

СЕКЦИЯ 2 ДИАГНОСТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ

УДК 629.3

МОНИТОРИНГ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ТРАНСФОРМАТОРА АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

РЫНКЕВИЧ С. А.

(Белорусско-Российский университет; г. Могилев)

Отмечено, что эффективность выполнения транспортной работы автотранспортных средств, оснащенных гидромеханическими передачами, зависит от технического состояния их основных элементов, а главное, от технического состояния гидродинамического трансформатора. Описаны особенности функционирования гидротрансформатора в процесс эксплуатации транспортного средства. Обоснованы и выбраны диагностические параметры гидротрансформатора, которые следует использовать при мониторинге его технического состояния

Ключевые слова: гидромеханическая передача, гидродинамический трансформатор, мониторинг, техническое состояние.

Эффективность выполнения транспортной работы автотранспортных средств, оснащенных гидромеханическими передачами (ГМП), в большой мере зависит от технического состояния элементов ГМП – сборочных механизмов и деталей [1, 2]. Важнейшим механизмом ГМП является гидродинамический трансформатор (ГДТ). Выход из строя этого сложного и дорогостоящего механизма гидромеханической трансмиссии может надолго вывести из рабочего цикла карьерный самосвал или другую машину, оснащенную ГМП.

Гидродинамический трансформатор предназначен для передачи и изменения крутящего момента от двигателя к механической коробке передач, а также уменьшения крутильных колебаний. Он обеспечивает плавное трогание с места при высоких тяговых нагрузках за счет высокого значения коэффициента трансформации $K_{ТН}$ при низких значениях передаточного отношения $i_{ТН}$. КПД гидротрансформатора в этот период достаточно низкий и мощность двигателя расходуется в большей мере на разогрев рабочей жидкости [1].

Конструкция гидротрансформатора (рисунок) включает насосное, турбинное и реакторное колеса, блокировочную муфту, муфту свободного хода.

Гидротрансформатор помещен в собственный корпус, в котором циркулирует рабочая жидкость. Насосное колесо соединено с коленчатым валом двигателя. Турбинное колесо связано с механической коробкой передач.

Между насосным и турбинным колесами располагается одно или два реакторных колеса, установленные на муфтах свободного хода. Все колеса гидротрансформатора оснащены лопастями определенной формы, между которыми предусмотрены каналы для прохода рабочей жидкости.

Блокировочная муфта служит для блокировки гидротрансформатора в определенных режимах работы автомобиля. Муфта свободного хода (другое название – обгонная муфта) обеспечивает жесткое закрепление реакторного колеса на режиме трансформации крутящего момента и вращение в противоположную сторону на режиме гидромукты.



Рисунок. – Структура гидродинамического трансформатора

Особенность работы ГДТ состоит в том, что она осуществляется по замкнутому циклу. От насосного колеса поток жидкости передается на турбинное колесо, и далее на реакторное колесо. За счет конструкции лопастей реактора поток направляется на реакторное колесо под бóльшим, чем на выходе, углом, тем самым увеличивая величину крутящего момента на турбинном колесе. Максимальную величину крутящего момента гидродинамический трансформатор развивает в стоповом режиме, когда турбинное колесо неподвижно.

С увеличением частоты вращения коленчатого вала двигателя и при снижении нагрузки угловые скорости насосного и турбинного колес выравниваются, а поток жидкости меняет свое направление. При этом срабатывает муфта свободного хода, и реакторное колесо начинает вращаться вместе с другими колесами. Гидротрансформатор перестает увеличивать передаваемый момент и работает

в режиме гидромуфты (передает только крутящий момент двигателя, не трансформируя его). При работе в режиме гидромуфты из-за наличия скольжения, необходимого для передачи крутящего момента, тратится дополнительная мощность. Для повышения КПД гидротрансформатора на этом режиме осуществляется принудительная блокировка гидротрансформатора, при которой замыкается блокирующая муфта, и передача крутящего момента от двигателя к механической коробке передач происходит напрямую. Гидротрансформатор блокируется практически на всех передачах.

В современных автоматических коробках полной блокировке гидротрансформатора предшествует режим проскальзывания муфты блокировки, который реализуется при определенных условиях (скорость, нагрузка) во время разгона автомобиля. Он позволяет снизить расход топлива, обеспечить комфорт при переключении передач.

Преобразовательные свойства комплексного гидротрансформатора во многом зависят от состояния муфт свободного хода, на которых установлены реакторные колеса. Если произошло их заклинивание, то гидротрансформатор работает только в режиме трансформации момента и не может перейти в режим гидромуфты при высоких значениях передаточного отношения между турбинным колесом и насосным, что резко снижает КПД гидропередачи. Если же реакторные колеса не стопорятся, то гидротрансформатор превращается в гидромуфту и трансформации момента двигателя не происходит. Это резко снижает КПД гидротрансформатора на режимах небольших значений передаточных отношений.

Для оперативного диагностирования и мониторинга ГДТ, а также планетарных коробок передач и других механизмов трансмиссий, звенья которых совершают сложное движение, необходимо применять инновационные подходы [3]. Использование на автотранспортных средствах современных систем бортовой микроэлектроники позволяет реализовывать адаптивные алгоритмы мониторинга и диагностики.

Приведем основные неисправности гидротрансформатора: износ фрикционных накладок блокировочной муфты; поломка лопастей колес; износ уплотнителя насосного колеса; заклинивание обгонной муфты реактора; износ подшипников; износ или срезание шлицев ступицы турбинного колеса. Диагностировать гидротрансформатор достаточно сложная задача, поскольку легкого доступа к реакторным колесам, от которых зависят преобразующие свойства гидротрансформатора и его КПД, нет для установки каких-либо датчиков [4]. В связи с этим можно использовать виртуальные датчики, либо снимать и преобразовывать информацию косвенно.

При диагностировании, контроле и мониторинге технического состояния ГДТ средствами бортовой микроэлектроники рекомендуется использовать следующую

совокупность диагностических параметров: n_d – частота вращения коленчатого вала двигателя, значение коэффициента трансформации $K_{ТН}$ ГДТ, величина передаточного отношения $i_{ТН}$ ГДТ, величина износа фрикционных накладок блокировочной муфты $\Delta_{ФН}$, величина износа уплотнителя насосного колеса $\Delta_{УН}$, величина износа подшипников $\Delta_{Пг}$, величина износа шлицев ступицы турбинного колеса $\Delta_{ШСТ}$.

Использование перечисленных выше диагностических параметров позволит обеспечить в режиме реального времени общее диагностирование ГДТ. Для углубленного диагностирования технического состояния ГДТ необходимо разрабатывать особые алгоритмы и применять специальную методику.

Мониторинг технического состояния гидродинамического трансформатора автоматической коробки передач позволит оперативно в режиме реального времени оценивать техническое состояние гидромеханической передачи автотранспортного средства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рынкевич, С.А. Автоматизация диагностирования механических и гидромеханических трансмиссий / С.А. Рынкевич // Автотракторостроение и автомобильный транспорт: сб. науч. тр. в 2-х т. / Белорусский национальный технический университет; редкол.: отв. ред. Д. В. Капский [и др.]. – Минск: БНТУ, 2020. – Т. 1. – С. 46–50.
2. Рынкевич, С.А. Концептуальные основы диагностики гидрофицированных трансмиссий карьерной техники / С.А. Рынкевич // Наземные транспортно-технологические комплексы и средства. Материалы международной научно-технической конференции. Сборник трудов. – Тюмень.– 2018. – С. 237–241.
3. Рынкевич, С.А. Инновационные подходы к диагностированию автомобильных передач со сложным движением звеньев / С.А. Рынкевич // Образование, наука и производство в XXI веке: современные тенденции развития: матер. юбилейной междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 11–12 ноября 2021 г. / Бел.-Росс. ун-т. – Могилев : БРУ, 2021. – С. 158–159.
4. Рынкевич, С.А. Управление и диагностирование гидрофицированных трансмиссий: состояние проблемы и перспективы развития / В сборнике: Транспорт и транспортные системы: конструирование, эксплуатация, технологии. Сб. науч. ст. Министерство образования Республики Беларусь, Белорусский национальный технический университет. Минск, 2021. – С. 77–88.