

УДК 65-235

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ В РАЗВИТИИ КОНСТРУКЦИЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ АГРЕГАТАМИ ТРАНСМИССИИ

Н.Г. Михалевич, доц., к.т.н., Н.Н. Сильченко, ассист.,  
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

*Аннотация.* Рассмотрены наиболее широко используемые системы автоматизированного управления коробкой передач в серийных автомобилях и проанализированы перспективы развития.

*Ключевые слова:* трансмиссии, переключение передач, системы автоматического управления.

## АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕНДЕНЦІЙ В РОЗВИТКУ КОНСТРУКЦІЙ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ АГРЕГАТАМИ ТРАНСМІСІЇ

М.Г. Михалевич, доц., к.т.н., М.М. Сильченко, асист.,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

*Анотація.* Розглянуто найбільш широко використовувані системи автоматизованого керування коробкою передач в серійних автомобілях та проаналізовано перспективи розвитку.

*Ключові слова:* трансмісії, перемикання передач, системи автоматичного керування.

## ANALYSIS OF MODERN TRENDS IN DEVELOPING THE DESIGN OF TRANSMISSION UNITS AUTOMATIC CONTROL

N. Mikhalevich, Assoc. Prof., Cand. Sc. (Eng.), N. Silchenko, T. Asst.,  
Kharkiv National Automobile and Highway University

**Abstract.** The most commonly used gearbox automated control systems in production of series-produced cars are considered, and the prospects of development are analyzed.

**Key words:** transmission, transmission switching, automatic control system

### Введение

На современном этапе развития автомобилестроения для повышения тягово-скоростных свойств и топливной экономичности транспортных средств широко используется автоматическое управление агрегатами трансмиссии, в частности – коробками передач. Все шире используются различные системы автоматизации процесса переключения передач.

### Цель и постановка задачи

Целью данного исследования являются обзор и анализ существующих трансмиссий и способов управления ими. Задачей данного обзора является определение наиболее перспективных путей развития систем автома-

тического управления коробками передач. В настоящее время в автомобилестроении используют несколько видов трансмиссий и способов управления ими. Развитие электроники и создание многоразрядных микропроцессоров нового поколения, внедрение высокоскоростных коммуникационных бортовых сетей и разработка стандартов ISO по передаче данных между встроенными электронными модулями дали мощный толчок к созданию и внедрению на транспортных средствах мехатронных систем управления силовым агрегатом [1].

### Анализ публикаций

Одним из наиболее перспективных направлений в этой области является разработка

автоматизированной мехатронной системы управления силовым агрегатом на базе сухого фрикционного сцепления и механической ступенчатой коробки передач. По сравнению с механическими и гидромеханическими аналогами, автоматизированные коробки передач обладают лучшим усредненным показателем удельной массы во всем диапазоне входных крутящих моментов. Учитывая остроту вопроса по увеличению компактности и снижению массы коробки передач, связанную с тенденцией роста крутящего момента и мощности двигателей, можно утверждать, что механические автоматизированные КП являются весьма перспективными и получают все большее распространение.

### Тенденции современного развития автоматизированных систем управления

Зарубежные автозаводы проблеме автоматизации управления силовым агрегатом уделяют огромное внимание. На сегодняшний день над совершенствованием автоматизированных мехатронных систем работают исследовательские центры ведущих мировых автомобилестроительных концернов и специализированных фирм: «Daimler-Chrysler» (Германия–США), «Volvo» (Швеция), «Scania» (Швеция), «ZF Friedrichshafen AG» (Германия), «Eaton» (США). Современные АМСУСА Mercedes Telligent, Scania Opticruise, Iveco Euro Tronic automated, Volvo Geartronic, Volvo I-Shift, ZF AS-Tronic, Eaton Fuller Auto/UltraShift серийно устанавливаются на грузовые автомобили, автобусы и автопоезда, улучшая их тягово-скоростные показатели и топливную экономичность. По данным концерна «Daimler-Chrysler AG» (Германия–США) разработка электронно-диагностической системы Telligent позволила на 37 % повысить топливную экономичность грузовых автомобилей нового поколения MercedesBenz ACTROS [1] и значительно снизить затраты на их ремонт и обслуживание, а также уменьшить износ силового агрегата, что объясняется, помимо более высокого КПД механических КП, использованием оптимальных законов и алгоритмов переключения передач, позволяющих сократить до минимума разрыв потока мощности и осуществить переключение в области минимальных удельных расходов топлива.

Проанализировав исследования, проведенные специалистами ХНАДУ [2, 3] и их кол-

легами из ОИМ НАН Беларуси [1], пришли к выводу, что в ближайшее десятилетие более 80 % инноваций в автомобилестроении будет связано с созданием многофункциональных систем управления узлами и агрегатами автомобильного транспорта. Одним из самых перспективных направлений в этой области является разработка автоматизированной системы управления двигателем и трансмиссией на базе сухого фрикционного сцепления и механической коробки передач [1, 2, 3].

Автоматизации будут подвергаться механические коробки передач, ввиду их небольшой массы и высокого КПД по сравнению с гидромеханическими коробками передач, что даст возможность значительно удешевить производство готового агрегата. В то же время необходимо учитывать тот факт, что в последнее время крупные автомобильные заводы закупают агрегаты трансмиссии за рубежом, так как конкурентно способных агрегатов отечественная промышленность не выпускает.

В настоящее время практически все автомобилестроительные корпорации и крупные специализированные фирмы наладили серийный выпуск автоматизированных систем управления двигателем и трансмиссией (табл. 1), созданных на базе отработанных конструкций механических коробок передач с ручным управлением и сухого фрикционного сцепления [1, 4].

Автоматизированные системы управления позволяют осуществлять: начало движения автомобиля с места, маневрирование с низкими скоростями на площадке ограниченных размеров, переключение передач, выбор передачи после торможения или движения накатом, остановку автомобиля, автоматическое поддержание заданной скорости движения. Анализируя зарубежные аналоги систем автоматизированного управления, выделим три основных источника энергии для силовых воздействий в системе: это гидравлическое усилие от масляного насоса [1] (рис. 1), пневматический привод от питания тормозной системой [1] и использование усилия, создаваемого электродвигателями. Проанализировав достоинства и недостатки основных систем автоматизированного управления КП, была разработана собственная конструкция автоматизированного механизма переключения передач с приводом от электродвигателей постоянного тока (рис. 2).

Таблица 1 Автоматизированные системы переключения передач

| Автомобиль,<br>оборудованный<br>системой<br>автоматизированных<br>управлений                      | Коробка передач | Количество<br>передач | Диапазон<br>изменения<br>передаточных<br>чисел | Входной момент<br>Н*м | Кол.<br>ускор.<br>передач | Синхронизаторы |     |                  | Педаль сцепления |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------|------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------|----------------|-----|------------------|------------------|
|                                                                                                   |                 |                       |                                                |                       |                           | Делитель       | КП  | Демультипликатор |                  |
| Mercedes-Benz Actros<br>(Telligent<br>GearshiftAutomated)                                         | G 211 EPS (HPS) | 16                    | 17,03                                          | -                     | нет                       | Есть           | Нет | Есть             | Нет              |
|                                                                                                   | G 210 EPS (HPS) | 16                    | 17,1                                           | -                     | 1                         |                |     |                  |                  |
|                                                                                                   | G 240 EPS (HPS) | 16                    | 16,99                                          | -                     | 2                         |                |     |                  |                  |
|                                                                                                   | G 260 EPS (HPS) | 16                    | 17,11                                          | -                     | 3                         |                |     |                  |                  |
| Volvo серий FH, FM (I-Shift, I-Sync, Volvo Geartronic)                                            | VT2412AT        | 12                    | 14,94                                          | 2400                  | Нет                       | Нет            | Нет | Нет              | Нет              |
|                                                                                                   | VT2214B         | 14                    | 16,86                                          | 2200                  | Нет                       | Есть           | Нет | Есть             |                  |
|                                                                                                   | VTO2214B        | 14                    | 16,89                                          | 2200                  | 1                         | Есть           | Нет | Есть             |                  |
|                                                                                                   | VT2514B         | 14                    | 16,41                                          | 2500                  | Нет                       | Есть           | Нет | Есть             |                  |
|                                                                                                   | VTO2514B        | 14                    | 16,45                                          | 2500                  | 1                         | Есть           | Нет | Есть             |                  |
| Scania R 124 (Scania Opticruise)                                                                  | GRSH920         | 9                     | 9,14                                           | 1600                  | Нет                       | Нет            | Нет | Есть             | Есть             |
|                                                                                                   | GRS 890         | 12                    | 11,27                                          | 1400                  | Нет                       | Есть           |     |                  |                  |
|                                                                                                   | GRS 900         | 14                    | 16,38                                          | 1800                  | Нет                       | Есть           |     |                  |                  |
|                                                                                                   | GRSO 900        | 14                    | 16,4                                           | 2100                  | 1                         | Есть           |     |                  |                  |
| MAN TG-A (TipMatic)<br>IVECO E 38, E47<br>(EuroTronic automated)<br>Renault Magnum (ZF-AS Tronic) | ZF 12AS2301     | 12                    | 15,86                                          | 1900                  | Нет                       | Есть           | Нет | Есть             | Нет              |
|                                                                                                   | ZF 12AS2301     | 12                    | 15,8                                           | 2300                  | 1                         |                |     |                  |                  |
|                                                                                                   | ZF 16AS2601     | 16                    | 17,03                                          | 2200                  | Нет                       |                |     |                  |                  |
|                                                                                                   | ZF 16AS2601     | 16                    | 17,01                                          | 2600                  | 1                         |                |     |                  |                  |
| Eaton Fuller Auto /<br>UltraShift transmission                                                    | FM-14D310B-LST  | 10                    | 14,74                                          | 1900                  | Нет                       | -              | Нет | Нет              | Есть/Нет         |
|                                                                                                   | RTO-16910C-AS3  | 10                    | 17,53                                          | 2237                  | 1                         | -              |     |                  |                  |
|                                                                                                   | FOM-16D313E-LEP | 13                    | 14,25                                          | 2373                  | 2                         | Нет            |     |                  |                  |
|                                                                                                   | RTLO-16913L-DM3 | 14                    | 16,7                                           | 2370                  | 2                         | Нет            |     |                  |                  |
|                                                                                                   | RTO- 17316 AS2  | 16                    | 17,4                                           | 2237                  | 1                         | Нет            |     |                  |                  |
|                                                                                                   | RLTO-18918A-AS2 | 18                    | 16,7                                           | 2500                  | 2                         | Нет            |     |                  |                  |

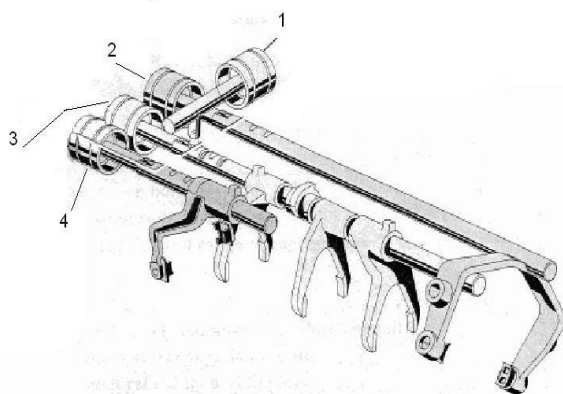


Рис. 1. Механизм управления коробкой передач ZF 16AS2601: 1 – исполнительный механизм выбора основной КП; 2 – исполнительный механизм демультипликатора; 3 – исполнительный механизм включения основной КП; 4 – исполнительный механизм управления делителем

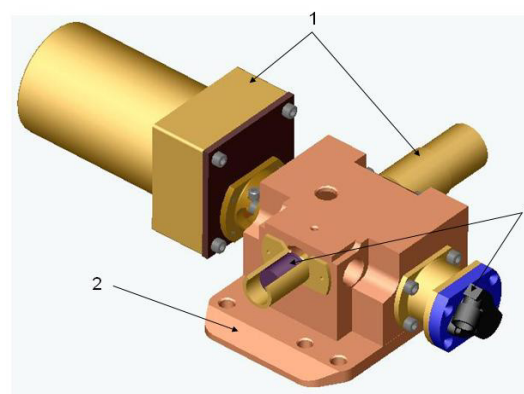


Рис. 2. Электромеханический исполнительный механизм переключения передач КП разработки ХНАДУ: 1 – приводные электродвигатели; 2 – корпус механизма; 3 – датчики перемещения

Внедрение разработанного автоматизированного механизма переключения передач обеспечивает:  
– облегчение и упрощение управления;

- уменьшение в 1,5–2 раза времени переключения передач и, соответственно, улучшение разгонных качеств автомобиля;
- улучшение компоновочных решений автомобиля;
- повышение экономичности автомобиля за счет оптимального выбора момента переключения;
- значительное повышение ресурса работы синхронизаторов за счет уменьшения динамических нагрузок на конусах синхронизаторов.

### Выводы

Проведенный анализ показал, что направление исследования электромеханических систем автоматизированного управления КП для грузовых автомобилей, является перспективным. Результаты исследований в данной области найдут практическое применение при проектировании систем автоматизированного управления и будут внедрены в учебный процесс.

### Литература

1. Кусяк В.А. Проектирование автоматизированных мехатронных систем управления силовым агрегатом грузовых автомоби-

лей и автопоездов: монография / В.А. Кусяк, О.С. Руктепель. – Минск: БНТУ, 2015. – 296 с.

2. Богомолов В.А. Анализ существующих конструкций трансмиссий / В.А. Богомолов, В.И. Клименко, Н.Г. Михалевич, Н.Н. Сильченко // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2010. – Вып. 27. – С. 17–21.
3. Гируцкий О.И. Электронные системы управления агрегатами автомобиля / О.И. Гируцкий, Ю.К. Есеновский-Лашков, Д.Г. Поляк. – М.: Транспорт, 2000. – 212 с.
4. Сосин Д.А. Новейшие автомобильные электронные системы / Д.А. Сосин, В.Ф. Яковлев. – М.: СОЛЮН-Пресс, 2005. – 240 с.

Рецензент: А.С. Полянский, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 1 августа 2016 г.

---