРА

1. **Гуськов, В. В.** Оптимальные параметры сельскохозяйственных тракторов / В. В. Гуськов. – М.: Машиностроение, 1963. – 195 с.
2. **Тракторы.** Теория / В. В. Гуськов [и др.] / под ред. В. В. Гуськова. – М.: Машиностроение, 1982. – 376 с.
3. **Многоцелевые** гусеничные и колесные машины: теория / В. П. Бойков [и др.] / под общ. ред. В. П. Бойкова. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2012. – 543 с.

REFERENCES

1. **Guskov, V. V.** (1963) *Optimum Parameters of Agricultural Tractors*. Moscow: Mashinostroenie.
2. **Guskov, V. V.** (1982) *Tractors. Theory*. Moscow: Mashinostroenie.
3. **Boikov, V. P.** (2012) *Track-Layer and Wheel Machines. Theory*. Minsk: Novoye Znanie.

Поступила 13.06.2013

УДК 629.113-592.004.58

**РАБОТА ТРЕНИЯ КАК ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ
СТЕПЕНИ ИЗНОСА ФРИКЦИОННЫХ ДИСКОВ
ГИДРОПОДЖИМНЫХ МУФТ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ**

*Докт. техн. наук КАРПИЕВИЧ Ю. Д., канд. техн. наук, доц. ЛОВКИС В. Б.,
инж. БОНДАРЕНКО И. И.*

Белорусский государственный аграрный технический университет

E-mail: irinabondarenko1980@mail.ru

**FRictional WORK AS INTEGRAL INDICATOR OF WEAR-OUT RATE
FOR FRICTION DISCS OF GEAR BOX HYDROCOMPRESSING CLUTCHES**

KARPIEVICH Yu. D., LOVKIS V. B., BONDARENKO I. I.

Belarusian State Agrarian Technical University

Разработана новая методика бортового диагностирования степени износа фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробок передач, в основу которой положен физический процесс использования работы трения как интегрального показателя.

Ключевые слова: степень износа, работа трения, интегральный показатель.

Ил. 2. Библиогр.: 1 назв.

A new methodology for an on-board diagnosis of wear-out rate for friction discs of gear box hydro-compressing clutches has been developed in the paper. The methodology is based on physical process that uses friction work as an integral indicator.

Keywords: wear-out rate, friction work, integral indicator.

Fig. 2. Ref.: 1 title.

Введение. В условиях рыночных отношений одной из основных задач, стоящих перед промышленностью Республики Беларусь, является повышение технического уровня, надежности и конкурентоспособности колесных и гусеничных машин. Бортовое диагностирование улучшает качество колесных и гусеничных машин, повышает надежность их агрегатов и узлов.

Сложившийся в прошлом столетии и получивший наибольшее распространение регламентный характер контрольно-диагностических работ не может обеспечить требуемый уровень технического состояния колесных и гусеничных машин, так как не учитывает индивидуальные особенности каждой машины, условия ее эксплуатации, техническое обслуживание и проведенные ранее ремонтные воздействия.

Внешние средства диагностирования также не позволяют своевременно выявлять внезапные отказы, что отрицательно сказывается на безопасности, а в силу планово-предупредительного или эпизодического характера контрольно-диагностических работ недостаточно эффективны при выявлении постепенных отказов. Именно стремление снять указанные ограничения стимулировало у нас в республике и за рубежом разработку бортовых систем диагностирования колесных и гусеничных машин.

Бортовая диагностика как элемент конструкции колесных и гусеничных машин позволит перейти к их техническому обслуживанию по фактической необходимости и за счет этого исключить, с одной стороны, возможность эксплуатации неисправных колесных и гусеничных машин, а с другой – необоснованные простои, материальные и трудовые затраты, например при преждевременной замене гидроподжимных муфт.

Методика диагностирования. Необходимость создания подобных систем вызвана тем, что у большинства колесных и гусеничных машин при проведении диагностических работ отмечаются значительные отклонения параметров, характеризующих их техническое состояние до проведения диагностических работ. То есть колесные и гусеничные машины эксплуатируются в ряде случаев при недопустимых или критических режимах, что отрицательно сказывается на работоспособности узлов, безопасности движения, экологических, экономических и других показателях.

Часть колесных и гусеничных машин, находящихся в технически исправном состоянии, в соответствии с графиком проведения регламентных работ подвергается преждевременному диагностированию или техническому обслуживанию, т. е. очевидны необоснованные трудовые и материальные затраты. Таким образом, бортовое диагностирование технического состояния узлов и агрегатов колесных и гусеничных машин, и в частности степени износа фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробок передач, является весьма актуальной задачей.

С повышением энергонасыщенности тракторов и рабочих скоростей тракторных агрегатов интенсифицируются рабочие процессы во фрикционных муфтах, возрастают динамиче-

ская нагруженность элементов механических трансмиссий, работа и мощность трения их фрикционных муфт при разгоне тракторных агрегатов и переключении передач. Особенно фрикционных муфт – передача крутящего момента за счет сил трения. Поскольку в период буксования муфты имеет место относительное перемещение фрикционных элементов при наличии сил трения, неизбежен износ рабочих поверхностей муфт. Износ этот тем интенсивнее, чем чаще включается муфта и больше работа трения за одно включение.

Частота включения муфты определяется размерами и микрорельефом поверхности поля, видом выполняемой работы, составом агрегата и квалификацией водителя, поэтому повлиять на уменьшение частоты включения муфты практически очень трудно. 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 сельскохозяйственной операции, состава агрегата, почвенно-дорожного фона, номера включаемой передачи коробки, квалификации тракториста и др.

Рассмотрим новый 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 рис. 1.

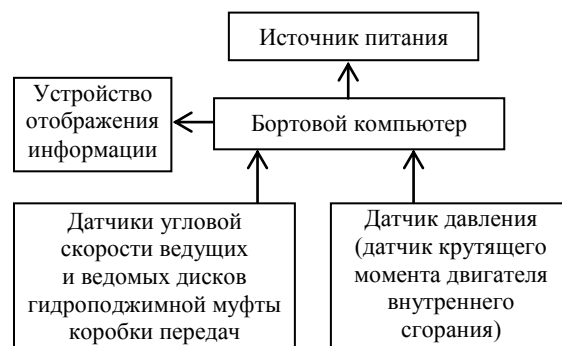


Рис. 1. Структурная схема системы бортового диагностирования, степени износа фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробок передач

Бортовой компьютер, работа которого поддерживается источником питания, постоянно проводит опрос датчиков угловой скорости ведущих и ведомых дисков гидроподжимной муфты коробки передач колесных и гусеничных машин 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.

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 фрикционном контакте и скорость скольжения. Здесь необходимы обобщающие, комплексные показатели, одним из которых является работа трения [1].

Измеритель крутящего момента двигателя внутреннего сгорания показан на рис. 2.

Измеритель крутящего момента двигателя внутреннего сгорания колесных и гусеничных машин 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 (рис. 2), входящий в состав устройства прогнозирования степени износа и величины остаточного ресурса фрикционных дисков гидроподжимных муфт коробок передач колесных и гусеничных машин, состоит из блок-картера 3, к которому крепятся рычаги 10. Двигатель внутреннего сгорания установлен на опоре 9 и имеет возможность поворачиваться на некоторый угол относительно коробки передач, закрепленной неподвижно на раме.

Работает измеритель крутящего момента двигателя внутреннего сгорания следующим образом. Он включается во время запуска двигателя внутреннего сгорания и работает от борто-

вой электросети колесной или гусеничной машины. В процессе работы двигателя внутреннего сгорания колесных и гусеничных машин бортовой компьютер постоянно считывает и запоминает значения информационных сигналов от измерителя крутящего момента двигателя внутреннего сгорания, в котором имеются датчик давления и значения информационных сигналов от датчиков угловой скорости 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.

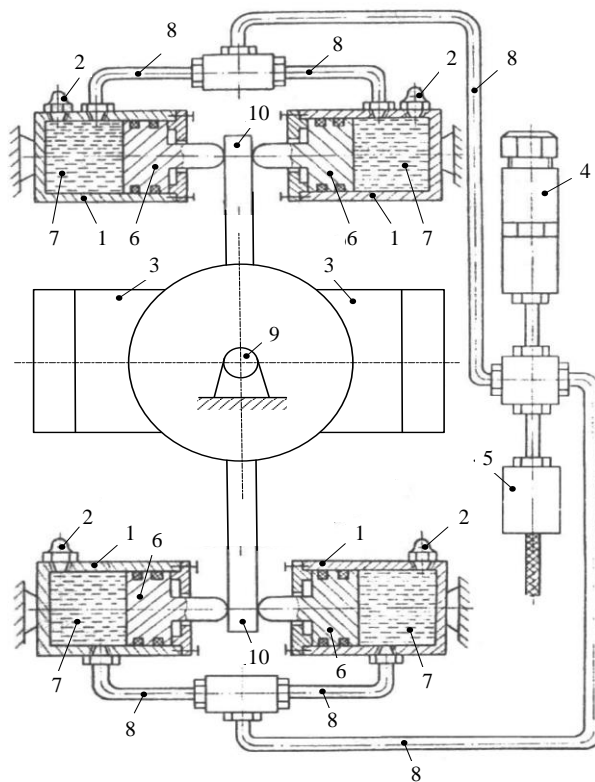


Рис. 2. Измеритель крутящего момента двигателя внутреннего сгорания

Рычаги 10 выполнены за одно целое с блок-картером двигателя внутреннего сгорания и передают усилия на шток-поршни двух гидrocилиндров 1. Крутящий момент двигателя внутреннего сгорания измеряется путем регистрации реактивного момента, действующего на блок-картер. Реактивный момент, возникающий на блок-картере двигателя внутреннего сгорания, через рычаги воспринимается двумя

гидравлическими цилиндрами 1, закрепленными неподвижно относительно рамы колесных и гусеничных машин и гидравлически связанных между собой датчиком давления. В замкнутой гидравлической системе возникает избыточное давление, пропорциональное крутящему моменту двигателя внутреннего сгорания. Избыточное давление рабочего тела в виде жидкости 7 с помощью датчика давления преобразуется в информационный сигнал.

Значения информационных сигналов от измерителя крутящего момента двигателя внутреннего сгорания, в котором установлен датчик давления, а также значения информационных сигналов от датчиков угловой скорости ведущих и ведомых дисков гидроподжимной муфты коробки передач колесных и гусеничных машин поступают в бортовой компьютер. После этого он определяет работу трения фрикционных дисков каждой гидроподжимной муфты колесных и гусеничных машин путем интегрирования по времени произведения значений информационных сигналов от измерителя крутящего момента двигателя внутреннего сгорания на разность значений информационных сигналов от датчиков угловой скорости ведущих и ведомых дисков гидроподжимной муфты коробки передач, взятых по модулю.

В случае полного включения гидроподжимной муфты разность значений информационных сигналов от датчиков угловой скорости ведущих и ведомых дисков гидроподжимной муфты коробки передач, взятых по модулю, равна нулю. Тогда работа трения фрикционных дисков гидроподжимной муфты отсутствует.

Полученные значения работы трения фрикционных дисков для каждой гидроподжимной муфты и после каждого ее включения и выключения муфты прибавляются к сумме, полученной при предыдущих включениях и выключениях муфты. Общая сумма значений работы трения фрикционных дисков гидроподжимной муфты делится на наперед заданное числовое значение работы трения фрикционных дисков гидроподжимной муфты, соответствующее

предельно допустимому износу ее фрикционных дисков. Затем это соотношение умножают на 100 % и определяют процент износа фрикционных дисков каждой гидроподжимной муфты колесных и гусеничных машин. Все это 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 – текущее значение работы трения фрикционных дисков гидроподжимной муфты; ω_g , ω_k – угловая скорость ведущих и ведомых дисков гидроподжимной муфты коробки передач соответственно; t – время трения фрикционных дисков гидроподжимной муфты; M_T – крутящий момент двигателя внутреннего сгорания; Δ – степень износа фрикционных дисков гидроподжимной муфты; $p = 1, 2, \dots, n$, n – количество включений и выключений муфты; L_0 – числовое значение работы трения, соответствующее предельно допустимому износу фрикционных дисков гидроподжимной муфты (определяется экспериментально).

ВЫВОД

Использование работы трения как интегрального показателя при определении степени износа фрикционных дисков гидроподжимной муфты позволит оперативно в любой период эксплуатации колесных и гусеничных машин определять остаточный ресурс фрикционных дисков каждой гидроподжимной муфты, а также прогнозировать время ее замены.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Сцепление** транспортных и тяговых машин / И. Б. Барский [и др.]. – М.: Машиностроение, 1989. – 320 с.

REFERENCES

1. **Barsky, I. B.** (1989) *Clutches for Transport and Traction Machines*. Moscow: Mashinostroenie.

Поступила 16.10.2013