

УДК 621.83

**В.А. Богомолов, профессор, д-р техн. наук,  
В.И. Клименко, профессор, канд. техн. наук,  
Н.Г. Михалевич, доцент, канд. техн. наук,  
А.А. Ярита, аспирант**

*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет  
ул. Петровского 25, г. Харьков, Украина, 61002  
aleksandr.yarita@mail.ru*

## **ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ПРИВОДА СЦЕПЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ**

*Представлены результаты экспериментальных исследований исполнительного механизма электропневматического привода выключения сцепления. Рассмотрены способы повышения быстродействия агрегата путем внесения изменений в конструкцию.*

***Ключевые слова:** исполнительный механизм, быстродействие, электромагнитный клапан, ускорительный клапан, сцепление.*

**Постановка проблемы.** Процесс включения-выключения сцепления является неотъемлемой частью управления автомобилем. Во время управления автомобилем водитель постоянно вынужден воздействовать на педаль выключения сцепления: как при трогании с места, так и при переключении передач. По статистике водитель городского маршрутного автобуса за смену производит до 2000 нажатий на педаль сцепления.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Одним из основных требований, предъявляемых к приводам сцеплений транспортных средств, является удобство и легкость управления. Это требование выполняется путем выбора допустимых усилий на педали сцепления и её хода. Установлено, что усилие, развиваемое водителем для выключения сцепления, должно находиться в пределах  $R_p = 150...250$  Н, а ход педали сцепления  $S_p = 150...180$  мм, при этом нижнее значение относится к легковым автомобилям, верхнее - к грузовым [1].

Применение электропневматического привода сцепления исключает чрезмерное усилие на педали, поскольку электронный педальный модуль является лишь задатчиком сигнала. Исходя из этого на первый план выходит проблема быстродействия привода выключения сцепления. Учитывая анализ литературных источников для обеспечения нормального переключения передач необходимо после подачи команды на переключение за 0,15-0,25с обеспечить выключение сцепления независимо от частоты вращения коленчатого вала двигателя [2, 3].

**Цель и постановка задачи.** Целью настоящей работы является определение наиболее перспективной конструкции исполнительного механизма электропневматического привода сцепления (ЭППС), с точки зрения обеспечения необходимого быстродействия, на основе анализа экспериментальных исследований.

**Материалы и результаты исследования.** Для транспортных средств, оборудованных пневматическим тормозным приводом, не является необычным использование сжатого воздуха в качестве рабочего тела для других потребителей, например, пневмоподвеска, различные усилители. По данному принципу устроен ЭППС разработанный в ХНАДУ: в качестве рабочего тела применяется сжатый воздух, в качестве управляющего воздействия выступает электрический сигнал.

Для проверки выходных параметров исполнительного механизма ЭППС на кафедре автомобилей ХНАДУ был создан экспериментальный стенд (рисунок 1). Данная лабораторная установка позволяет записать в виде осциллограммы процесс перемещения штока исполнительного механизма при выключении сцепления, нарастание давления в силовой полости исполнительного механизма ЭППС и в управляющей полости ускорительного клапана, момент подачи напряжения на электроклапана.

На данном этапе проводились испытания только исполнительного механизма ЭППС, без учета работы электронного блока управления и наличия обратной связи. При установке на стенд шток исполнительного механизма ЭППС воздействует непосредственно на вилку выключения сцепления.

Необходимо отметить, что имитировалась работа сцепления с неизношенными фрикционными накладками, поэтому шток исполнительного механизма находился в крайнем положении, начальный объем силовой полости был минимальным.

Поскольку целью данной работы является исследование быстродействия, в ходе проведения эксперимента имитировалось только выключение сцепления, как наиболее быстрый процесс. Исследование процесса включения сцепления это отдельная задача, где основную роль будет играть алгоритм работы электронного блока управления.

Для проведения первого эксперимента на стенд был установлен исполнительный механизм с

электромагнитным клапаном КЭМ-16 на входе в силовую полость (ДУ 3мм). После подачи напряжения на обмотки электромагнита рабочее тело заполнило силовую полость, шток переместился и выключил сцепление.

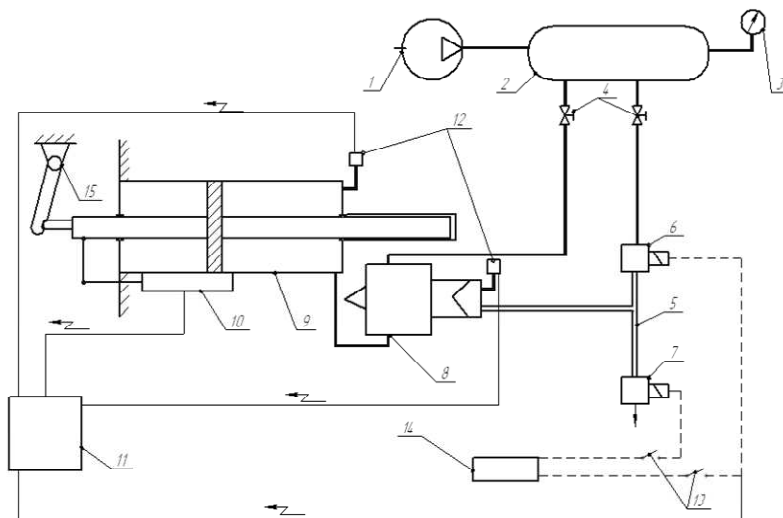


Рисунок 1 – Схема экспериментального стенда

1 – компрессор, 2 – ресивер, 3 – манометр, 4 – кран, 5 – тройник, 6 – впускной электроклапан, 7 – выпускной электроклапан, 8 – ускорительный клапан, 9 – исполнительный механизм, 10 – датчик положения штока, 11 – измерительный комплекс, 12 – датчик давления, 13 – выключатель, 14 – блок питания, 15 – вилка выключения сцепления

Как видно из осциллограммы приведенной на рисунке 2 быстродействие системы составило 0,43 с (под быстродействием в данном случае понимается время которое прошло с момента подачи напряжения на электроклапан до совершения штоком полного хода).

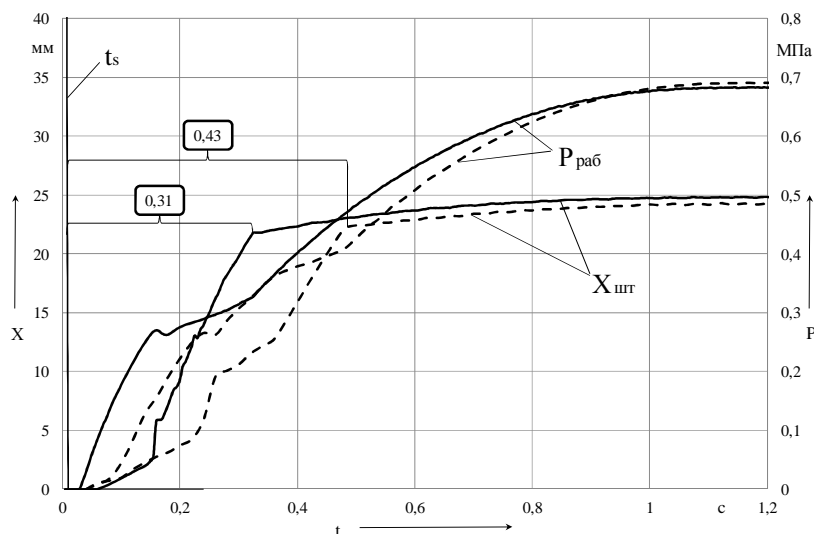


Рисунок 2 – Рабочий процесс исполнительного механизма ЭППС с одним и двумя впускными электромагнитными клапанами

——— конструкция с двумя электроклапанами; ----- конструкция с одним электроклапаном;

$P_{раб}$  – давление в силовой полости исполнительного механизма, МПа;  $X_{штт}$  – перемещение штока исполнительного механизма, мм;  $t_s$  – момент подачи напряжения на электромагнитный клапан, с

Вторым этапом эксперимента стало исследование конструкции с двумя впускными электромагнитными клапанами КЭМ-16 ( $\Sigma ДУ=4,24$ мм) работающими параллельно (по аналогии с разработками фирмы KNORR-BREMSE). Результаты приведенные на осциллограмме (рисунок 2) показывают, что быстродействие возросло и составило 0,31 с.

Следующим этапом стало исследование конструкции, использующей для наполнения силовой полости исполнительного механизма ЭППС ускорительные клапаны (рисунок 3). В одном эксперименте применялся ускорительный клапан разработки ХНАДУ ( $ДУ=7,6$  мм), во втором – ускорительный клапан 16.3518010 производства ПАО «Полтавский автоагрегатный завод» ( $ДУ=16,7$  мм).

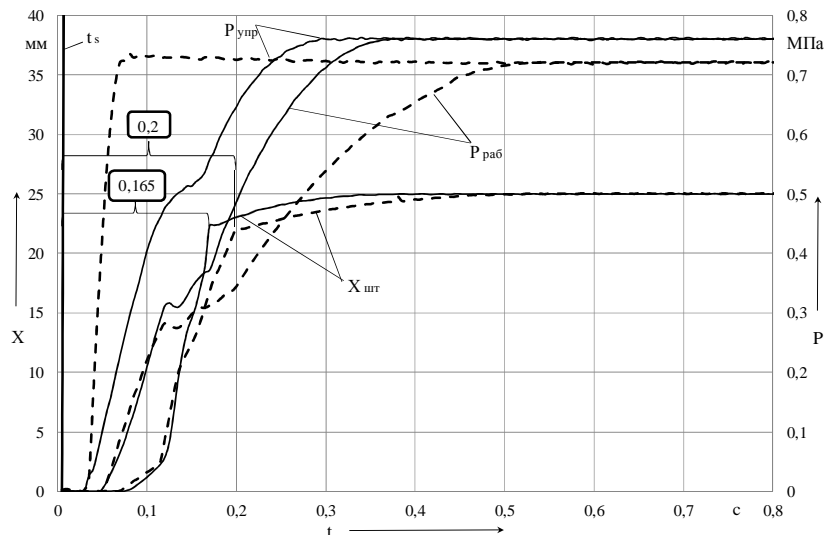


Рисунок 3 – Рабочий процесс исполнительного механизма ЭППС с ускорительным клапаном  
 — конструкция с ускорительным клапаном 16.3518010; - - - - - конструкция с ускорительным клапаном разработки ХНАДУ; Pраб – давление в силовой полости исполнительного механизма, МПа; Pупр – давление в управляющей полости ускорительного клапана, МПа; Xшт – перемещение штока исполнительного механизма, мм; ts – момент подачи напряжения на электромагнитный клапан, с

Как видно с осциллограмм, приведенных на рисунке 3, конструкции исполнительного механизма с ускорительными клапанами разработки кафедры автомобилей ХНАДУ и ОАО «Полтавский автоагрегатный завод» удовлетворяют требованиям по быстродействию с результатами 0,2 и 0,165 с соответственно.

**Выводы.** Исходя из результатов проведенных исследований видно, что для удовлетворения требованиям быстродействия данная конструкция исполнительного механизма ЭППС требует применения ускорительного клапана. Учитывая то факт, что эксперименты проводились в условиях близких к идеальным (состояние фрикционных накладок сцепления), для принятия окончательного решения о целесообразности применения той или иной конструкции ускорительного клапана необходимо провести подобные испытания на сцеплениях с разной степенью износа фрикционных накладок. Такие исследования покажут степень изменения быстродействия системы при увеличении начального объема исполнительного механизма.

#### **Библиографический список использованной литературы**

1. Барский И.Б. Сцепления транспортных и тяговых машин/ И.Б. Барский, С.Г. Борисов, В.А. Галягин и др.; ред. Ф.Р. Геккера и др. – М.: Машиностроение, 1989. – 344 с.
2. Гируцкий О.И. Электронные системы управления агрегатами автомобиля/ О.И. Гируцкий, Ю.К. Есеновский-Лашков, Д.Г. Поляк. – М.: Транспорт, 2000. 213 с.
3. Логвинов В.П. Разработка и исследование пневмогидравлического усилителя привода управления сцеплением большегрузного автомобиля: дис... канд. техн. наук: спец. 05.22.02/ Валерий Павлович Логвинов. – Х., 2001. – 221с.

*Поступила в редакцию 05.05.2013 г.*

#### **Богомолов В.О., Клименко В.І., Михалевич М.Г., Ярыта О.О. Шляхи підвищення швидкодії виконавчого механізму електропневматичного приводу зчеплення автомобілів**

Представлені результати експериментальних досліджень виконавчого механізму електропневматичного приводу вимикання зчеплення. Розглянуті способи підвищення швидкодії агрегату шляхом внесення змін у конструкцію.

**Ключові слова:** виконавчий механізм, швидкодія, електромагнітний клапан, прискорювальний клапан, зчеплення.

#### **Bogomolov V., Klimenko V., Mikhalevich N., Yaryta A. Ways to increase the operating speed of vehicles clutch electropneumatic actuator power unit**

The experimental results of electropneumatic actuator power unit used for declutching are offered. The methods for improving the performance of the unit by making changes to the design are considered.

**Keywords:** actuator, operating speed, solenoid valve, relay valve, clutch.