

УДК 629.529

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ФРИКЦИОНАМИ  
ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ В ПРОЦЕССЕ  
ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПЕРЕДАЧ  
THE CONTROL ALGORITHM OF A CLUTCH OF A  
HYDROMECHANICAL TRANSMISSION  
IN THE PROCESS OF SHIFT

Д.С. Белабенко

Минский завод колёсных тягачей, г. Минск, Беларусь

D. Belabenko

Minsk wheel tractor plant, Minsk, Belarus

Решение задачи совершенствования алгоритма управления переходными процессами способствует повышению конкурентоспособности гидромеханических передач. Основным требованием к данному алгоритму является обеспечение приемлемых динамической нагрузки и тягово-динамических свойств.

The solution of the problem of improving the shiftcontrol algorithm improves the competitiveness of hydromechanical transmission. The main requirement for this algorithm is to provide acceptable dynamic load and traction-dynamic properties.

## ВВЕДЕНИЕ

Современные тенденции в области гидромеханических передач (ГМП) связаны с развитием мехатронных систем управления (МСУ). МСУ позволили исключить из конструкции ГМП сложные гидравлические элементы, снизить массу, повысить точность и плавность переключения, а также обеспечить адаптивность выбора момента переключения передач. Немаловажным также является наличие функции самодиагностики, которая предупреждает и своевременно определяет возникающие неисправности.

Анализ материалов по МСУ отечественных и зарубежных ГМП показывает, что принципиально алгоритмы управления по функциональному назначению можно разделить на три группы [1]:

– управление диагностическими функциями и безопасной эксплуатацией;

- управление законами переключения;
- управление переходными процессами.

В настоящее время развитие МСУ связано с совершенствованием всех перечисленными типов алгоритмов. В данной работе рассматриваются алгоритмы управления переходными процессами, благодаря которым обеспечивается допустимый уровень динамической нагрузки и продолжительность разрыва потока мощности. Данные параметры влияют на комфортабельность движения, долговечность деталей и тягово-динамические свойства.

## ОБЗОР АЛГОРИТМОВ

На современном этапе развития МСУ ГМП актуальным является разработка алгоритмов обеспечивающих переключение передач в соответствии с технологией «Clutch-to-clutch shifts» [2]. Основная идея данной технологии заключается в разработке адаптивного алгоритма, который позволяет учесть отклонения от номинальных размеров и характеристик составных частей ГМП и работающих совместно с ними узлов.

Ключевой информацией при переключении передач по технологии «Clutch-to-clutch shifts» является сигнал о заполнении гидроцилиндра многодисковой фрикционной муфты (МФМ) [2].

Задача разработки алгоритмов управления переходными процессами также усложняется по причине отсутствия подробной и систематизированной информации об аналогичных работах зарубежных производителей [3]. Это подтверждает ключевое значение управления переходными процессами в конкуренции производителей ГМП.

Анализ предлагаемых отечественных разработок [3] и реализованных зарубежных [2], [3] показывает необходимость введения в алгоритм управления переходными процессами обратной связи, которая позволяет точно контролировать управляющие параметры в соответствии с параметрами объекта управления. При этом принципиально обратная связь может учитываться как в процессе переключения, так и после него в последующих переключениях [2].

Современные обучающиеся алгоритмы используют нечеткую логику, которая позволяет учитывать не четкие пороговые значения, а «размытые», более приближенные к понятиям людей, что, как показывает практика, позволяет добиться более точного управления и

обеспечить предъявляемые требования. При использовании нечеткой логики требуется меньший объем памяти, но количество вычислений увеличивается.

## ТРУДНОСТИ РАЗРАБОТКИ АЛГОРИТМОВ

Разработка и совершенствование алгоритма управления процессом переключения передач отечественных ГМП по типу «Clutch-to-clutch shifts» на примере ОАО «МЗКТ» затрудняется применением фрикционных дисков с материалом МК-5, по причине значительной разницы между коэффициентами трения покоя и скольжения.

В таких условиях, когда переключение передач может осуществляться только с разрывом потока мощности или существенным снижением передаваемой мощности при скольжении фрикционных дисков, наличие обратной связи в процессе переключения не вызывает существенного улучшения оценочных параметров.

Алгоритм управления работой электрогидравлического пропорционального клапана кроме учета этапов включения МФМ (заполнение гидроцилиндра, перемещение поршня, управление проскальзыванием фрикционных дисков), должен постоянно отслеживать не только начальные отклонения размеров от номинала, но и корректировать управляющие параметры по мере износа деталей.

С учетом технического уровня отечественных ГМП достаточно введение в алгоритм обратной связи по результатам предыдущего переключения, что и описывается в современных научных отечественных работах.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современный этап развития МСУ ГМП характеризуется неотделимостью совершенствования алгоритмов и конструктивных элементов ГМП, в частности объектов управления – МФМ.

Применение нечеткой логики и обучающихся алгоритмов позволяет без дополнительной настройки в процессе эксплуатации автомобиля обеспечить качество оценочных параметров на приемлемом уровне.

Современные алгоритмы управления переключением передач развиваются в направлении уменьшения количества датчиков ГМП с увеличением или сохранением качества информации обратной связи от объекта управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белабенко, Д.С. Результаты исследования алгоритмов управления ГМП и предпосылки их совершенствования / Д.С. Белабенко, А.С. Башарков, В.С. Севрук // 7-я Международная научная конференция по военно-техническим проблемам, проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного применения: сб. науч. ст.: в 3 ч. / Государственный военно-промышленный комитет Республики Беларусь. – Минск: Четыре четверти, 2017. – Ч. 1. – С. 217–221.

2. Поддубко, С.Н. Управление динамикой переходных процессов в автомобильных силовых установках с автоматизированными приводами: современная теория и техника / С.Н. Поддубко, Л.Г. Красневский // Актуальные вопросы машиноведения: сб. науч. тр. /Объедин. ин-т машиностроения НАН Беларуси; редкол.: С.Н. Поддубко [и др.]. – 2017. – Вып. 6. – С. 66–75.

3. Белабенко, Д.С. Тенденции развития исполнительных механизмов и алгоритмов управления гидромеханическими передачами / Д.С. Белабенко // Актуальные вопросы машиноведения: сб. науч. тр./Объедин. ин-т машиностроения НАН Беларуси; редкол.: С.Н. Поддубко [и др.]. – 2017. – Вып. 6. – С. 106–117.