

Научная статья

УДК 631.3.001.4:658

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ДИАГНОСТИКЕ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН

**Виталий Владимирович Махнушко¹, Сергей Дмитриевич Лопатин²,
Денис Олегович Чернышев³, Марина Анатольевна Крюкова⁴**

¹⁻⁴ Уральский государственный лесотехнический университет,

Екатеринбург, Россия

¹ lg205@mail.ru

² king-icq@yandex.ru

³ chernyshevdo@m.usfeu.ru

⁴ marina.kryukova.70@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются современные подходы к диагностике лесозаготовительных машин в условиях интенсификации лесозаготовительного производства. Проанализированы основные направления развития диагностических систем, диагностики трансмиссий, гидравлических и электронных систем.

Ключевые слова: диагностика лесозаготовительных машин, телематические системы, тепловая диагностика, гидростатическая трансмиссия, харвестор, форвардер, системы управления, техническое обслуживание, надежность, гидравлические системы

Благодарности: работа выполнена в рамках исполнения госбюджетной темы FEUG.

Для цитирования: Современные подходы к диагностике лесозаготовительных машин / В. В. Махнушко, С. Д. Лопатин, Д. О. Чернышев, М. А. Крюкова // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXII Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 796–801.

Original article

MODERN APPROACHES TO LOGGING MACHINE DIAGNOSTICS

**Vitaly V. Makhnushko¹, Sergey D. Lopatin², Denis O. Chernyshev³,
Marina A. Kryukova⁴**

¹⁻⁴ Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ lg205@mail.ru

² king-icq@yandex.ru

³ chernyshevdo@m.usfeu.ru

⁴ marina.kryukova.70@mail.ru

Abstract. This article examines modern approaches to logging machine diagnostics in the context of increasingly intensive logging operations. The main development trends in diagnostic systems, transmission diagnostics, hydraulics, and electronics are analyzed.

Keywords: logging machine diagnostics, telematics systems, thermal diagnostics, hydrostatic transmission, harvester, forwarder, control systems, maintenance, reliability, hydraulic systems

Acknowledgments: the work was carried out within the framework of the implementation of the state budgetary theme FEUG.

For citation: Sovremennye podxody k diagnostike lesozagotovitelnyx mashin [Modern approaches to logging machine diagnostics] (2026) V. V. Makhnushko, S. D. Lopatin, D. O. Chernyshev, M. A. Kryukova. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : materials of the XXII All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 796–801. (In Russ).

Современное лесозаготовительное производство характеризуется высокой степенью механизации и автоматизации технологических процессов. Харвесторы, форвардеры, валочно-пакетирующие машины и другая специализированная техника представляют собой сложные технические системы, эффективность работы которых напрямую зависит от состояния их узлов и агрегатов. В условиях жесткой конкуренции на рынке лесозаготовительных услуг и необходимости соблюдения напряженных графиков поставок древесины особую актуальность приобретают вопросы обеспечения высокой надежности техники и минимизации простоев, связанных с отказами оборудования [1].

Современная концепция технического обслуживания предполагает переход от реактивного подхода, при котором ремонт производится после воз-

никновения отказа, к проактивной стратегии, базирующейся на непрерывном мониторинге технического состояния и прогнозировании остаточного ресурса критически важных узлов и агрегатов.

Одним из наиболее перспективных направлений развития систем диагностики лесозаготовительных машин является внедрение телематических систем дистанционного мониторинга. Такие системы обеспечивают непрерывный сбор данных о параметрах работы машины, их передачу на централизованный сервер и последующую обработку с использованием современных аналитических инструментов. Примером реализации данного подхода может служить телематическая система MachineRemoteAdvisor, которая позволяет осуществлять онлайн мониторинг состояния и передвижения специализированной техники через пользовательский интерфейс [2, 3]. Подобные системы регистрируют широкий спектр параметров, включая температуру рабочих жидкостей, давление в гидросистеме, обороты двигателя, расход топлива, вибрационные характеристики, а также координаты местоположения машины и траекторию ее движения.

Анализ данных телематических систем позволяет выявлять отклонения от нормальных режимов работы на ранних стадиях развития дефектов, что дает возможность планировать ремонтные мероприятия и минимизировать риск внезапных отказов в процессе эксплуатации [4].

Важным направлением диагностики лесозаготовительных машин является контроль состояния гидравлических систем, которые выполняют ключевые функции в работе большинства узлов современной техники. Гидростатические трансмиссии, гидроманипуляторы, системы позиционирования рабочих органов и другие гидравлические агрегаты работают в условиях высоких давлений и значительных динамических нагрузок, что обуславливает их подверженность различным видам отказов. Метод тепловой диагностики гидростатической трансмиссии, основанный на анализе температурных полей и их динамики в процессе работы, показал высокую эффективность при выявлении таких дефектов, как износ насосов и гидромоторов, нарушение герметичности уплотнений, загрязнение рабочей жидкости и другие неисправности [3].

Практическое применение метода тепловой диагностики предполагает использование тепловизионного оборудования для регистрации температурных полей поверхностей гидравлических агрегатов в различных режимах работы машины. Сравнение полученных термограмм с эталонными данными, соответствующими исправному состоянию оборудования, позволяет идентифицировать локальные перегревы, свидетельствующие о развивающихся дефектах. Преимуществом данного метода является его неразрушающий характер и возможность проведения диагностики без демонтажа агрегатов непосредственно на месте эксплуатации машины. Интеграция тепловизионных датчиков в состав бортовой системы мониторинга лесоза-

готовительной машины открывает перспективы для организации непрерывного контроля теплового состояния критически важных узлов в автоматическом режиме.

Развитие диагностики гидравлических систем также связано с созданием специализированных стендов и устройств для проверки работоспособности гидравлических агрегатов в условиях ремонтных предприятий. Современные диагностические стенды обеспечивают возможность измерения основных параметров работы гидронасосов, гидромоторов, гидрораспределителей и других компонентов гидросистем, включая подачу, давление, объемный КПД, утечки и другие характеристики [5]. Создание портативных устройств для диагностики, защищенных конструкцией по патенту на полезную модель, расширяет возможности проведения диагностических операций непосредственно на лесосеках и промежуточных складах без необходимости транспортировки техники на стационарные посты диагностики.

Современные электронные системы управления лесозаготовительных машин оснащаются встроенными средствами диагностики, реализующими непрерывный контроль исправности датчиков, проверку работоспособности исполнительных механизмов и регистрацию кодов ошибок при возникновении неисправностей. Однако эффективность встроенной диагностики ограничивается возможностями заложенных производителем алгоритмов, которые не всегда адаптированы к специфическим условиям эксплуатации техники на российских лесозаготовительных предприятиях. Развитие методов и путей решения проблем электроники лесозаготовительной техники предполагает разработку дополнительных средств внешней диагностики, позволяющих проводить углубленный анализ состояния электронных систем с использованием осциллографов, логических анализаторов и специализированного программного обеспечения для считывания и интерпретации диагностической информации.

Современные подходы предполагают создание многоуровневой системы диагностики, включающей непрерывный мониторинг ключевых параметров работы машины с использованием бортовых датчиков и телематических систем, периодический углубленный контроль состояния отдельных узлов и агрегатов с применением специализированного диагностического оборудования, а также экспертную оценку технического состояния на основе анализа накопленных данных и результатов визуального осмотра [1].

На организационном уровне перспективным направлением является развитие централизованных диагностических центров, обслуживающих группу лесозаготовительных предприятий в рамках определенного региона. Концентрация дорогостоящего диагностического оборудования и квалифицированного персонала в специализированных центрах позволяет повысить эффективность использования ресурсов и обеспечить доступность качественных диагностических услуг для более широкого круга потребителей. Развитие мобильных диагностических комплексов, способных выезжать непосредственно на места эксплуатации техники, расширяет возможности

оперативного проведения диагностических мероприятий без необходимости транспортировки машин на стационарные посты [4].

Важным направлением совершенствования систем диагностики является развитие методов прогнозирования остаточного ресурса узлов и агрегатов на основе анализа трендов изменения диагностических параметров. Современные подходы к прогностической диагностике базируются на использовании методов машинного обучения и искусственного интеллекта, позволяющих выявлять сложные закономерности в массивах диагностических данных и строить достоверные прогнозные модели. Накопление статистики отказов и корреляция диагностических параметров с фактическим техническим состоянием оборудования создают основу для разработки эффективных прогностических алгоритмов, специфичных для условий эксплуатации лесозаготовительной техники.

Таким образом, современные подходы к диагностике лесозаготовительных машин характеризуются интеграцией различных методов контроля технического состояния, широким использованием телематических систем и цифровых технологий, развитием прогностических методов диагностики. Несмотря на существующие проблемы, связанные с высокой стоимостью оборудования, недостаточной стандартизацией и организационными сложностями, наблюдается устойчивая тенденция к расширению применения современных диагностических систем в лесозаготовительной отрасли. Дальнейшее развитие диагностики будет определяться прогрессом в области сенсорных технологий, аналитики больших данных и искусственного интеллекта, что откроет новые возможности для повышения надежности и эффективности эксплуатации лесозаготовительной техники.

Список источников

1. Лесозаготовительные машины. Техническая эксплуатация и диагностика / Б. Г. Мартынов, С. Ф. Козьмин, А. С. Кривоногова [и др.]. Изд. 2-е, стер. СПб. : Лань, 2023. 132 с.
2. MachineRemoteAdvisor (MRA). Телематическая система для онлайн мониторинга состояния и передвижения специализированной техники через пользовательский интерфейс : свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2024684076, 14.10.2024. Заявка № 2024681690 от 20.09.2024.
3. Особенности использования метода тепловой диагностики гидростатической трансмиссии лесозаготовительных машин / А. В. Латынин, А. Н. Швырев, И. Ю. Кондратенко, И. С. Андрейшева // Воронежский научно-технический Вестник. 2021. Т. 2, № 2 (36). С. 42–49.
4. Совершенствование информационного обеспечения и экспериментальная оценка повышения коэффициента оперативной работы ремонтного

персонала при централизации управления процессами ТО и ТР / Ю. Ю. Володина, В. Ю. Букреев, А. В. Скрыпников [и др.] // Системы. Методы. Технологии. 2022. № 3 (55). С. 123–128.

5. Стенд для диагностики гидравлических агрегатов / С. В. Галямин, К. Э. Иванов, Е. С. Высоцкий, Д. В. Ревин // Молодая мысль: наука, технологии, инновации : материалы XV (XXI) Всероссийской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. Братск, 2023. С. 116–119.