

5. Зорин В.А., Штефан Ю.В., Тимченко М.И. Оценка рисков отказов при создании деталей машин из композиционных материалов // Механизация строительства. 2018. Т. 79. № 3. С. 13-18.

6. Нефелов И.С., Баурова Н.И. Анализ дефектов деталей дорожных машин, изготовленных методами 3d-печати // В сборнике: ИНТЕРСТРОЙ-МЕХ-2016 (International building technics-2016) Материалы Международной научно-технической конференции. – М.: НИ МГСУ, 2016. С. 204-207.

7. Павлов А.П. Полухин Е.В. Методы обеспечения эффективности работоспособности 3D-принтеров в производственных условиях // Ремонт, восстановление, модернизация. 2017. №3. С. 16-20.

8. Evans Brian. Practical 3D Printers: The Science and Art of 3D Printing. - Apress. 2012. 332 p.

9. Нефёлов И.С., Тимченко М.И., Баурова Н.И., Зорин В.А. Исследование влияния технологических режимов 3d-печати на прочностные параметры деталей // Механизация строительства. 2018. Т. 79. № 2. С. 25-30.

10. Рудской А.И., Попович А.А., Григорьев А.В. Композиционные материалы и покрытия: учеб. пособие. – СПб. 2017. 223 с.

В.А. Судакова

Диагностирование механических трансмиссий на приводном стенде импульсным способом

Белорусско-российский университет, г. Могилев, Беларусь

Современные автомобили оснащены бортовыми системами управления и диагностики. Их работа сопровождается обработкой большого объема информации, поступающей от датчиков состояния различных элементов двигателя и систем автомобиля. Это дает возможность осуществить диагностику трансмиссии, используя встроенные датчики бортовой системы и имеющиеся стационарные тормозные стенды. Доступ к информации от датчиков бортовой системы имеется через диагностический разъем, протокол обмена информацией у которого регламентирован европейским стандартом EOBD.

Техническое состояние механических трансмиссий оценивается величиной износа боковых поверхностей зубьев коробки передач и главной передачи. Этот износ регламентируется величиной суммарного углового зазора, который прописывается в эксплуатационной документации. Но на величину суммарного углового зазора влияет не только износ боковых поверхностей зубьев, но и регулировка главной передачи. Поэтому, при диагностике трансмиссии необходимо разделять коробку передач и главную передачу.



Для диагностики трансмиссии по суммарному угловому зазору можно использовать силовые роликовые стенды, способные реверсировать приводные ролики. Такие стенды производятся как в России (КИ – 4856, СТМ – 8000), так и многими известными фирмами (например, американской фирмой "Burke E Porter", немецкой фирмой МАНА и др.). Общий вид одного из них показан на рисунке 1 [1].

Для определения суммарного углового зазора на стенде необходимо подать на трансмиссию тестовое воздействие при неработающем двигателе. Тестовым воздействием будет реверсирование роликов стенда. Это значит, что к ведущим колесам подводится вращающий момент от роликов стенда сначала в одну сторону, до выбора зазора одного направления, затем в другую, до повторного выбора зазора, т. е. стенд реверсируется.

Для определения величины суммарного углового зазора отдельно в коробке передач на каждой ступени и трансмиссии в целом, необходимы маркеры начала и конца выбора зазора.

При диагностировании трансмиссии по суммарному угловому зазору импульсным способом, на точность измерения будет влиять частота считывания текущих значений угла поворота ведущего вала. В качестве маркеров можно использовать датчики углового положения валов, например, фотоэлектрические энкодеры, уровень выходного сигнала которых всегда постоянен и не зависит от скорости. Однако, фотоэлектрические энкодеры имеют приводные валы, из-за чего возникают трудности установки датчиков на входном и выходном валах коробки передач и ступице колеса.



Рис. 1. Роликовый тормозной стенд для грузовых автомобилей с максимальной нагрузкой на ось до 18 т IW 7/Е немецкой фирмы «МАНА»

Лучшим решением для данных условий является использование оптических датчиков работающих по методу отражения, которые предназначены для дистанционного измерения скорости и считывания штрих – кодов. Такие датчики удобны для генерирования сигнала углового положения

входного вала коробки передач и выходного сигнала со ступицы колеса, с помощью растровых лент или дисков [2]. Их принцип работы показан на рисунке 2. Они интегрируют в одном корпусе инфракрасный (ИК) излучатель и ИК фотоприемник.



Рис. 2. Принцип работы оптического датчика скорости, работающего по методу отражения

Для получения сигнала с выходного вала коробки передач машины можно применять и оптический датчик меток, если метки располагать на торце фланца карданного вала. Он представляет собой лазерный излучатель, направляемый на ленту с метками, от которой отраженный сигнал регистрируется приемником, находящимся в этом же корпусе. Данный датчик может считывать до 10000 меток в секунду и располагаться на расстоянии до 40 мм, что вполне достаточно для определения углового положения карданного вала на выходе коробки передач. Датчик оптических меток будет располагаться под машиной непосредственно возле карданного вала, дистанционно считывая метки, которые будут нанесены на ленте, закрепленной вокруг фланца кардана. Общий вид такого датчика показан на рисунке 3.



Рис. 3. Оптический датчик меток КТ5-2

После реверсирования движения сигнал с датчика на входном валу коробки передач будет отсутствовать некоторое время, из-за наличия угловых зазоров в зубчатых зацеплениях, а на входе, со ступицы колеса будут подсчитываться опорные импульсы за тот промежуток, пока не появятся импульсы с датчика на входном валу коробки передач. По количеству опорных импульсов можно судить о величине суммарного углового зазора в трансмиссии.

Для проверки возможности реализации импульсного способа на силовом роликовом стенде импульсной системы диагностирования механической трансмиссии, например, автомобиля ЗИЛ-5301 «Бычок» разработана схема диагностирования этой трансмиссии на роликовом стенде, с учетом изложенного выше (рисунок 4) [3].

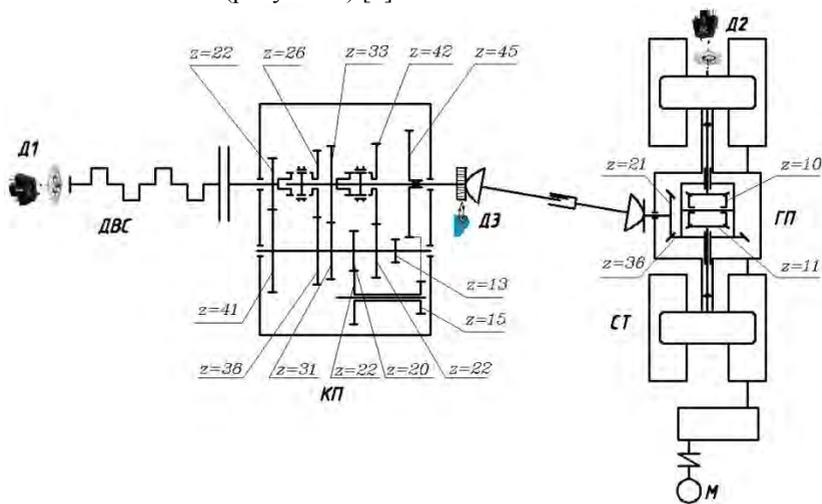


Рис. 4. Схема диагностирования механической трансмиссии автомобиля ЗИЛ-5301 на барабанном стенде

Алгоритм определения суммарного углового зазора в зубчатых зацеплениях трансмиссии при диагностировании ее импульсным способом на силовом роликовом стенде при неработающем двигателе поясняется рисунком 5. Производится вращение роликов стенда в одну сторону до выбора зазоров в зубчатых зацеплениях от произвольного положения. Показания датчиков (участок “начальная фаза”) отражают начальные значения опорного и выходных сигналов (расположение их см. на рисунке 4). После этого стенд выключают (участок “останов”). Затем производится реверсирование вращения роликов (участок “реверс”) до появления сигнала с выходного вала (датчик Д1), при котором происходит выбор суммарных зазоров в коробке передач $\Delta\varphi_{КП}$, в главной передаче $\Delta\varphi_{ГП}$ и во всей транс-

миссии $\Delta\varphi$. Показания датчиков накапливаются на плате сбора данных, и с помощью ПЭВМ производится определение величин суммарных угловых зазоров, по соотношению количества импульсов опорного сигнала за период тестового воздействия к количеству импульсов опорного сигнала за один оборот входного вала [4]. При этом в качестве опорного сигнала можно использовать импульсный датчик системы АБС, устанавливаемый на ведущих колесах или внешний оптический датчик.

Для выбора роликового стенда для диагностирования трансмиссии, необходимо чтобы привод роликов был реверсивным. Мощность привода существенного значения не имеет, т. к. для выбора суммарных угловых зазоров в трансмиссии затраты мощности незначительны. Если мощность стенда значительная, происходит поворот коленчатого вала двигателя, и выходной сигнал с датчика Д1 будет импульсным, если нет, то импульсов не будет.

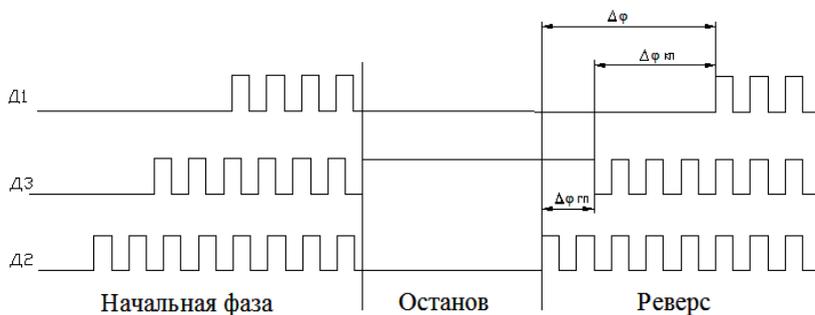


Рис. 5. Схема изменения количества опорных импульсов в каждом выходном при выборе суммарного углового зазора

Диагностирование трансмиссии по параметрам суммарного углового зазора в зубчатых зацеплениях на силовом роликовом стенде импульсным способом удобно тем, что находящаяся в эксплуатации машина не требует доработки узлов, где должны быть установлены датчики. Однако воспользоваться им можно только для машин с механической трансмиссией. Использование таких стендов для машин с гидромеханической трансмиссией не возможно, т.к. при неработающем двигателе кинематическая связь в трансмиссии нарушается, т.к. фрикционы не замкнуты.

Список литературы

1 Boulter, P., McCrae, I., Joumard, R., Andre, M., Keller, M., Sturm, P., Hausberger, S., et. Ali. (2007). ARTEMIS: Assessment and reliability of transport emission models and inventory systems – Final Report, Deliverable

Commission Europeenne. Crowthorne, UK: TRL, TRL Report UPR/IE/044/07, 333 p.

2 Мельников, А. А. Управление техническими объектами автомобилей и тракторов. Системы электроники и автоматики / А. А. Мельников. – М. : Академия, 2003. – 376 с.

3 Максименко, А.Н. Диагностика строительных, дорожных и подъемно-транспортных машин: учеб. пособие / А.Н. Максименко, Г.Л. Антипенко, Г.С. Лягушев. - СПб.: БХВ-Петербург, 2008. - 302с.

4 Руководство по ремонту и каталог деталей. Автомобиль ЗИЛ-5301 «Бычок» и его модификации. – М. : Арго-книга, 1999. – С. 166.

