

избежать неверных интерпретаций в будущих исследованиях. Дальнейшие работы в этом направлении будут сосредоточены на поиске методов с более высоким разрешением, а также на разработке косвенных методик оценки изнашивания ответственных поверхностей, верифицированных с помощью томографии.

Список использованной литературы

1. Дизельные аккумуляторные топливные системы Common Rail. Перевод с английского. Учебное пособие. – М.: ЗАО «Легион-Автодата», 2010. – 94 с.
2. Huber, B. Simulation and validation of a common rail diesel injector / B. Huber, H. Ulrich // Technical University of Munich. – URL: <https://portal.fis.tum.de/en/publications/simulation-and-validation-of-a-common-rail-diesel-injector> (дата доступа: 17.03.2026).
3. Stoeck, T. Method for testing modern common rail piezoelectric fuel injectors / T. Stoeck // Combustion Engines. – 2021. – URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Method-for-testing-modern-common-rail-piezoelectric-Stoeck/240f63f98a69e7933d5ead3d572d97ca02f82edb> (дата доступа: 17.03.2026).
4. Osipowicz, T. The analysis of technical condition common rail fuel system components / T. Osipowicz, K.F. Abramek, Z. Matuszak [et al] // 2018 XI International Science-Technical Conference Automotive Safety. – 2018. – P. 1-8.
5. Грехов, Л.В. Топливная аппаратура и системы управления дизелей: учебник для вузов / Л.В. Грехов, Н.А. Иващенко, В.А. Марков. – М.: Легион-Автодата, 2004. – 344 с.
6. Якубович, А.И. Экономия топлива на тракторах: монография / А.И. Якубович, Г.М. Кухаренок, В.Е. Тарасенко. – Минск: БНТУ, 2009. – 229 с.
7. Ритм машиностроения. применение компьютерной томографии в промышленности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ritm-magazine.com/ru/public/primenenie-kompyuternoy-tomografii-v-promyshlennosti>. – Дата доступа: 31.03.2026.

Summary. During the research, an attempt was made to assess the condition of Common Rail injectors using industrial computed tomography on a v/tome/x c450. The task of determining linear dimensions and wear with the required accuracy was not solved due to the objective physical limitations of the method when working with micron-sized gaps in massive steel components.

УДК 631.173.2:656.13.065

Тарасенко В.Е., кандидат технических наук, доцент,

Баргашевич А.Л., аспирант

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

АНАЛИЗ СРЕДСТВ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ СЕРВИСНЫМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ МОБИЛЬНЫХ МАШИН

Аннотация. Представлен краткий анализ современных средств удаленного мониторинга и управления сервисным обслуживанием ряда ведущих

производителей мобильных машин. Описаны особенности статистической обработки информации в рамках необходимых аспектов и прогнозирования результатов работ техники «BELARUS» на более длительные периоды посредством «Автоматизированной системы управления сервисным обслуживанием». Сформулированы некоторые предложения о расширении функций автоматизированной системы управления.

Abstract. This article presents a brief analysis of modern remote monitoring and service management tools for several leading mobile equipment manufacturers. It describes the statistical processing of information within the required parameters and the forecasting of Belarus equipment performance over longer periods using the "Automated Service Management System." Several proposals for expanding the functionality of the automated management system are also presented.

Ключевые слова. Машина, сервис, мониторинг, контроль, система, состояние, центр, отказ.

Keywords. Machine, service, monitoring, control, system, condition, center, failure.

В самой энергоемкой отрасли сельскохозяйственного производства, а именно в растениеводстве, основным мобильным энергетическим средством выступает трактор и самоходные сельскохозяйственные машины [1]. Современные сложные мобильные машины требуют высокой культуры эксплуатации. Залогом безотказной работы высокотехнологичных систем является своевременное выполнение технических обслуживаний, регулировок, использование оригинальных запасных частей, эксплуатационных жидкостей. Прецизионные узлы требуют чистых рабочих жидкостей, электронное оборудование не допускает некомпетентного вмешательства и игнорирования предупредительных сигналов [2]. Наряду с постоянным совершенствованием и усложнением конструкций тракторной техники, технологий ее производства, необходим новый подход к методам эксплуатации выпускаемой продукции, ее техническому обслуживанию и ремонту. В связи с этим большое значение имеет развитие современных средств удаленного мониторинга технического состояния мобильных машин.

Эффективная работа мобильных машин в значительной степени определяется техническим состоянием двигателя внутреннего сгорания (ДВС), как правило – дизельного, на долю которого приходится по отдельным типам машин до 50% основных неисправностей и отказов, а трудоемкость их устранения может достигать 40% общего времени устранения отказов и неисправностей машин. В самом двигателе наименее надежными являются: системы топливоподачи – до 45% отказов; цилиндропоршневая группа (ЦПГ) – до 20%; охлаждения и смазывания – до 10%; газораспределительный механизм – до 15% [3]. Мощность двигателей имеет тенденцию увеличения от 200 кВт тракторов класса 5 – 6 до 400 кВт и выше – класса 6 – 7 [1].

Анализ современных средств удаленного мониторинга ведущих производителей сельскохозяйственной техники позволил установить следующий перечень программ сервисного сопровождения машин:

- программы удаленного мониторинга John Deere представлены платформой John Deere Operations Center и связанными с ней мобильными приложениями, такими как Operations Center Mobile и Operations Center for Construction;

- программа удаленного мониторинга Fendt – система телематики Fendt Connect;

- программа удаленного мониторинга «Кировец» – система телематики «Кировец-Агромонитор»;

- программа удаленного мониторинга «Ростсельмаш» - система Agrotronic;

- программа удаленного мониторинга Massey Ferguson – это система телеметрии и мобильное приложение Massey Ferguson Connect;

- программы дистанционного мониторинга CAT включают в себя мобильные приложения, такие как Cat® App и Cat® Remote Asset Monitor;

- программы дистанционного мониторинга Kubota включают в себя myKubota (для просмотра состояния оборудования, местоположения и обслуживания), K-iAgri (для аграрной техники) и KUBOTA Intelligence Solutions (KIS) (объединение телематики с возможностью аналитики) и др.

Основные параметры всех перечисленных выше программ позволяют отслеживать оперативные данные машины (расход топлива, местоположение, коды ошибок) через веб-платформу и мобильное приложение.

Широко известен программно-методический комплекс TRIM-PMS (Planned Maintenance System), разработанный НПП СпецТек и впервые предложенный заказчикам в 2005 году [4]. Данный комплекс – это готовая платформа с фиксированной функциональностью, программное обеспечение для организации и автоматизации управления техническим обслуживанием и ремонтом (ТОиР) [4, 5]. Включает программное обеспечение TRIM, регламент использования TRIM при планировании, проведении ТОиР и анализе эффективности системы ТОиР, набор показателей KPI, измеряемых в результате выполнения регламента, набор стандартных форм (документов), используемых при проведении ТОиР и другие элементы. Такая конфигурация позволяет применять типовую методику внедрения, выполнять проекты в короткий срок и использовать типовый регламент эксплуатации информационной системы ТОиР.

Комплекс TRIM-PMS охватывает всю деятельность персонала ремонтной службы предприятия. В ней можно регистрировать первичные данные по оборудованию (паспортизация), вести нормативы на ТОиР,

создавать каталоги запчастей, формировать план-графики ремонтов и обслуживания, создавать заявки на закупку запчастей, отчитываться о выполнении работ [4]. Особо ценной функцией, позволяющей контролировать показатели эксплуатационной надежности парка машин предприятия, является возможность регистрации дефектов и отказов.

В ОАО «Минский тракторный завод» вопросами технического сервиса тракторной техники занимается управление сервиса и технической экспертизы (УСиТЭ), которое является внутривидовым подразделением маркетинг-центра (МКЦ) завода. Информация о качестве и надежности тракторной техники в эксплуатации поступает в УСиТЭ, где организован также надлежащий учет поступивших обращений потребителей и документации в целом.

Посредством контент-анализа законодательных и нормативных документов (требований) стран поставки продукции УСиТЭ проводит выработку обязательных требований к техническим (дилерским) центрам (ТЦ), оказывающим услуги по техническому сервису техники, а также выявляет соответствие этих требований фактическим результатам работ ТЦ и ОАО «МТЗ» по обеспечению технического сервиса техники.

В ОАО «Минский тракторный завод» информация о состоянии тракторной техники вносится в «Автоматизированную систему управления сервисным обслуживанием техники «BELARUS», задачами которой являются развитие функционала по управлению сервисным обслуживанием техники, улучшение качества и оперативности гарантийного и послегарантийного обслуживания за счет увеличения скорости обмена данными, исключение дублирования информации, получение от субъектов товаропроводящей сети ОАО «МТЗ» полной и достоверной информации о дефектах и отказах мобильных машин.

Сбор фактической информации проводят ТЦ при выездах их специалистов в места эксплуатации техники. Информацию документируют в актах-рекламациях (рекламационных актах) и вносят в «Автоматизированную систему управления сервисным обслуживанием техники «BELARUS» (согласно условиям заключенных договоров). Образец акта-рекламации с указанием неисправности изделия представлен на рисунке 1.

Посредством применения «Автоматизированной системы управления сервисным обслуживанием техники «BELARUS» проводится статистическая обработка информации для ее обобщения в рамках необходимых аспектов и прогнозирование результатов работ на более длительные периоды.

		Приложение 2 к Положению о гарантийном сроке эксплуатации сложной техники и оборудования	
АКТ-РЕКЛАМАЦИЯ			
Место составления акта		ООО "ТОРГОВЫЙ ДОМ МТЗ-СЕВЕРО-ЗАПАД"	
(наименование субъекта хозяйствования,			
Вологодская обл Череповец р-н п Тошчалово ул Мелнираторов 1А			
его почтовый адрес)			
Дата	04.09.2020		
Составлен комиссией в составе:			
Представителя приобретателя	(должность, фамилия, имя, отчество)		
Представителя изготовителя,			
продавца(поставщика)	(должность, фамилия, имя, отчество)		
Представителя государственного			
технического надзора	(наименование органа, должность, фамилия, имя, отчество)		
на изделие	1025.3	(полное наименование, тип, марка)	
Заводской номер изделия	Y4R102502L1100119		
Предприятие-изготовитель	ОАО "МТЗ"		
Дата выпуска	, дата приобретения		
Дата ввода в эксплуатацию	28.08.2020		
Дата вывода из строя	02.09.2020		
Изделие проработало со времени	2		
ввода в эксплуатацию	(месяцев, дней, часов, километров пробега и т.д.)		
1. Вид и условия работы			
2. Неисправность изделия	1/ 1.1 Течь турбокомпрессора ТКР-6.00.01 зав. № 000025, , , 000025, 1 ШТ.		
выразилась			
3. Виновная сторона			
4. В изделии следует заменить, отремонтировать следующее			

Рисунок 1 – Образец акта-рекламации с указанием неисправности изделия

На основании собранной информации УСитЭ проводит сопоставление полученных фактических значений оцениваемых аспектов (критериев) деятельности с требованиями рынка, учитывая степень их корреляции с потребительскими качествами. По результатам работ делается заключение о соответствии/несоответствии, разрабатываются и внедряются мероприятия по повышению потребительских свойств и показателей надежности.

Информация в «Автоматизированной системе управления сервисным обслуживанием техники «BELARUS», проверенная УСитЭ, является поставщиком оперативной и объективной информации для детального анализа элементов надежности техники конструкторскими подразделениями ОАО «МТЗ». Так, при получении сообщений об отказах 3-ей группы сложности УСитЭ выезжает в места эксплуатации техники и проводит проверку правильности ее эксплуатации. При этом УСитЭ запрашивает информацию о правильности эксплуатации техники и (или) проверяет условия и порядок эксплуатации при проведении технической экспертизы продукции по результатам рассмотрения актов-рекламаций на продукцию при необходимости.

Проверку технического состояния техники и осуществление сервисных работ проводят ТЦ с оформлением «Акта осмотра» согласно условиям заключаемых договоров.

Факты нарушения потребителями правил эксплуатации и технического обслуживания техники выявляются и при проверках техники органами Технадзора (при обращениях потребителей).

Указанная информация вносится в «Автоматизированную систему управления сервисным обслуживанием техники «BELARUS».

Следует рекомендовать в ближайшей перспективе дополнить функции автоматизированной системы управления возможностью учета более углубленной информации о составляющих (топливный насос высокого давления, генератор и др.) базовых узлов и агрегатов (двигатель, мост и др.) техники «BELARUS» (рисунок 2).

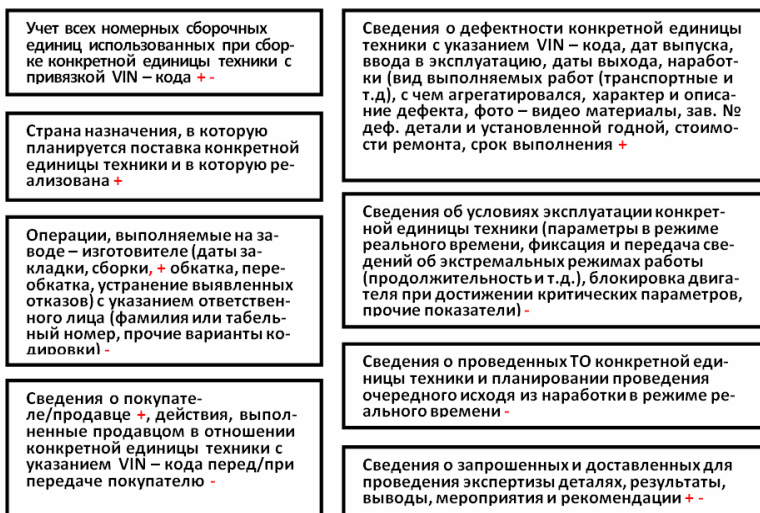


Рисунок 2 – Дополнительные сведения, необходимые к учету

Дальнейшее успешное развитие автоматизированной системы управления с учетом предложенного перечня дополнительных сведений связано с решением ряда задач:

- формирование детального описания последовательности действий при выполнении сервисного обслуживания;
- формирование точного и понятного описания последовательности действий по работе с документами, расчёта и получения отчётов;
- строгое определение очередности подключения организаций, осуществляющих обслуживание техники «BELARUS» в гарантийный период;
- активное участие в опытной эксплуатации всех участников бизнес-процесса;
- четкое определение границы системы набором наиболее эффективных функций;
- сокращение времени на принятие решения по восстановлению техники и увеличение оперативности реагирования сервисной службы.

Следует отметить, что в случае возникновения отказа у производителя появляется возможность сопоставить и провести анализ причин либо последствий его появления на основании эксплуатационных данных, получаемых в режиме реального времени. Это позволит избежать повторного возникновения отказов, сокращения их последствий, а также минимизировать потери эксплуатирующей организации.

Список использованной литературы

1. Ольшевский, С.Н. Научное обоснование и разработка методов, технологии и средств диагностирования тракторных двигателей в эксплуатационных условиях. Дис. ... докт. тех. наук: 05.20.03. Новосибирск, 2017.
2. Щерба, А.В. Тенденции развития сервиса тракторной техники «Беларус» / А.В. Щерба, Л.В. Барташевич, А.Л. Барташевич // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф. "Белагро-2018", Минск, 7-8 июня 2018 г. – Минск : БГАТУ, 2018. – С. 53-59.
3. Чичилов, И.И. Совершенствование методики и средств диагностирования дизельных двигателей. Дис. ... канд. тех. наук: 05.20.03. Зерноград, 2016.
4. Автоматизированная система управления техническим обслуживанием и ремонтом на основе программного обеспечения TRIM. TRIM-Planned Maintenance System [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://remservisnt.ru/assets/files/trim-pms.pdf>. – Дата доступа: 29.04.2026.
5. TADVISER. Государство. Бизнес. Технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82:TRIM-PMS_%28Planned_Maintenance_System%29. – Дата доступа: 29.04.2026.

Summary. An analysis of remote monitoring and service management tools for several tractor equipment manufacturers was conducted. The specifics of data processing and service support for BELARUS equipment using the "Automated Service Management System" were identified. Proposals for expanding the system's functionality are presented.

УДК 631.3.02:621.78

Анискович Г.И., кандидат технических наук, доцент;

Шевчук М.А., ассистент

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИМПУЛЬСНОЙ ЗАКАЛКИ ПРИ УПРОЧНЕНИИ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Аннотация. В статье рассмотрены перспективы применения импульсной закалки в сочетании со способами локального нанесения износостойких материалов при упрочнении деталей сельскохозяйственных машин, работающих в