Использованные источники:

1. Стадник А.Т., Кабаков В.М., Кабакова О.Г. Техническая оснащенность сельскохозяйственного производства региона и пути ее совершенствования // Вестник НГАУ. – 2018. – № 1(46). – С. 166-173.
2. Немцев А.Е., Криков А.М., Коротких В.В., Деменок И.В. Концепция развития системы обеспечения работоспособности мобильных энергетических средств. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2018. – 72 с.
3. Калачин С.В. Прогнозирование изменения контролируемых эксплуатационных параметров МТА // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – № 6. – С. 29-31.
4. Добролюбов И.П., Лившиц В.М. Динамический метод диагностики автотракторных двигателей. Принципы построения диагностических моделей переходных процессов: метод рекомендации. – Новосибирск: СО ВАСХ-НИЛ, СибИМЭ, 1981. – 88 с.
5. Альт В.В., Ольшевский С.Н., Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Борисов А.А., Орехов А.К. Разработка динамической модели ДВС // Труды ГОСНИТИ. 2015. – Т. 118. – С. 8-15.
6. Гребенников С.А., Гребенников А.С., Косарева А.В., Шерин А.А. Диагностирование элементов ДВС динамическим методом // Грузовик. – 2016. – № 10. – С. 20-24.
7. Кривцов С.Н. Методический подход к формированию динамической модели дизельного автомобиля с аккумуляторной топливоподающей системой // Автомобильная промышленность. – 2016. – № 10. – С. 10-14.
8. Тимонин С.Б., Тимонина А.С. Внедрение цифровых технологий в процессы обеспечения оптимального функционирования машинно-тракторного агрегата // Нива Поволжья. – 2018. – № 3. – С. 124-132.
9. Савченко О.Ф., Шинделов А.В. Применение информационных технологий в инженерно-технической системе АПК // Вестник НГАУ. – 2013. – № 4. – С. 99-10.
10. Дидманидзе О.Н., Дорохов А.С., Катаев Ю.В. Тенденции развития цифровых технологий диагностирования технического состояния тракторов // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 11 (281). – С. 39-43.
11. Гольяпин В.Я., Мишуров Н.П., Буклагин Д.С., Апатенко А.С. Тенденции интеллектуализации тракторов и машинно-тракторных агрегатов: аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. – 88 с.
12. Yadrovskaya M.V. Revisiting computer modeling. Advanced Engineering Research. – 2020. – 20 (3). 332-345.
13. Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Ольшевский С.Н. Принципы разработки компьютерной динамической модели автотракторных ДВС // Вестник НГАУ. – 2014. – № 2. – С. 141-146.
14. Добролюбов И.П., Савченко О.Ф., Альт В.В., Ольшевский С.Н., Клименко Д.Н. Моделирование процесса оптимального определения параметров состояния двигателя внутреннего сгорания измерительной экспертной системой // Вычислительные технологии. – 2015. – Т. 20. – № 6. – С. 22-35.
15. Альт В.В., Ольшевский С.Н., Клименко Д.Н., Борисов А.А., Орехов А.К. Определение мощности автотракторных двигателей по параметрам системы бортовой диагностики // Труды ГОСНИТИ. – 2015. – Т. 119. – С. 151-156.
16. Альт В.В., Савченко О.Ф., Елкин О.В. Цифровая технология оценки мощности тракторного парка сельхозпредприятия // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2019. – Т. 13. – № 4. – С. 25-31. DOI 10/22314/2073-7599-2019-13-4-25-31.

УДК: 631.153.46

DOI: 10.26898/agroinfo-2021-328-333

*Саяпин А.С., Костомахин М.Н., Петрищев Н.А., Молибоженко К.К.,
ФГБНУ Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, г. Москва*

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ КОНТРОЛЕПРИГОДНОСТИ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ ТРАКТОРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СЧЕТЧИКОВ-ИНДИКАТОРОВ

В статье рассматриваются вопросы возможности повышения контролепригодности и приспособленности к диагностированию узлов коробок перемены передач с гидравлическим управлением энергонасыщенных тракторов для повышения эксплуатационной надежности за счет использования дополнительных средств контроля технического состояния в условиях рядовой эксплуатации.

Ключевые слова: датчик, диагностирование, техническое состояние, коробка перемены передач, трактор.

В настоящее время продукция АО «Петербургский тракторный завод» (АО ПТЗ) пользуется заслуженным успехом у сельхозтоваропроизводителей, выпуск тракторов за последние годы неуклонно увеличивается. При этом совершенствуются и сервисные центры фирменной дилерской сети, обеспечивающие полноту проведения регламентного технического обслужи-

живания, осуществляются гарантийные обязательства перед конечными потребителями в размере до 3000 моточасов в течение 24 месяцев [1, 2].

Значительным конкурентным преимуществом использования техники потребителями является фирменное техническое сопровождение и в послегарантийный период эксплуатации. Однако при этом необходимо учитывать, что обеспечение экономии времени и точность проведенных диагностических работ закладывается еще на стадии изготовления узлов и агрегатов. Современными трендами при экспресс-диагностировании являются использование различных индикаторов, цифровых технологий для оценки технического состояния в процессе эксплуатации, которые позволяют, например, инспекторам Гостехнадзора и диагностам визуально или с применением средств инструментального контроля оценивать текущее, а также предельное техническое состояние того или иного агрегата или системы [3, 4, 5].

Приходится констатировать, что у коробки передач (КП) тракторов «Кировец» необходимо расширять контролепригодность и приспособленность к диагностированию по ГОСТ 26656 в процессе эксплуатации [6]. В настоящее время проведение оценки состояния фрикционных дисков передач при техническом обслуживании и ресурсном диагностировании достаточно сложно из-за отсутствия методик и рекомендованного оборудования, а от степени износа фрикционных дисков во многом зависит величина наработки трактора на отказ II и III групп сложности.

При анализе эксплуатационной документации на трактор К-744 выявлено, что в процессе эксплуатации трактора на панели оператора контролируются только рабочее давление в системе управления за счет установки датчика в механизме переключения передач (МПП) и аварийный перепад давления в линейном фильтре. Уровень рабочей жидкости контролируется визуально. При этом отсутствует возможность контроля степени изнашивания фрикционных дисков, что не позволяет оператору вовремя выявить выход этих параметров за предельные величины, что увеличивает риск появления отказов техники.

В рамках темы НИР и НИОКР в лаборатории 13.1 ФГБНУ ФНАЦ ВИМ проведены поисковые работы по совершенствованию уровня контролепригодности и приспособленности к диагностированию коробки передач тракторов производства АО «ПТЗ».

Цель данных исследований – создание действующих макетных устройств, позволяющих расширить уровень контроля технического состояния деталей КП энергонасыщенных тракторов в процессе эксплуатации.

В качестве контролируемого ресурсопределяющего параметра выбрана величина линейного перемещения нажимного диска бустера передачи при изменении давления и подачи рабочей жидкости (РЖ), которая, в свою очередь, характеризует износ, коробление фрикционных дисков, утечки в распределителе МПП.

При реализации опытных поисковых исследований были предложены три способа исполнения системы для контроля величины линейного перемещения:

- визуальный (№ 1) – использовался эндоскоп, оснащенный приспособлением для позиционирования зонда;
- датчиковый дискретный (№ 2) – использовался индукционный датчик положения с выходом на систему сигнальных индикаторов или телеметрический терминал;
- датчиковый аналоговый (№ 3) – использовался индукционный датчик с аналоговым выходом на плату АЦП и на ПК.

В процессе экспериментального моделирования выявлено, что все три варианта могут быть реализованы для оценки величины износа фрикционных дисков КП в процессе технического обслуживания при эксплуатации техники. Визуальный вариант (№1) требует минимальных изменений в конструкции КП, а именно: необходимы маркерные накатки – «легенды» на боковых цилиндрических поверхностях нажимного диска для упрощения определения текущего положения бустера по изображению на мониторе эндоскопа в узком секторе обзора. Такой способ можно использовать при ТО. Для позиционирования и установки зонда эндоскопа на боковой поверхности полукартера просверливается отверстие напротив нажимных дисков и устанавливается приспособление для визуального контроля.

Для моделирования работы штатного насоса КП при визуальном способе контроля может быть использована модернизированная установка ОМ-28257 или другая, имеющая следующие характеристики: насос установки должен обеспечивать циркуляционную подачу в диапазоне 0...20 л/мин подогретой до +50 °С рабочей жидкости под давлением 0...1,6 МПа через штатный фильтр в МПП КП.

Для контроля величины линейного перемещения нажимного диска под действием давления рабочей жидкости с применением датчиков были разработаны, изготовлены и установлены различные варианты специальных маркерных колец на боковую цилиндрическую часть нажимного диска (рисунок 1).

Для реализации вариантов № 2 и № 3, которые позволяют оценивать величину линейного перемещения нажимного диска в режиме on-line, необходима следующая модернизация в конструкции КП:

- изменение боковой цилиндрической формы поверхностей нажимных дисков на коническую или установка дополнительных маркерных колец [8];
- установка на боковой поверхности полукартера КП индукционных или вихретоковых датчиков с рабочей температурой не менее +120°С;
- подключение датчиков и коммутация сигнальных индикаторов на панель оператора или платы АЦП, телеметрический терминал для передачи данных на диагностический ПК.

Проведенные опыты подтвердили, что стабильность и чувствительность системы контроля составляет порядка 0,1 мм. Данный показатель является приемлемым для экспресс-диагностирования. При этом показания с датчика передавались на АЦП Е-140М (внесен в государственный реестр средств измерения), обрабатывались в среде программы L-graph.

Полученные результаты показали высокую информативность применения бесконтактных способов измерения, как линейного перемещения, так и радиального биения, которые возможно воспроизвести в условиях реальной эксплуатации техники.

Необходимо отметить, что бесконтактные датчиковые способы контроля могут осуществляться даже при наличии на поверхности деталей следов консервационной смазки и рабочей жидкости, и могут применяться в стационарных условиях в процессе сборки, обкатки и испытаний КП в качестве индикаторов плоскостности фрикционных дисков, герметичности МПП и состояния подшипников.

а)

б)

в)

Рисунок 1. Реализация контроля линейных перемещений с помощью бесконтактных датчиков:

а – коническое маркерное кольцо; б – комбинированное маркерное кольцо; в – индукционные датчики: 1 – с дискретным выходом; 2 – с аналоговым выходом

Для передачи данных на телеметрический терминал могут использоваться дискретные индукционные датчики, работающие в режиме ключа. При их срабатывании сигнал может одновременно поступать оператору и в системы удаленного мониторинга техники сервисной службы дилера и эксплуатирующей организации.

В настоящее время характеристики фрикционных дисков, применяемых в КП тракторов «Кировец», значительно изменились по сравнению с дисками ранее выпускавшихся тракторов К-701. Так как вместо стальных ведомых дисков, стали использовать фрикционный материал производства Молодечненского завода порошковой металлургии Республики Беларусь. При этом производитель дает расчетный ресурс дисков порядка 20000 включений. Для повышения эксплуатационной надежности КП в процессе работы техники встает вопрос о контроле использования передач и их равномерного использования по количеству включений для прогнозирования остаточного ресурса.

Разработан действующий прототип счетчика-индикатора включений передач каждой передачи КП трактора «Кировец», а также общее количество включений передач и процентное соотношение частоты и времени восстановления давления в соответствующей передаче (рисунок 2).

Рисунок 2. Табло счетчика-индикатора передач:
 а – режим подсчета передач; б – режим использования передач по времени;
 в – режим оценки времени восстановления давления

Разработан прототип счетчика-индикатора соответствия передаточным отношениям передач (буксования фрикционных дисков) и раздаточного вала, характеризующий необходимость подключения грузового моста по буксованию колес переднего моста (рисунок 3).

Рисунок 3. Счетчик-индикатор передаточных отношений:

а – нормальная – передаточные отношения передач и фланцев раздаточного вала не превышают предельных значений (цвет сигнального светодиода – зеленый);

б – несоответствие передаточных отношений между ведущим и раздаточным валом (более 3%) – буксование фрикционных дисков передач КП. При одновременном буксовании переднего моста (более 16 %) предпочтение отдается сигналу о пробуксовке фрикционных дисков (цвет сигнального светодиода – красный);

в – буксование переднего моста относительно неподключенного заднего (более 16 %) (цвет сигнального светодиода – желтый)

С целью недопущения эксплуатации КП с превышением допустимых параметров предлагается контролировать их значения путем установки счетчиков-индикаторов и дополнительных датчиков (рисунок 4):

Рисунок 4. Предлагаемые места установки датчиков для контроля технического состояния узлов КП с применением счетчиков-индикаторов:

1 – аварийного уровня РЖ; 2 – температуры РЖ; 3 – дыма (наличия аварийных механических потерь); 4 – давления РЖ в системе управления; 5 – датчик давления разряжения РЖ (загрязненности сетки всасывающего фильтра); 6 – давления в полости КПП (загрязненности сапуна); 7 – датчик скорости ведущего вала; 8 – датчик скорости раздаточного вала переднего моста; 9 – датчик скорости раздаточного вала заднего (грузового) моста; пересчет сигналов датчиков 7-8 – величины буксования фрикционных дисков; пересчет сигналов датчиков 8-9 – уровень буксования движителей, сигнализации необходимости подключения заднего (грузового) моста; 10 – вихрековые или индукционные датчики

Представленные образцы счетчиков-индикаторов позволяют по заданному функциональному признаку оперативно подавать данные о текущем техническом состоянии отдельных подсистем трактора, что в конечном итоге позволит получать полезную информацию для сравнения и принятия решений, а также своевременно выявлять ошибки персонала при эксплуатации и обслуживании техники. Получаемые данные при помощи счетчиков-индикаторов не только выводятся на экраны и индикаторы, но и передаются по цифровой шине данных с интерфейсом RS-485 в телеметрический терминал, где возможна их запись, хранение, дополнительная обработка и передача в режиме «on-line» по мобильной связи в сети Internet.

При помощи счетчиков-индикаторов можно создавать как внешние, так и встроенные средства диагностирования. Благодаря автоматическому интеллектуальному контролю рабочих параметров узлов и агрегатов машин непрерывно во время эксплуатации это позволит с учетом трудозатрат и стоимости установки значительно снизить время на подготовку к диагностированию, а в случае необходимости провести переустановку и быструю перенастройку на новый объект контроля.

Выводы

1. Для дальнейшей реализации представленных разработанных счетчиков-индикаторов необходимо, на наш взгляд, совместно с производителями энергонасыщенных тракторов согласовать возможное оснащение ресурсопределяющих узлов и деталей КП, ведущих мостов тракторов системой индикаторов состояний, позволяющих с минимальными трудозатратами определять их текущее техническое состояние.

2. При совершенствовании систем удаленного мониторинга техники для оценки текущего состояния, а также прогнозирования ресурса в гарантийный и постгарантийный периоды необходима проработка вопроса повышения контролепригодности и приспособленности КП к диагностированию за счет утвержденных критериев, характеризующих номинальное, допускаемое и предельное состояния.

Использованные источники:

1. Дорохов А.С., Костомахин М.Н., Петрищев Н.А., Макаркин И.М., Саяпин А.С., Ивлева И.Б. Проект цифровой системы для диагностирования ресурсопределяющих узлов коробок перемены передач с гидравлическим управлением мобильных энергетических средств // Технический сервис машин. – 2019. – № 4 (137). – С. 83-95.
2. Петрищев Н.А., Саяпин А.С., Поспелов А.П., Крюковская Н.С., Капусткин А.О., Хисметов Н.З. Анализ и перспективы использования цифровых технологий для контроля качества эксплуатации силовых передач и ходовой части МТП // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2018. – № 8. – С. 17-25.
3. Петрищев Н.А., Лавров А.В., Крюковская Н.С., Капусткин А.О., Саяпин А.С., Поспелов А.Р., Прядкин В.И. Контроль качества силовых передач и ходовых систем с использованием цифровых технологий // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. – № 6. – С. 63-69.
4. Дорохов А.С., Петрищев Н.А., Макаркин И.М., Поспелов А.Р., Саяпин А.С., Крюковская Н.С. Резервы повышения производительности и надежности МТП в АПК // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2018. – № 11. – С. 34-39.
5. Дорохов А.С. Совершенствование входного контроля качества сельскохозяйственной техники на дилерских предприятиях // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. – 2009. – № 2. – С. 62-63.
6. Черноиванов В.И., Ежевский А.А., Краснощеков Н.В., Федоренко В.Ф. Управление качеством в сельском хозяйстве: науч. изд. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2011. – 344 с.

УДК 681.5

DOI: 10.26898/agroinfo-2021-333-337

*Середа Т.Г.¹, Костарев С.Н.^{1,2}, Кочетова О.В.²,
¹ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,
²ФКОУ ВО Пермский институт ФСИИ России*

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ В ПОМЕЩЕНИИ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ СВИНЕЙ

Экономическая эффективность ведения животноводства зависит от рационального содержания животных, которое в значительной мере определяется наличием оптимального микроклимата. Затраты на обогрев животноводческих помещений, как правило, значительно ниже, чем потери от падежа, снижения продуктивности и перерасхода кормов. Для оптимизации микроклимата в животноводческом помещении разработан алгоритм программы для ЭВМ, который позволит создать систему, обеспечивающую оптимальные условия содержания и обслуживания животных и повысить безопасность жизнедеятельности на животноводческих фермах.

Ключевые слова: микроклимат, свиноферма, релейно-контактная схема.

Введение. Разведение свиней с высокой скоростью роста требует поддержания комфортных параметров микроклимата в свинарниках [1]. Несмотря на то, что в помещениях свинокомплексов создается регулируемый микроклимат, он все-таки не всегда соответствует оптимальным значениям. Такие отклонения от рекомендуемых норм могут быть обусловлены временем года, природно-климатическими условиями, конструкцией зданий, особенностями содержания, а также эффективностью функционирования систем обеспечения оптимальных зоогигиенических параметров [2]. Многочисленными исследованиями установлено, что неблагоприятные условия содержания являются причиной значительного отхода молодняка и ведут к сокращению продуктивности, из-за чего происходит перерасход кормов, сокращение сроков эксплуатации животных [3]. Методической основой разработки проекта управления микроклиматом являлся Приказ «Об утверждении Ветеринарных правил содержания свиней в целях их воспроизводства, выращивания и реализации».