

Полянский Александр Сергеевич, д.т.н., профессор, khadi.pas@gmail.com  
Дубинин Евгений Александрович, к.т.н, доцент, dubinin-rmn@ukr.net  
Клец Дмитрий Михайлович, д.т.н., профессор, d.m.klets@gmail.com  
Молодан Андрей Александрович, к.т.н., доцент, molodanandrej@gmail.com  
*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет*

## ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ КОЛЕСНЫХ МАШИН СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕМ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В условиях эксплуатации повышение надежности колесных машин на основе совершенствования методов контроля работоспособности их систем, влияющих на безопасность использования, является одной из приоритетных задач. В работе [1] был проведен анализ надежности гидрообъемного рулевого управления, которое применяется на шарнирно-сочлененных машинах. Авторами установлено, что снижение давления рабочей жидкости ниже требований технических условий является определяющим параметром состояния гидропривода рулевого управления, который влияет на его надежность. В работе [2] предложен экспресс-метод диагностирования рулевого управления шарнирно-сочлененных машин. Он основан на оценке линейных ускорений и времени одного поворота. Для этого используется мобильный регистрационно-измерительный комплекс (МРИК) [3] с соответствующим программным обеспечением. Предложенный экспресс-метод [2] позволяет оценить отклонение диагностируемых параметров трактора, находящегося в эксплуатации, относительно их эталонных значений. Однако указанный подход не предусматривает определение одного из важнейших параметров работы рулевого управления шарнирно-сочлененных машин – угловых ускорений их секций в плоскости дороги.

Для повышения точности оценки работоспособности рулевого управления предложен усовершенствованный метод, основанный на определении угловых ускорений  $\varepsilon$  секций шарнирно-сочлененной колесной машины в плоскости дороги. Получено выражение для определения диагностического параметра  $\varepsilon$  для случая произвольной установки двух датчиков ускорений на каждой секции

$$\varepsilon = \frac{(a_{AY} + a_{BY}) \cdot (X_A + X_B) - (a_{AX} + a_{BX}) \cdot (Y_A + Y_B)}{(Y_A + Y_B)^2 + (X_A + X_B)^2}, \quad (1)$$

где  $a_{AY}, a_{BY}, a_{AX}, a_{BX}$  – компоненты линейных ускорений;  $X_A, X_B, Y_A, Y_B$  – расстояния от датчиков ускорений до центра поворота секции.

В соответствии с предложенным подходом было проведено диагностирование работоспособности рулевого управления на примере шарнирно-сочлененных колесных тракторов. На рис. 1 представлены места крепления датчиков на полурамах. Результаты проведения экспериментальных исследо-

ваний на тракторах с различной наработкой представлены в виде графиков диагностического параметра  $\varepsilon$  (рис. 2).

Статистическая обработка полученных результатов позволила определить средние угловые ускорения секций в плоскости дороги. Результаты экспериментальных исследований на тракторах с различной наработкой описываются экспоненциальным законом распределения случайных величин.



Рис. 1. Установка датчиков МРИК на шарнирно-сочлененной машине:  
а – на передней секции; б – на задней секции

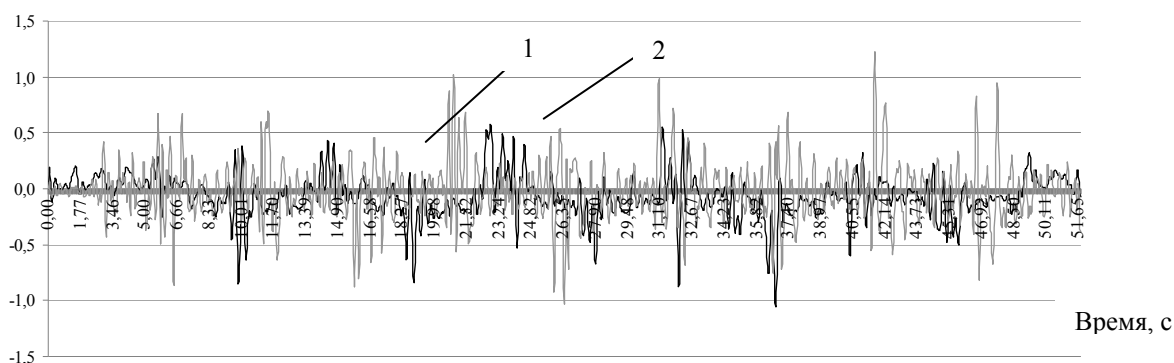


Рис. 2. Графики диагностического параметра рулевого управления шарнирно-сочлененных тракторов в различном техническом состоянии:  
1 – наработка 30 часов; 2 – наработка 6000 часов

Проведенные экспериментальные исследования по диагностированию рулевого управления шарнирно-сочлененных машин с различной наработкой показали, что при наработке до 6000 часов диагностический параметр  $\varepsilon$  может уменьшаться до 15%.

Для повышения эксплуатационной надежности рекомендовано применять средства диагностики, которые контролируют избыточное давление в картере двигателя. Определять количество картерных газов можно по эмпирической зависимости от их давления, предварительно построив ее с помощью экспериментальных данных (рис. 3).

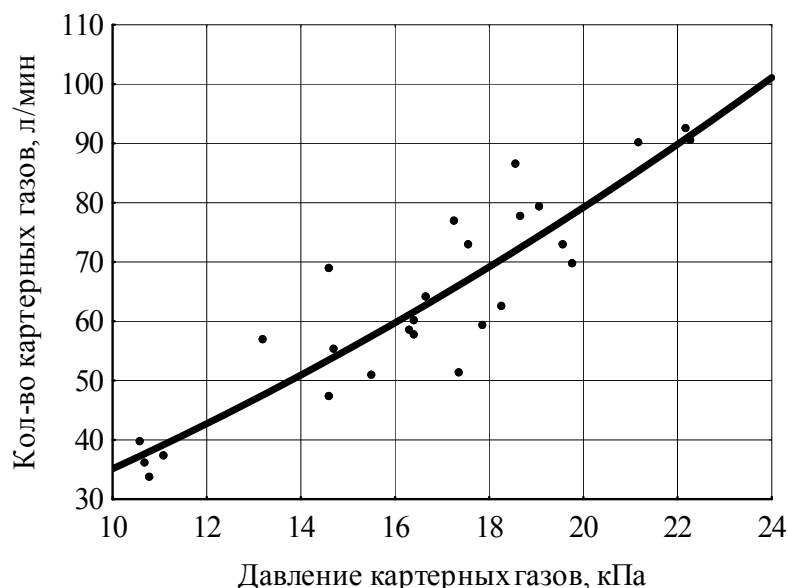


Рис. 3. Зависимость между количеством и давлением картерных газов на примере двигателя КамАЗ-740

Эмпирическая зависимость между количеством картерных газов и их давлением определяется экспериментально. Для двигателя КамАЗ-740 она выглядит следующим образом

$$Q = 0,076p_{к.г.}^2 + 2,11p_{к.г.} + 6,38, \quad (2)$$

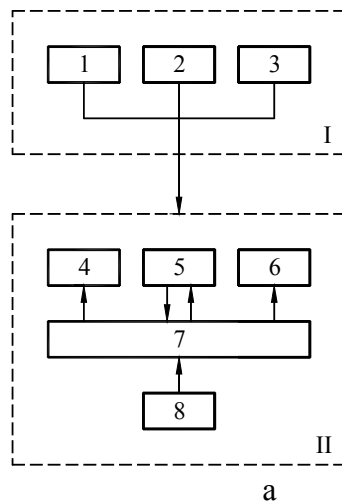
где  $p_{к.г.}$  – давление газов в картере двигателя.

Для измерения давления в картере двигателя устанавливается датчик давления типа DMP 330M, основанный на тензометрическом принципе действия с диапазоном измерения 0 – 1000 кПа.

Для оповещения водителя колесной машины об избыточном количестве картерных газов в ее кабине устанавливается оповещающее устройство, включающее блок световой сигнализации: «зеленая» – давление газов в картере двигателя в норме; «желтая» – давление газов превышено на 40% – необходимо обратить внимание, провести техническое обслуживание; «красная» – давление газов в картере достигло критического значения, дальнейшая эксплуатация невозможна.

Обработка информации о повышении давления газов в картере двигателя представлена на принципиальной схеме устройства на рис. 4а, а установленное оповещающее устройство в кабине водителя – на рис. 4б.

Получены номинальные (18-22 л/мин), допустимые (до 70 л/мин) и предельные (более чем 90 л/мин) значения количества картерных газов в двигателе КамАЗ-740 для оценки технического состояния ЦПГ, а также обоснованы номинальные и предельные значения для количества газов, проходящих из надпоршневого пространства сквозь площади зазоров в клапанном механизме головки цилиндра в картер (номинальные – 1–1,5 л/мин.; предельные – более чем 20 л/мин).



а

б

Рис. 4. Контроль количества картерных газов: а – принципиальная схема работы устройства: I – блок сбора первичной информации; II – вычислительный блок; 1 – датчик давления масла; 2 – датчик температуры; 3 – датчик давления газов; 4 – блок световой и звуковой сигнализации давления масла; 5 – электронный делитель-преобразователь; 6 – блок световой и звуковой сигнализации давления газов; 7 – вычислительно-электронный блок; 8 – преобразователь и стабилизатор напряжения аккумуляторной батареи; б – расположение контрольного прибора в кабине водителя: 1 – (зеленый) – норма; 2 – (желтый) – давление газов превышено на 40%; 3 – (красный) – давление газов критическое.

### Литература

1. Лебедев С.А. Визначальний параметр стану гідрооб'ємного рульового керування трактора / С.А. Лебедев, В.С. Шеїн, М.П. Артёмов, І.В. Колеснік // Вісник НТУ «ХП». – 2015. – № 8 (1117). – С. 11-18.
2. Подригало М.А. Экспрес-метод діагностування рульового керування шарнірно-зчленованих машин / М.А. Подригало, А.І. Коробко, О.О. Назарько, Ю.А. Радченко // Наукове забезпечення службово-бойової діяльності Національної гвардії України: VI наук.-практ. конф., 9 квіт. 2015 р.: тези доп. – Х., 2015. – С. 45-46.
3. Пат. 51031 Україна, МПК G01P 3/00. Система для визначення параметрів руху автотранспортних засобів при динамічних (кваліметричних) випробуваннях / Подригало М.А., Коробко А.І., Клец Д.М., Файст В.Л.; заявник та патентовласник Харківський нац. автом.-дорожн. університет. – №u201001136; заявл. 04.02.10; опубл. 25.06.10, Бюл. № 12.