

УДК 621.43.001.42

ВЗАИМОСВЯЗЬ КОНСТРУКТИВНОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ С МЕТОДАМИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ИХ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Плаксин А.М., Гриценко А.В.

Челябинская государственная агроинженерная академия, Челябинск, e-mail: alexgrits13@mail.ru

Конструктивное совершенствование мобильных энергетических средств на современном этапе модернизации средств механизации производственных процессов в основном направлено на повышение качества функционирования технологических систем, определяемого сокращением величин диапазона отклонения параметров технического состояния машин от номинального значения и саморегулированием функциональных систем в процессе эксплуатации машин. Уровень конструктивного совершенства лучших образцов легковых автомобилей определяет тенденции аналогичного последующего совершенствования конструкций производственного автотранспорта, тракторов и комбайнов. Временной промежуток этого процесса находится в пределах 10...15 лет. В связи с этим в статье исследуются закономерности конструктивного совершенствования мобильных энергетических средств, изменения показателей эффективности их использования, взаимосвязь с технологиями и средствами диагностирования, методами поддержания машин в работоспособном состоянии. Приводятся результаты эффективности применения новых способов диагностирования технического состояния машин, процессов их технического обслуживания. Совокупность применения новых методов диагностирования технического состояния мобильных энергетических средств с их конструктивным совершенством и реализацией стратегии превентивного обслуживания позволяет повысить эффективность процессов обеспечения работоспособности машин в 1,5...2 раза.

Ключевые слова: мобильные энергетические средства, конструктивное совершенствование, правильность и эффективность функционирования, параметры технического состояния, отказы, закономерность, работоспособность

THE RELATIONSHIP OF CONSTRUCTIVE IMPROVEMENT OF MOBILE POWER TOOLS WITH METHODS OF DIAGNOSING THEIR TECHNICAL CONDITION

Plaksin A.M., Gritsenko A.V.

Chelyabinsk State Agroengineering Academy, Chelyabinsk, e-mail: alexgrits13@mail.ru

The design improvement of mobile power tools at the present stage of modernization of mechanization of production processes is mainly aimed at improving the functioning of technological systems, the range of values determined by the reduction of the technical condition of parameter deviations from the nominal value of machines and self-regulation of functional systems in the operation of machines. The level of structural perfection of the best examples of cars identifies trends follow a similar structure to improve the production of motor vehicles, tractors and combine harvesters. The time period of this process is in the range 10...15. In this regard, the article examines the patterns of constructive improvement of mobile power equipment, changes in performance of their use, the relationship with technology and diagnostic tools, methods, maintenance of machines in working condition. The results of the effectiveness of new methods of diagnosis of the technical state of vehicles, their maintenance processes. The set of application of new methods of diagnosis of the technical state of mobile energy resources with their design excellence and implementation of the strategy of preventive maintenance helps to increase the efficiency of processes to ensure efficiency of machines in 1,5...2.

Keywords: mobile power tools, structural improvement, the accuracy and efficiency of the operation, the parameters of the technical condition, cracks, regularity, efficiency

Основу производственных процессов составляют мобильные энергетические средства (МЭС), к которым относятся автомобили, тракторы и самоходные машины – комбайны в сельском хозяйстве, дорожные, лесотехнические и другие машины.

Для анализа, выявления основных тенденций конструктивного совершенствования совокупность МЭС разделим на три основные группы: тракторы и комбайны; производственный парк автомобилей; легковые автомобили. Они отличаются друг от друга не только технологическим назначением, но и существенным различием конструктивной сложности, наличием новых функциональных систем и механизмов, которые обеспечивают новое качество реализации потребительских свойств. Со-

временный этап конструктивного совершенствования МЭС в текущем веке принципиально отличается от предшествующего. Вторая половина 20-го века в машиностроении была направлена на создание МЭС с повышенной единичной мощностью, как следствие, увеличение грузоподъемности, пропускной способности и, главное, повышение показателей эксплуатационной надежности, безотказности и ремонтпригодности. Нарботка на отказ повысилась у тракторов до 300...500 мото-часов, самоходных сельскохозяйственных комбайнов до 150...180 мото-часов, пробег автомобилей до капитального ремонта возрос до миллиона и более километров [1].

Реализация указанных конструктивных решений была направлена на повышение

количественных показателей потребительских свойств МЭС и, в первую очередь их производительности.

Современный этап конструктивно-го совершенствования МЭС направлен на обеспечение качества функциониро-

вания систем и механизмов, увеличение их функций при эксплуатации машин. Такие конструктивные решения позволяют обеспечить современные требования – экологии, эргономики, экономичности (табл. 1) [1, 4].

Таблица 1

Новые системы и механизмы функционирования МЭС

Системы и механизмы	Тракторы и комбайны	Грузовой и пассажирский транспорт	Легковые автомобили
1. Центральный бортовой компьютер с функциями системы зажигания, системы впрыска топлива, системы диагностики, системы путевого контроля, экологической системы, приборами освещения и сигнализации	±	±	+
2. Система впрыска топлива типа Д – прерывистый распределенный впрыск для внутреннего смесеобразования, бензин + дизель, плазменное зажигание, common rail	±	+	+
3. Спутниковая навигация, автопоиск	±	±	+
4. Устройства аварийной безопасности, автопилот	–	±	+
5. Электронное управление системой газораспределения	–	–	+
6. Новые типы ДВС	–	+	+
7. Газоразрядные приборы освещения и сигнализации, спецсигнализация	–	–	+

Примечания:

– – не применяются либо находятся в стадии разработки для данных МЭС;

± – частично применяются в очень ограниченном количестве;

+ – широкое практическое применение.

Таким образом, современные МЭС имеют следующие системы за техническим состоянием и эффективностью (правильностью) функционирования механизмов: первые из них сигнализируют о выходе какого-либо параметра за пределы допуска; вторые в зависимости от условий эксплуатации машин, корректируют работу механизмов. Очевидно, в обоих случаях значительно сократились допуски на изменение диапазона величины параметра технического состояния механизмов машин. А это в разы увеличило требования к точности как средств встроенной диагностики, так и средств внешнего их диагностирования [2].

Цель исследований – раскрыть взаимосвязь конструктивного совершенствования мобильных энергетических средств с методами диагностирования их технического состояния.

Материалы и методика исследований

Развитие автомобильного бортового оборудования идет по двум направлениям: по пути дальнейшего совершенствования существующих и по пути конструирования и построения совершенно новых электрических, электронных и автотронных устройств. Не менее существенная намечающаяся перспективная тенденция интеграции всего электрон-

ного оснащения автомобиля на основе нескольких систем: мультиплексной, автомобильной (реже ее называют водительской), информационной и встроенной системы диагностирования [3]. Производительность системы ME9 с новым поколением микроконтроллеров и дальнейшим повышением тактовой частоты была увеличена более чем в 50 раз, а с появлением ME 17.9.7 тактовая частота увеличилась в 100 раз. В обозримом будущем микроконтроллеры будут интегрироваться с процессорами обработки сигналов. В настоящее время в системах ME 9.0 используются чипы на 2,5 Мбт, а в ближайшее время потребуются чипы уже на 5 Мбт и гораздо выше. Продолжается разработка новых электронных блоков управления (ЭБУ) функционально более сложных: с 16- и 32-рядным микропроцессором. Т.е. требования снижения токсичности, экологичности все более усложняют конструктивное исполнение ЭБУ (увеличиваются: тактовая частота процессора, объемы памяти, количество выводов в разъемах) [3].

В свою очередь усложняется конструкция средств диагностирования (СД), а эффективность их функционирования не соответствует конструктивной сложности машин. Современные методы диагностирования отстают в своем развитии и не позволяют с требуемой точностью выявить своевременно наличие параметрических отказов (табл. 2) [2, 4].

В табл. 2 рассмотрены различные СД, рекомендуемые в настоящее время, и представлен их анализ по таким важным показателям контролепригодности [2, 4], как количество диагностических параметров N , время поиска неисправностей T , среднее время

подготовки автомобиля к диагностированию задан-
ным числом специалистов T_B , коэффициент полно-
ты диагностической информации $K_{\text{пди}}$, коэффициент

полноты проверки исправности $K_{\text{пп}}$, коэффициент
глубины поиска дефекта $K_{\text{гп}}$, коэффициент исполь-
зования специальных средств диагностирования $K_{\text{ис}}$.

Таблица 2

Показатели диагностирования элементов ДВС различными диагностическими приборами

Диагностируемые элементы	Рекомендуемые СД	N, шт.	T, ч.	T_B , ч.	$K_{\text{пди}}$ $K_{\text{пп}}$	$K_{\text{гп}}$	$K_{\text{ис}}$
Цепи микропроцессорной си- стемы управления двигателем (МСУД)	Мотор-тестер МТ-10, сканер DST-12	132 96	0,6 0,3	0,1 0,15	0,50 0,40	0,40	1,00
Проводка и разъемы	Тестер (цифровой мульти- метр)	12	1,5	0,05	0,30 0,30	0,30	1,00
Датчики и исполнительные механизмы	Осциллограф, блок питания, мотор-тестер, специальные приборы 12 шт.	26	2	0,2	0,60 0,50	0,50	0,60
Система зажигания	Мотор-тестер МТ-10, раз- рядник	6	0,3	0,1	0,80 0,70	0,70	1,00
Система топливоподачи: форсунки бензонасос топливный фильтр топливная рампа	Проливочный стенд «Форсаж»	8	2	1		0,80	1,00
	МТА-2 с набором жиклеров	3	0,5	0,1	0,90	0,80	0,80
	МТА-2	2	0,2	0,1	0,80	0,80	1,00
КШМ: цилиндропоршневая группа подшипники коленвала	Компрессометр, мотор-те- стер МТ-10 Пневмотестер, манометр	4	0,3	0,15	0,90 0,90	0,8	0,90
		4	0,5	0,35	0,60 0,50	0,5	1,00
Газораспределительный меха- низм	Мотор-тестер МТ-10, пнев- мотестер	1	0,5	0,35	0,80 0,60	0,60	1,00
Система выпуска отработавших газов	МТА-2	1	0,8	0,3	0,60 0,50	0,50	1,00
Система впуска: воздушный фильтр	МТА-2	1	0,8	0,3	0,60 0,50	0,50	1,00

Анализ средств и методов, представленных в табл. 2, позволяет сделать следующие заключения: для ряда систем при значительном количестве N чрезмерно высоки значения T и T_B , значения коэффициентов $K_{\text{пди}}$, $K_{\text{пп}}$ и $K_{\text{гп}}$ имеют низкие значения (предопределяют качество диагностирования), что характеризует указанные СД как низкоэффективные и малодостоверные. Значение $K_{\text{ис}} = 1,0$ говорит о использовании только заводских средств при диагностировании и их низкой универсальности.

На современном этапе конструктивного совершенствования МЭС при их эксплуатации превалируют не функциональные отказы механизмов машин, а параметрические отказы, которые органолептическими методами операторов в большинстве случаев не могут быть зафиксированы и выявлены [7].

Результаты исследований и их обсуждение

Разработанные новые технологии и средства диагностирования ДВС на основе тестовых режимов позволяют повысить точность диагностирования технического состояния механизмов основных систем, что доказано экспериментально, в 1,5...2 раза (табл. 3) [5, 6].

Как видно из анализа табл. 3, применение разработанных нами СД и методов диагностирования позволяет повысить показатели контролепригодности в среднем: время поиска неисправностей T уменьшить в 1,2...5 раз; среднее время подготовки автомобиля к диагностированию заданным числом специалистов T_B уменьшить в 1,2...7 раз; коэффициент полноты диагностической информации $K_{\text{пди}}$ увеличить на 10...60%; коэффициент полноты проверки исправности $K_{\text{пп}}$ увеличить на 10...60%; коэффициент глубины поиска дефекта $K_{\text{гп}}$ увеличить на 10...60%; коэффициент использования специальных средств диагностирования $K_{\text{ис}}$ снизить за счет использования нами разработанных специальных СД на 20...30% [2].

Совокупность применения новых методов диагностирования технического состояния МЭС с их конструктивным совершенством и реализацией стратегии превентивного обслуживания позволяет повысить эффективность процессов обеспечения работоспособности машин в 1,5...2 раза [7].

Таблица 3

Показатели диагностирования элементов ДВС с применением разработанных СД

Диагностируемые элементы	Рекомендуемые СД	N , шт.	T , ч	T_B , ч	$\frac{K_{дди}}{K_{пп}}$	$K_{ГП}$	$K_{ИС}$
Цепи МСУД	Приборный комплекс догрузатель (ПКД)	132	0,3	0,1	$\frac{0,80}{0,80}$	0,90	0,70
Проводка и разъемы	ПКД, мультиметр	12	0,4	0,05	$\frac{0,90}{0,80}$	0,90	0,70
Датчики и исполнительные механизмы	ПКД, установка для испытания датчиков массового расхода воздуха и др.	10	0,4	0,1	$\frac{0,80}{0,80}$	0,90	0,50
Система зажигания	ПКД	6	0,2	0,1	$\frac{0,80}{0,70}$	0,80	0,70
Система топливоподачи	ПКД	8	0,5	0,15	0,90	0,80	0,80
КШМ: ЦПГ; Подшипники коленчатого вала	ПКД, осциллограф, блок питания, датчик давления, усилитель	6	0,3 0,4	0,15 0,15	$\frac{0,90}{0,90}$ $\frac{0,90}{0,90}$	0,8 0,8	0,70 0,70
Газораспределительный механизм	ПКД	4	0,4	0,15	$\frac{0,80}{0,80}$	0,90	0,70
Система выпуска отработавших газов	ПКД, осциллограф, блок питания, датчик давления, усилитель	3	0,4	0,15	$\frac{0,80}{0,80}$	0,80	0,70
Система впуска: воздушный фильтр	ПКД, осциллограф, блок питания, датчик давления, усилитель	3	0,4	0,15	$\frac{0,80}{0,80}$	0,80	0,70

Из рассмотренных выше материалов, обобщения основных тенденций конструктивного совершенствования МЭС и средств их обслуживания, результатов проведенных нами исследований можно сделать следующие **выводы**.

Качественное отставание в развитии методов и средств диагностирования от совершенствования конструкции МЭС предопределяет снижение уровня использования их потенциала. Современные технологические системы, механизмы МЭС, их прецизионность функционирования практически полностью исключают использование органолептических методов диагностирования технического состояния машин. Этот факт предопределяет, с одной стороны разработку и реализацию новых систем внешнего диагностирования технического состояния машин, с другой – введение в их конструкцию систем саморегулирования технологических процессов работы агрегатов машин,

в т.ч. систем предотвращения отказов на основе резервирования элементов и реализации компенсационных режимов работы механизмов.

Список литературы

1. Гриценко А.В. Разработка средств и методов диагностирования с частично параллельным резервированием элементов, а также с устранением лишних диагностических операций и диагностических параметров // Вестник КрасГАУ, Красноярск, – 2012. – № 7 – С. 120–125.
2. Гриценко А.В. Концепция развития методов и средств диагностирования автомобилей // Материалы LI междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству». Ч. III. ЧГАА. – Челябинск, 2013, – С. 42–49.
3. Гриценко А.В., Куков С.С. Обоснование и разработка эффективных систем диагностирования двигателей внутреннего сгорания мобильных сельскохозяйственных машин // Материалы LI междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству». Ч. III. ЧГАА. – Челябинск, 2012, – С. 20–25.
4. Гриценко А.В., Куков С.С. Определение эффективности использования средств технического диагностирования

с учетом частоты отказов систем ДВС // Вестник ЧГАА. – Челябинск, 2012, – Т 60, – С. 45–48.

5. Гриценко А.В., Куков С.С. Диагностирование системы смазки двигателя внутреннего сгорания // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 1. – С. 33–34.

6. Гриценко А.В., Куков С.С. Диагностирование автомобильных генераторов по осциллограммам напряжения // Механизация и электрификация сельского хозяйства, – 2010. – № 2. – С. 13–15.

7. Гриценко А.В., Плаксин А.М. Оптимизация процесса диагностирования автотракторной техники минимизацией затрат // Вестник ЧГАА. – Челябинск, 2013. – Т 63. – С. 42–46.

References

1. Gritsenko A.V. Razrabotka sredstv i metodov diagnostirovaniya s chastichno paralel'nym rezervirovaniem jelementov, a takzhe s ustraneniem lishnih diagnosticheskikh operacij i diagnosticheskikh parametrov // Vestnik KrasGAU. Krasnojarsk. 2012. no 7. pp. 120–125.

2. Gritsenko A.V. Konceptija razvitija metodov i sredstv diagnostirovaniya avtomobilej // Materialy LII mezhdunar. nauch.-tehn. konf. «Dostizhenija nauki agropromyshlennomu proizvodstvu». Ch. III. CGAA, Cheljabinsk. 2013. pp. 42–49.

3. Gritsenko A.V., Kukov S.S. Obosnovanie i razrabotka jeffektivnyh sistem diagnostirovaniya dvigatelej vnutrennego sgoraniya mobil'nyh sel'skohozjajstvennyh mashin // Materialy LI mezhdunar. nauch.-tehn. konf. «Dostizhenija nauki agro-

promyshlennomu proizvodstvu». Ch. III. CGAA, Cheljabinsk. 2012. pp. 20–25.

4. Gritsenko A.V., Kukov S.S. Opredelenie jeffektivnosti ispol'zovanija sredstv tehničeskogo diagnostirovaniya s uchetom chastoty otkazov sistem DVS // Vestnik CGAA, Cheljabinsk. 2012. no 60. pp. 45–48.

5. Gritsenko A.V., Kukov S.S. Diagnostirovanie sistemy smazki dvigatelja vnutrennego sgoraniya // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. 2009. no 1. pp. 33–34.

6. Gritsenko A.V., Kukov S.S. Diagnostirovanie avtomobil'nyh generatorov po oscillogrammam naprjazhenija // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. 2010. no 2. pp. 13–15.

7. Gritsenko A.V. Plaksin A.M. Optimizacija processa diagnostirovaniya avtotraktornoj tehniki minimizaciej zatrat // Vestnik CGAA, Cheljabinsk. 2013. no 63. pp. 42–46.

Рецензенты:

Игнатьев Г.С., д.т.н., профессор кафедры «Технология и организация технического сервиса», Челябинской государственной агроинженерной академии, г. Челябинск;

Ерофеев В.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Технология и организация технического сервиса» Челябинской государственной агроинженерной академии, г. Челябинск.

Работа поступила в редакцию 05.12.2013.