

УДК 629.113

Управление коробкой передач большегрузных автомобилей

Ю. Е. Хрящёв, К. В. Дойников

ФГБОУ ВПО «Ярославский государственный технический
университет»

Control of transmission of heavy trucks

Yu.Ye. Khryashchov, K.V. Doynikov

Yaroslavl state technical University

Статья посвящена проблемам автоматизации отечественных коробок передач (КП). Разработка и испытания опытного образца системы автоматизированного управления (САУ), выполненного в соответствии с патентом РФ № 2527415, осуществлены на коробке передач «ТМЗ–14.180» с 14-ю синхронизированными передачами переднего хода и двумя заднего хода в составе основного редуктора, демультипликатора и делителя передач, объединённых в один агрегат. В электронной системе автоматизированного управления механической КП функция выбора передачи осуществляется с помощью электронного блока управления посредством выбора того или иного электродвигателя постоянного тока и направления его вращения, что позволяет обходиться без специального механизма выбора передачи, характерного для аналогичных устройств. Применение предлагаемой САУ способствует тому, что силовой агрегат приобретает новый технический уровень, а автомобиль, оснащённый им, – новые потребительские и эксплуатационные качества. В отечественном автомобилестроении подобных КП пока не выпускается.

Ключевые слова: Автомобиль, дизель, коробка передач, управление, скорость, крутящий момент, электронная система, датчик, алгоритм

The article is devoted to problems of automation of domestic transmissions. For example, the sample made in accordance with patent № 2527415 RU (The automated gear in a mechanical stepped gearbox). Testing of an experimental automated control system were carried out on the gearbox «TMZ–14.180» with 14 synchronized forward gears and two reverse gear in the main gearbox, auxiliary gearbox and gear splitter in one unit. Electronic sistem manual selection function of the transmission is effected by electronic control unit, it selects this or that DC motor and direction of rotation. This device eliminates the need for special mechanism of gear selection is typical for similar devices The application of the proposed automated control system gearbox helps to ensure that the power unit takes on a new technical level, and vehicle equipped with it, new consumer and performance. In the domestic automotive industry is similar to transmissions is not produced.

Keywords: Car, diesel, gearbox , control, speed, torque, electronic, sensor, algorithm.

Двигатель внутреннего сгорания как объект управления не целесообразно рассматривать без нагрузки, т.к. на холостом ходу он работает непродолжительно, поэтому оптимальные алгоритмы управления могут быть созданы при условии, когда собственно двигатель рассматривается как элемент системы управления (СУ) всего объекта, в составе которого он работает. Однако в случае использования его на автомобиле предварительные исследования систем управления проводятся отдельно, т. е. СУ трансмиссии независимо от СУ двигателя. Здесь представлена только часть разработки общей системы автоматического управления скоростью автомобиля и оптимизации крутящего момента в трансмиссии. Отечественная промышленность пока не выпускает КП последнего поколения для большегрузных автомобилей, т.е. коробок передач специально спроектированных под электронное автоматическое

управление, хотя имеются определенные разработки и исследования, проведенные в этом направлении [1 – 4]. Несмотря на то, что тема является актуальной, в последнее время нет публикаций, посвященных конкретным разработкам САУ трансмиссии большегрузных автомобилей.

Среди современных, серийно выпускаемых отечественных КП для большегрузных транспортных средств полной массой до 25000 кг известны «ЯМЗ–2361», «ЯМЗ–336», «ЯМЗ–2381», «ЯМЗ–239» производства ОАО «Автодизель», (г. Ярославль), «КАМАЗ–142», «КАМАЗ–152», «КАМАЗ–154» производства ОАО «КАМАЗ», (г. Набережные Челны) и КП «ТМЗ–06.75», КП «ТМЗ–09.130», КП «ТМЗ–09.190», КП «ТМЗ–14.180», КП «ТМЗ–14.210» производства ОАО «ТМЗ» (г. Тутаев). В отличие от многих зарубежных аналогов (например, «Zahnrad Fabrik», «Allison Transmission», «Voith») они пока не автоматизированы, и поэтому уступают в функциональности. Однако, коробки передач ОАО «ТМЗ» удовлетворяют техническим требованиям по передаваемой величине максимального крутящего момента, что для современных тягачей составляет 1800 ... 2500 Н·м. Конструктивно они выполнены как трехвальные и оснащены современными двухконусными синхронизаторами. Кроме того, КП могут комплектоваться ретардером (тормозом-замедлителем), механизмом переключения передач со схемами 1Н, 2Н и автоматизированным механизмом. Управление муфтой сцепления — либо механическое, либо пневматическое с помощью пневмогидравлического усилителя (ПГУ).

КП оснащаются делителем передач и демультпликатором. Делитель передач, представляющий собой дополнительный редуктор, установленный в картере основного редуктора, предназначен для увеличения крутящего момента на колёсах автомобиля в 1,2 раза при преодолении небольших подъёмов, что происходит при переключении с высшего диапазона делителя на низший. Выбор низшего или высшего

диапазона делителя осуществляется переводом переключателя делителя, расположенного на рычаге переключения передач, а непосредственное включение происходит при нажатии педали сцепления. Чётные передачи соответствуют высшему диапазону делителя, а нечётные — низшему. Демультпликатор представляет собой двухпозиционный планетарный редуктор, установленный в задней части КП. При механизме переключения передач, выполненном по схеме 1Н, переключение демультпликатора с высшего диапазона на низший и обратно производится с помощью переключателя, расположенного на рычаге переключения передач КП в кабине водителя. При механизме переключения 2Н, переключение демультпликатора с высшего диапазона на низший и обратно осуществляется переводом рычага переключения передач в нейтральном положении влево или вправо, преодолевая усилие пружины включателя демультпликатора. Включение заднего хода осуществляется без синхронизации, поэтому должно выполняться после полной остановки автомобиля. Движение задним ходом, а также на первой и второй передаче осуществляется только при включенном низшем диапазоне демультпликатора. Механизм переключения диапазонов демультпликатора оснащен автоматической системой блокировки переключения (АСБП) низшего диапазона. Реле АСБП устроено таким образом, что разрешает включение низшего диапазона при частоте вращения выходного вала КП не более 920 мин^{-1} , что соответствует скорости движения автомобиля 25–35 км/час.

В ОАО «ТМЗ» изготовлена партия опытных образцов КП с механизмами 1Н и 2Н, завершены стендовые испытания на долговечность в объеме, эквивалентном 1000000 км пробега, и осуществлены работы по автоматизации управления механическими КП типа «ТМЗ–14.180» и «ТМЗ–09.130».

Предлагаемая публикация посвящена вопросам создания конкретной системы автоматизированного управления КП и сцеплением. Работы выполнены применительно к коробке передач «ТМЗ–14.180» (рис. 1) с 14–ю синхронизированными передачами переднего хода и двумя заднего хода, оснащённой демультипликатором и делителем передач, объединённых в один агрегат. Её максимальный входной крутящий момент составляет 1800 Н·м.

Разработанная система автоматического управления КП [5] позволяет переключать передачи как в автоматизированном (дистанционном) режиме управления, так и в автоматическом режиме. Применение данной САУ приведёт к снижению расхода топлива транспортного средства и автоматической оптимизации крутящего момента силового агрегата.



Рис. 1. Фото коробки передач «ТМЗ–14.180».

Благодаря этому силовой агрегат, оснащенный КП с электронной САУ, приобретает новый технический уровень, а автомобиль, оснащённый им, новые потребительские и эксплуатационные качества. Применение САУ способствует экономии топлива транспортного средства, увеличению

долговечности агрегатов трансмиссии, существенному уменьшению функций водителя в управлении скоростью транспортного средства.

Аппаратная часть разработанной САУ (рис.2) представляет собой: электронный блок управления, установленный непосредственно на картере КП; датчики и исполнительные механизмы. Все элементы САУ соединены с помощью жгута соединительных проводов и размещены на механической КП без существенных изменений ее конструкции. САУ включает в себя исполнительные механизмы переключения передач, кинематически связанные с линейными электромагнитными исполнительными механизмами (ЭИМ), три пневматических цилиндра, предназначенных для переключения дополнительных редукторов — делителя и демультипликатора.

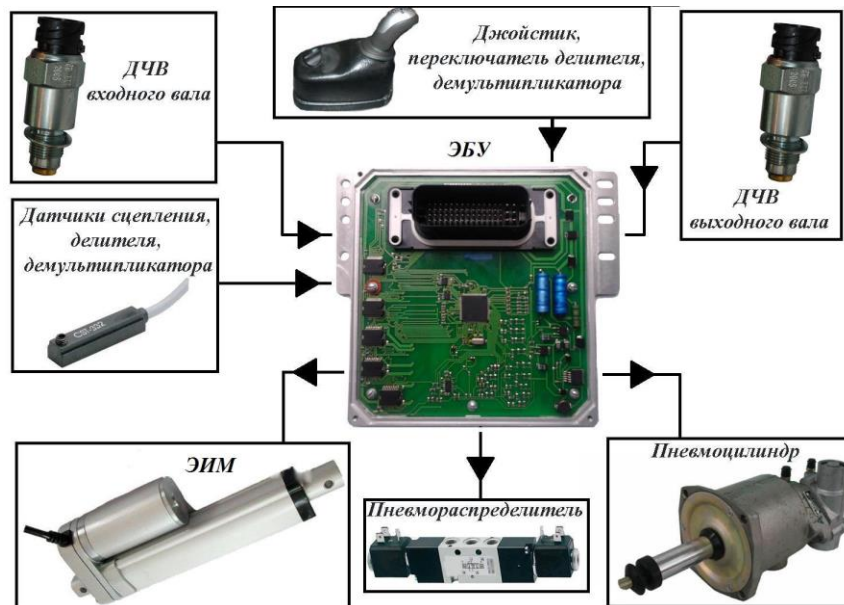


Рис. 2. Аппаратная часть системы автоматического управления коробки передач.

Управление пневматическими цилиндрами осуществляется электромагнитными пневматическими распределителями. Система снабжена датчиками положения поршня пневматического цилиндра выжима сцепления, датчиком включения диапазона делителя, датчиком переключения демультипликатора, датчиками угловой скорости входного

Кинематическая схема (рис.3) механизма автоматического переключения передач механической ступенчатой КП, число которых соответствует числу синхронизирующих муфт, состоит из электродвигателя 1 постоянного тока, установленного на корпусе механического редуктора 2, шарнирно соединённого с корпусом КП и имеющего выдвижной шток 3, который шарнирно сочленён с рычагом 4 переключения передач. Рычаг 4 также шарнирно связан с планкой 5, имеющей продольный паз 6, через который при помощи пальца 7 она соединена с корпусом. Планка 5 подвижно сочленена с вилкой 8, поворотной установленной в корпусе, с возможностью воздействия на муфту синхронизатора 9 (рис. 4), которая может воздействовать на синхронизируемую шестерню 10 и вторичный вал 11 коробки передач. Кроме того, САУ механической КП содержит электронный блок управления, электрически связанный с электродвигателями постоянного

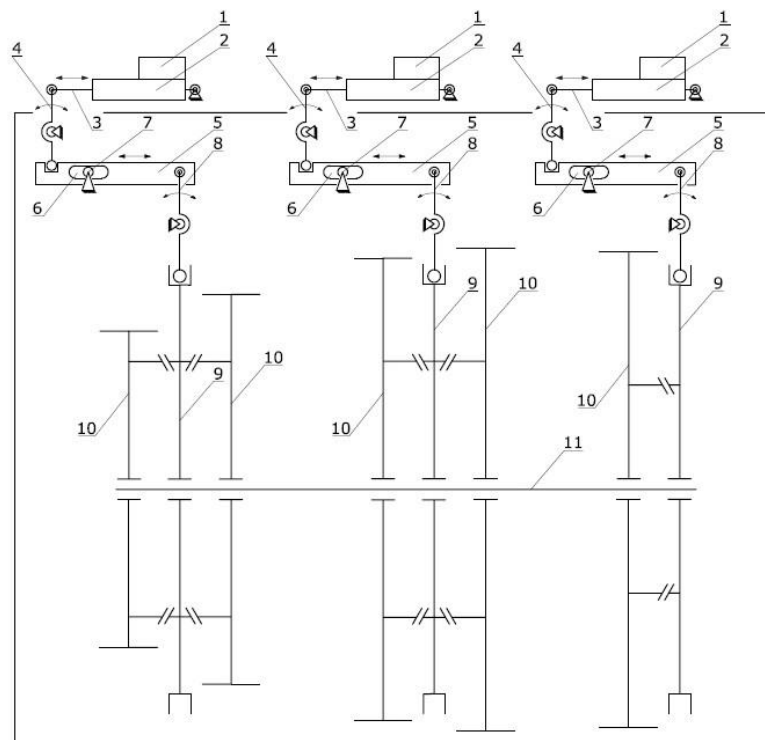


Рис. 4. Кинематическая схема коробки передач с механизмами автоматического переключения передач.

тока, датчиками частоты вращения входного и выходного валов КП и датчиками положения выдвижных штоков (на схеме не показано).

Переключение передач осуществляется следующим образом. Электродвигатель 1 постоянного тока, по сигналу электронного блока управления (на схеме не показан) вращается в ту или иную сторону и через механический редуктор 2, преобразующий вращательное движение электродвигателя 1 в поступательное движение выдвижного штока 3, поворачивает рычаг 4, перемещающий планку 5 относительно неподвижного пальца 7. В результате вилка 8 поворачивается вокруг своей шарнирной опоры и перемещает муфту синхронизатора 9, соединяющую синхронизируемую шестерню 10 с вторичным валом 11 коробки передач. Переключение передач заканчивается по сигналу датчика положения выдвижного штока, когда он займет необходимое заранее определенное положение.

Испытания опытного образца САУ проведены на коробке передач «ТМЗ–14.180» с 14–ю синхронизированными передачами переднего хода и двумя заднего хода, состоящей из основного редуктора, демультипликатора и делителя передач, объединённых в один агрегат.

Таким образом, коробки передач, разрабатываемые на ОАО «ТМЗ», удовлетворяют современным требованиям и нормам, предъявляемым к трансмиссиям большегрузных транспортных средств. Конструкция КП является адаптивной для установки на разные транспортные средства, в том числе на транспортные средства специального назначения. Рациональное сочетание передаточных чисел ступеней КП позволяют использовать агрегатируемый двигатель, как в режимах максимальных тяговых характеристик, так и режимах экономичной эксплуатации. Устройство предлагаемой САУ позволяет переключать передачи в ручном и автоматическом режимах, осуществляя при этом автоматическую оптимизацию крутящего момента силового агрегата.

Список использованной литературы:

[1] Недялков А.П., Ипатов А.А., *Перспективные разработки конструкций механических коробок передач с механическим и автоматическим управлением*. Автомобили. Сборник научных трудов. Выпуск 232. М.: ГНЦ РФ – ФГУП «НАМИ»: 2004. - с. 63–89.

[2] Курочкин Ф.Ф. *Совершенствование алгоритма управления процессом переключения передач в автоматической планетарной коробке передач транспортной машины*. Известия вузов. Машиностроение, 2008, № 5, с. 47–56

[3] Недялков А. П., Блохин А. Н. *Применение опережающих технических решений при создании механических ступенчатых коробок передач с автоматизированным управлением*. Электронное научно-техническое издание Наука и образование, №02, февраль 2011 URL: <http://technomag.edu.ru/doc/165381.html> (дата обращения 20 сентября 2012)

[4] Блохин А. Н., Маньковский В. В., Недялков А. П. *Инновационные коробки передач «КОМ-НАМИ» с механическим и автоматизированным управлением*. Электронное научно-техническое издание Наука и образование. №09, сентябрь 2011 URL: <http://technomag.edu.ru/doc/214551.html> (дата обращения 20 сентября 2012)

[5] Пат. 2527415 Российская Федерация, МПК⁷ F 16 Н 6/26, В 60 К 20/00. *Система автоматизированного переключения передач в механической ступенчатой коробке передач* / Хрящёв Ю. Е., Дойников К. В. ; Заявители и патентообладатели ФГБОУ ВПО «ЯГТУ» и ООО «ДВС-Агрегат». - № 2013133120/11; заявл. 16.07.13; опубл. 27.06.14.