

Заключение. Аналитически обоснован метод улучшения процесса смазывания опорных катков гусеничных тракторов в условиях граничного трения путем использования рапсово-минеральной смазочной композиции с компонентами поверхностно-активных веществ и циркуляционной подачи ее в зону трения подшипников.

Применение пластичной рапсово-минеральной смазочной композиции в условиях абразивного загрязнения при стендовых исследованиях обеспечивает снижение содержания железа в смазочном материале опорных катков на 14,3% по сравнению с минеральным трансмиссионным маслом (относительный показатель снижения скорости изнашивания составляет 1,11). В условиях рядовой эксплуатации сравнительными исследованиями установлено снижение содержания железа в смазочном материале на 28,1% (относительный показатель снижения скорости изнашивания равен 1,33), что позволяет прогнозировать повышение ресурса подшипников опорных катков в опытном варианте на 45% в сравнении с серийным вариантом.

Динамика изменения осевого зазора в подшипниках и оценка их ресурса позволяют проводить замену смазочного материала и регулировку подшипников при наработке трактора 3000 мото-ч. Годовой экономический эффект при использовании предлагаемого метода совершенствования смазочной системы и разработанной смазочной композиции составляет 1656 руб. на один трактор.

Библиографический список

1. Бухвалов, А. С. Пути улучшения режимов смазывания ходовых систем тракторов / А. С. Бухвалов, Г. А. Ленивец // *Аграрная наука – сельскому хозяйству* : сб. тр. – Самара : РИЦ СГСХА, 2010. – С.193-200.
2. Пат. №2441796 Российская Федерация. Опорный каток для гусеничных машин / Бухвалов А. С., Ленивец Г. А., Володько О.С. [и др.]. – № 2010115505/11 ; заявл. 19.04.2010 ; опубл. 10.02.2012, Бюл. № 4. – 4 с.
3. Бухвалов, А. С. Теоретическое обоснование конструктивных параметров устройства для циркуляционной подачи пластичного смазочного материала в опорных катках / А. С. Бухвалов, О. С. Володько // *Эксплуатация автотракторной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы* : сб. статей Всероссийской науч.-практ. конф. – Пенза : РИО ПГСХА, 2013. – С. 25-31.
4. Разработка и внедрение технологии рационального использования минеральных и альтернативных топливо-смазочных материалов и методов улучшения трибологических параметров с.-х. техники : отчет о НИР (заключит.) / ВНИИ Центр ; исполн.: Володько О. С., Ленивец Г. А., Болдашев Г. И. [и др.]. – М. : ВНИПИ ОАСУ, 2010. – 150 с. – № ГР 01.200511089. – Инв. № 02.201153084.
5. Современная трибология : Итоги и перспективы / отв. ред. К. В. Фролов – М. : ЛКИ, 2008. – 480 с.
6. Чичинадзе, А. В. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) / А. В. Чичинадзе [и др.] ; под общ. ред. А. В. Чичинадзе. – М. : Машиностроение, 2003. – 576 с.
7. Бухвалов, А. С. Повышение ресурса подшипников опорных катков гусеничных тракторов совершенствованием смазочной системы : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.03 / Бухвалов Артем Сергеевич. – Пенза, 2014. – 197 с.
8. Приказчиков, М. С. Повышение ресурса гидроподжимных муфт коробок передач с гидроуправлением улучшением режима трения фрикционных дисков : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.03 / Приказчиков Максим Сергеевич – Пенза, 2013. – 197 с.

УДК 621.515

СПОСОБ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВОЗДУХОПОДАЧИ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ

Иншаков Александр Павлович, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой «Мобильные энергетические средства», ФГБОУ ВПО МГУ им. Н. П. Огарёва.

430032, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевистская, д. 68.

E-mail: kafedra_mes@mail.ru

Курбаков Иван Иванович, преподаватель кафедры «Мобильные энергетические средства», ФГБОУ ВПО МГУ им. Н. П. Огарёва.

430032, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевистская, д. 68.

E-mail: ivankurbakov@mail.ru

Кувшинов Алексей Николаевич, канд. техн. наук, ст. преподаватель кафедры «Мобильные энергетические средства», ФГБОУ ВПО МГУ им. Н. П. Огарёва.

430032, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевистская, д. 68.

E-mail: mesmgu@mail.ru

Ключевые слова: двигатель, система, воздухоподача, турбокомпрессор, диагностирование.

В статье рассматривается способ диагностирования системы воздухоподдачи тракторного двигателя с газотурбинным наддувом, в основу которого положен принцип взаимосвязи параметров работы системы воздухоподдачи и показателей двигателя. Цель исследования – совершенствование методов и средств диагностирования систем воздухоподдачи тракторных двигателей с газотурбинным наддувом. Исходя из поставленной цели

исследования были определены следующие задачи – изучить различные условия работы систем воздухоподготовки автотракторных дизельных двигателей; определить диагностические параметры при оценке технического состояния системы газотурбинного наддува в эксплуатационных условиях; разработать диагностические средства для безразборной оценки технического состояния системы воздухоподготовки двигателей мобильных энергетических средств для стационарных и эксплуатационных условий. Одним из направлений в решении проблемы эффективного использования мобильной сельскохозяйственной техники является поддержание её в работоспособном состоянии за счёт своевременного проведения диагностических мероприятий. Наиболее трудоемким и наукоемким остается процесс диагностирования двигателей внутреннего сгорания (ДВС) мобильных энергетических средств. Неисправности двигателя ведут к снижению производительности, ухудшению экономичности и экологичности машинно-тракторного агрегата (МТА). В ходе изучения условий работы системы наддува двигателей мобильной сельскохозяйственной техники установлены причины появления в эксплуатации отказов турбокомпрессоров (ТКР) и двигателя. Проведенный анализ существующих методов и средств диагностирования воздухоподводящих систем автотракторных дизелей позволил определить пути их совершенствования за счет оптимизации компоновочных решений и разработки программного обеспечения. Разработан информационно измерительный комплекс (ИИК) с программным обеспечением, позволяющий диагностировать систему наддува по входным и выходным параметрам, определять КПД системы наддува двигателя, отображать результаты в виде аналитической и графической информации.

Современная мобильная сельскохозяйственная техника (автомобили, тракторы, комбайны и другие специализированные машины) представляет собой совокупность различных взаимосвязанных систем, от взаимодействия и согласованности в работе которых, зависит, в целом, надежность техники и эффективность её использования.

В тракторах в качестве источника энергии широкое распространение получили дизельные двигатели внутреннего сгорания с газотурбинным наддувом.

Одним из направлений в решении проблемы эффективного использования мобильной сельскохозяйственной техники является поддержание её в работоспособном состоянии за счёт своевременного проведения диагностических мероприятий.

Наиболее трудоемким и наукоемким остается процесс диагностирования двигателей внутреннего сгорания (ДВС) мобильных энергетических средств. Неисправности двигателя ведут к снижению производительности, ухудшению экономичности и экологичности машинно-тракторного агрегата (МТА) [1].

Статистика выхода из строя отдельных узлов и агрегатов автотракторных ДВС показывает, что 45% все отказов составляют отказы системы питания топливом и воздухом [2]. Следовательно, исследования, направленные на совершенствование методов и средств диагностирования системы воздухоподготовки автотракторного двигателя с газотурбинным наддувом (ГТН) при техническом сервисе являются актуальными.

Цель исследования – совершенствование методов и средств диагностирования системы воздухоподготовки двигателей мобильной сельскохозяйственной техники.

Задачи исследований – изучение и формулирование причинно-следственных связей дефектов агрегатов воздухоподготовки тракторных дизелей с газотурбинным наддувом; разработка диагностических средств для безразборной оценки технического состояния систем газотурбинного наддува для стационарных и эксплуатационных условий.

Материалы и методы исследования. В основу диагностирования положен принцип взаимосвязи параметров системы ДВС-ТКР применительно к эксплуатационным условиям работы [3]. Полученные материалы базируются на теоретических и экспериментальных исследованиях в области эксплуатации и диагностирования технического состояния автотракторных двигателей, выполненных ранее ведущими учеными Н. С. Ждановским, В. М. Михлиным, И. П. Терских, А. В. Николаенко, К. Ю. Скибневским, А. Э. Симсоном, А. С. Кулешовым и др.

Краткий обзор и анализ состояния проблемы показал, что к настоящему времени созданы определенные научно-методические и практические основы диагностики воздухоподводящих систем автотракторных ДВС. Вместе с тем, существующие технологии и методы диагностирования, контроля и оценки технического состояния отдельных элементов современных систем газотурбинного наддува не учитывают в полной мере особенностей их функционирования, так как основываются на стендовых методах испытания турбокомпрессора и системы ГТН в целом.

Для оценки влияния различных неисправностей в системе воздухоподготовки двигателя на диагностические показатели турбонаддува была разработана схема их взаимосвязей (рис. 1). При этом учитывались наиболее проявляемые в эксплуатации неисправности [4]. Как правило, в системе впуска и выпуска это неисправности, вызванные утечками воздуха и дополнительными сопротивлениями на впуске и выпуске. Их можно подразделить на утечки воздуха до и после компрессора, утечки до и после турбины, сопротивления до и после компрессора, сопротивление в системе выпуска.

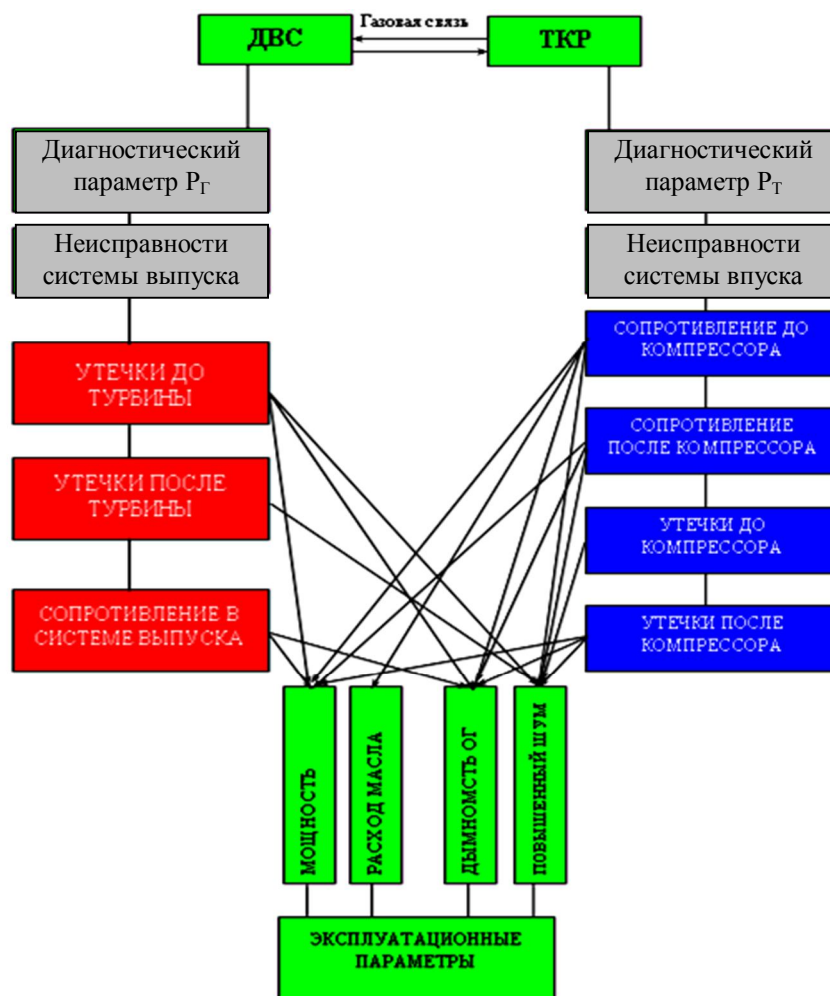


Рис. 1. Схема взаимосвязей неисправностей системы ДВС – ТКР при диагностировании газотурбинного наддува

Повышение достоверности и снижение трудоемкости работ может быть достигнуто путем совершенствования средств измерений диагностируемых параметров. Это позволит получать информацию о техническом состоянии агрегатов воздухоподачи непосредственно во время моторных испытаний двигателя.

Для реализации такого способа диагностирования применялось как стандартное, так и дополнительное специально разработанное оборудование. В частности, были разработаны дополнительные устройства и программные средства, позволяющие производить необходимые расчеты и вести накопление статистической информации. Контролю подвергались следующие параметры: давление наддува, давление выпускных газов до и после турбины, давление воздуха после системы очистки воздуха, температура воздуха, температура надувочного воздуха, температура отработавших газов до и после турбины.

Информационно-измерительный комплекс (ИИК) (рис. 2) включает в себя комплект проставок 1-4 для подключения контуров модуля измерений давлений и термопар системы Zet Lab, модуль для измерения давлений 5, содержащий в своей конструкции четыре ресивера, позволяющие сгладить пульсации газов при работе двигателя внутреннего сгорания, модуль для измерения температуры 6, вычислительный блок 7, блок отображения результатов 8. Для измерения температуры воздуха и температуры отработавших газов использовалась стандартная система компании Zet Lab. Система позволяет фиксировать, отображать, хранить и обрабатывать значение температур газов в системе воздухоподачи автотракторного двигателя, подключение термопар типа ТХА системы Zet Lab осуществлялось при помощи разработанного комплекта диагностических проставок, питание модуля Zet Lab осуществляется от ПК, через порт USB 2.0.

Интеллектуальный датчик температуры состоит из термопары и модуля ZET 7120 TermoTC-CAN, который осуществляет преобразование сигнала с датчика в значения температуры. Полученные значения температуры передаются по протоколу Modbus по интерфейсу CAN. Использование интеллектуальных датчиков не требует настройки измерительных каналов. Интеллектуальный термопреобразователь сопротивления ZET 7120 TermoTC-CAN внесен в реестр средств измерений под № 52802-13.

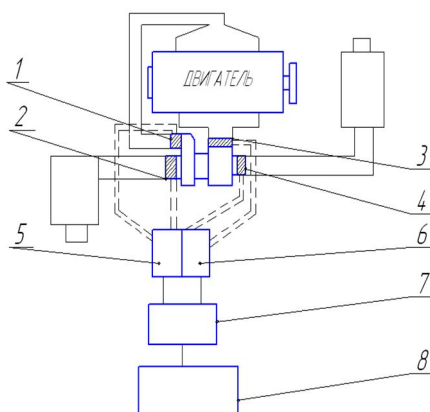


Рис. 2. Схема измерения параметров работы системы воздухоподачи

Контролируемые параметры затем обрабатывались в разработанной программе для ЭВМ «Программа определения КПД турбокомпрессора».

Результаты исследований. Экспериментальные исследования системы воздухоподачи тракторного дизеля показали, что наиболее проявляемыми неисправностями является засорение воздухоочистителя, негерметичность воздушных патрубков, повреждение интеркулера [5, 6].

В качестве примера на рисунке 3 приведён сравнительный анализ показателей работы двигателя с наддувом, полученных на стенде КИ-5543 с помощью разработанного ИИК исправного и «неисправного» турбокомпрессора ТКР 6.1 (повреждение патрубков, повреждение охладителя надувочного воздуха и т.д.).

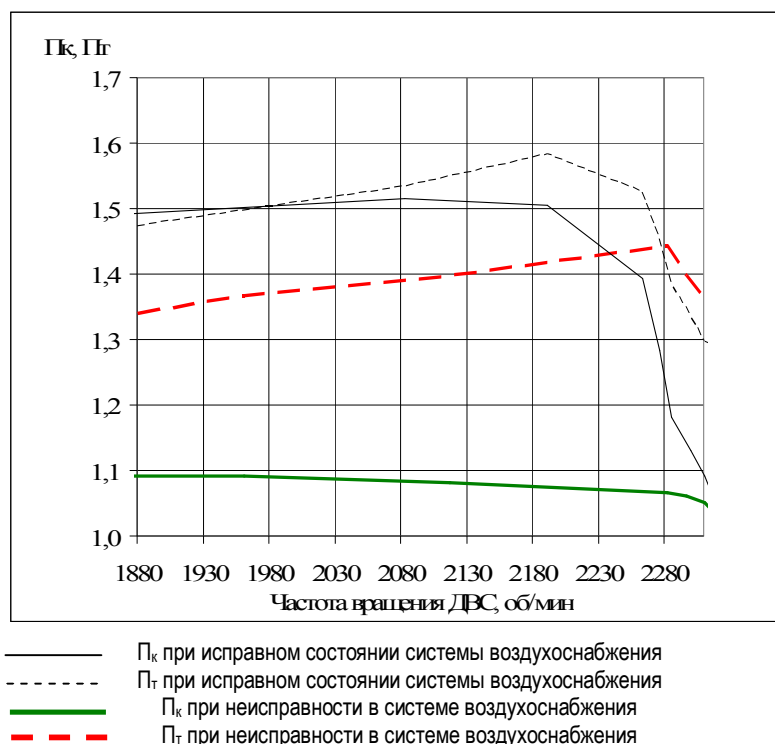


Рис. 3. График изменения степени повышения давления наддува P_k и степени понижения давления отработавших газов P_m турбокомпрессора двигателя Д-245 в условиях регуляторной характеристики

Как видно появление неисправности (повреждения патрубков, повреждение охладителя надувочного воздуха) ведет к снижению P_k и P_m на всех скоростных режимах, что позволяет использовать их в качестве диагностических показателей при определении технического состояния системы ГТН.

Разработанная программа для ЭВМ «Программа определения КПД турбокомпрессора» на основе заложенной математической модели вычисляет значение КПД турбокомпрессора в эксплуатации и позволяет отобразить информацию в графическом виде (рис. 4).

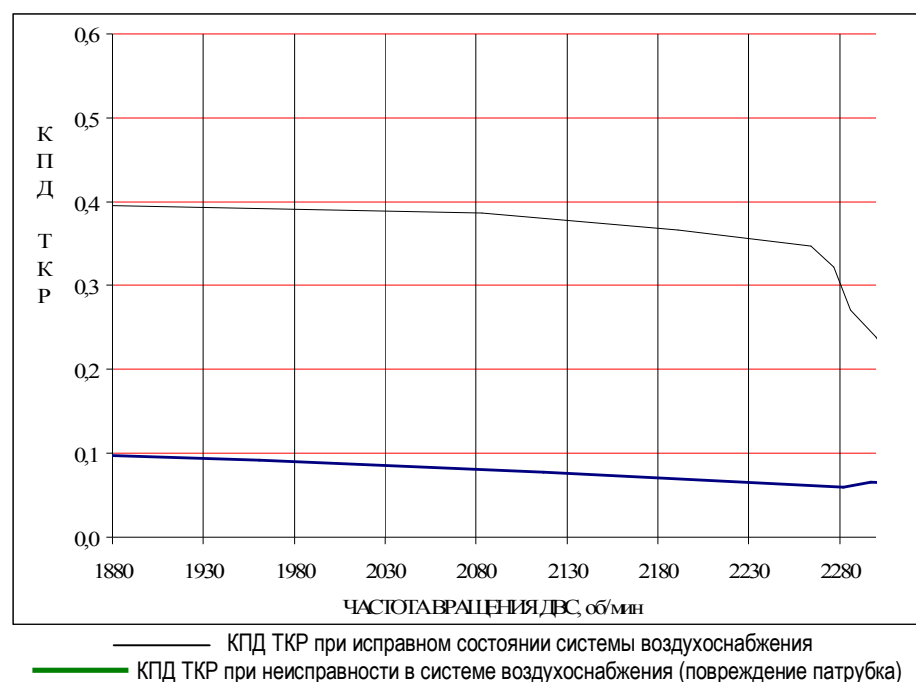


Рис. 4. Графики изменения КПД турбокомпрессора ТКР 6.1, установленного на двигателе Д-245 в условиях регуляторной характеристики

Из выше представленной зависимости видно, как появление неисправности в системе воздухоподачи отражается на эффективности функционирования всей системы ГТН в процессе эксплуатации мобильного энергетического средства. В свою очередь снижение эффективности системы наддува влечет за собой снижение мощностных показателей ДВС [7] и увеличение его тепловой нагрузки.

Заключение. В ходе изучения условий работы системы наддува двигателей мобильной сельскохозяйственной техники установлены причины появления в эксплуатации отказов ТКР и двигателя, связанные с нарушением нормальной воздухоподачи. Наиболее опасным проявлением таких отказов является повышение теплонапряженности дизельного двигателя. Проведенный анализ существующих методов и средств диагностирования воздухоподающих систем автотракторных дизелей позволил определить пути их совершенствования за счет оптимизации компоновочных решений и разработки программного обеспечения. Разработан ИИК с программным обеспечением, позволяющий диагностировать систему наддува по входным и выходным параметрам, определять КПД системы наддува двигателя, отображать результаты в виде аналитической и графической информации.

Библиографический список

1. Иншаков, А. П. Необходимость комплексного подхода к диагностированию систем наддува тракторных дизелей / А. П. Иншаков, А. Н. Кувшинов, О. Ф. Корнаухов // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – №10. – С. 15-16.
2. Алексеев, О. А. Обоснование средств диагностирования турбокомпрессоров мобильных энергетических средств : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.03 / Алексеев Олег Алексеевич. – Оренбург : Оренбургский ГУ, 2007. – 16 с.
3. Кувшинов, А. Н. Повышение эффективности диагностирования систем газотурбинного наддува двигателей мобильной сельскохозяйственной техники : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.03 / Кувшинов Алексей Николаевич. – Саранск : Изд-во МГУ, 2013. – 17 с.
4. Иншаков, А. П. Экспериментальные исследования системы диагностирования турбонаддува автотракторного двигателя Д-245-35 / А. П. Иншаков, А. Н. Кувшинов, И. И. Курбаков, О. Ф. Корнаухов // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – №5. – С. 45-47.
5. Иншаков, А. П. Диагностирование турбокомпрессора автотракторного дизельного двигателя на обкаточно-тормозном стенде КИ 5543 ГОСНИТИ / А. П. Иншаков, А. Н. Кувшинов, И. И. Курбаков, О. Ф. Корнаухов // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – №1. – С. 39-41.
6. Иншаков, А. П. Диагностика турбокомпрессоров на стенде КИ-5543 / А. П. Иншаков, А. Н. Кувшинов, И. И. Курбаков, О. Ф. Корнаухов // Сельский механизатор. – 2013. – №12 (58). – С. 39.
7. Иншаков, А. П. Программный комплекс «Дизель РК» / А. П. Иншаков, И. И. Курбаков // Сельский механизатор. – 2013. – №12 (58). – С. 45.