

Т. В. Мартынец

# РАБОТА ОСЦИЛЛЯЦИОННОГО МОДУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ В СОСТАВЕ АБС

В статье описаны результаты исследования работы осцилляционного модулятора в составе АБС и дана оценка возможности применения осцилляционной модуляции на эффективность торможения, устойчивость и управляемость автомобиля

**Ключевые слова:** математическая модель, антиблокировочная система, осцилляционный модулятор

## 1. Введение

Одной из основных тенденций развития автомобильного транспорта была и остается повышение скоростей движения и плотности транспортных потоков. В этих условиях повышение требований к активной безопасности подвижного состава является очевидной необходимостью. Существенное повышение показателей активной безопасности автомобилей обеспечивают автоматические системы корректировки возможных ошибок управления, которые водители допускают либо в силу недостаточного опыта, либо в критических ситуациях. Особое место среди указанных систем занимают антиблокировочные системы (АБС).

Несмотря на это, область применения АБС остается ограниченной из-за их относительно высокой стоимости, которая превышает 5 % стоимости большинства легковых автомобилей 1-го класса и значительной части автомобилей 2-го класса. До 75 % стоимости АБС составляет стоимость модуляторов давления, поэтому исследование возможностей существенного упрощения конструкций и снижения стоимости модуляторов давления для гидравлического тормозного привода весьма актуально.

## 2. Постановка проблемы

Постановка проблемы заключается в расширении области применения АБС путем снижения их стоимости за счет упрощения конструкций модуляторов давления в гидравлическом тормозном приводе.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- исследовать возможные способы модуляции давления в гидравлическом тормозном приводе и средства их реализации;
- определить наиболее рациональный способ модуляции с точки зрения простоты средств реализации;
- выполнить теоретическую оценку качества регулирования процесса торможения при выбранном способе модуляции;
- разработать конструкцию и методику расчета основных параметров модуляторов давления;

- экспериментально определить характеристики осцилляционного модулятора как звена цепи автоматического регулирования;
- выполнить оценку влияния АБС с осцилляционным модулятором на динамику торможения автомобиля.

## 3. Основная часть

**3.1. Анализ литературных источников по теме исследования.** Работы выполнялись одновременно по многим направлениям, основными из которых являлись: изучение динамики объекта регулирования, синтез алгоритмов функционирования АБС [1; 2] и разработка способов и устройств для модуляции давления в исполнительных аппаратах тормозного привода.

В серийно выпускаемых в настоящее время АБС для гидравлического тормозного привода применяются два способа модуляции давления.

Первый способ заключается в попеременном сообщении полости рабочего тормозного цилиндра (РТЦ) тормозного механизма со сливной магистралью (для снижения давления) и с полостью главного тормозного цилиндра (ГТЦ) — для повышения давления. Чередование фаз снижения и повышения давления при таком способе модуляции приводит к истощению запасов тормозной жидкости под давлением в ГТЦ. Поскольку эти запасы незначительны (3–5 см<sup>3</sup> на каждый контур тормозного привода), полное истощение происходит за время, существенно меньшее времени торможения автомобиля. Поскольку после истощения запасов жидкости в ГТЦ дальнейшее торможение становится невозможным, в модуляторах такого типа предусматривают подкачивающий насос, приводимый в действие автономным двигателем, который включается одновременно с включением в работу АБС (началом модуляции давления).

Второй способ модуляции давления заключается в отсечке РТЦ от ГТЦ и изменении давления в отсеченном объеме путем перемещения расположенного в отсеченном объеме плунжера.

В работе [3] представлено совершенствование второго способа модуляции давления в направлении упрощения средств его реализации. Это совершен-

ствование заключается в том, что плунжер, размещенный в отсеченном объеме, приводят в состояние осцилляции, а среднее положение плунжера, которое определяет величину давления тормозной жидкости в РТЦ, регулируют путем изменения скважности импульсного сигнала, подаваемого на катушку электромагнита управления положением плунжера.

В работе [4] представлено дается оценка эффективности дуальной адаптивной АБС с осцилляционным модулятором давления и оценки ее влияния на показатели тормозной динамики автомобиля была использована известная модель процесса торможения трехосного автомобиля. Для исследования процесса торможения двухосного легкового автомобиля из трехосного автомобиля исключены уравнения, описывающие движение балансирной тележки, введена модель осцилляционного модулятора и учтена нестационарность объекта регулирования.

**3.2. Результаты исследования.** В зависимости от решаемых задач используются различные методы представления математических моделей процессов движения автомобиля. Для ряда частных задач применимы так называемые «плоские» модели автомобиля, которые, как правило, позволяют получить систематические решения. Это делает возможным раскрыть суть физических процессов и установить влияние того или иного фактора на динамику движения автомобиля. Такие модели позволяют получить достаточно точное качественное описание динамики движения автомобиля и близкие к реальным качественные характеристики при условии действия сравнительно малых возмущений.

Использование плоско-пространственных и пространственных многомассовых нелинейных моделей позволяет исследовать динамику движения автомобиля при действии больших возмущений, например, боковых сил, с учетом работы упруго-диссипативной подвески, изменения развала колес, влияния неподдрессированных масс и их перемещений, влияния трансмиссии и многих других факторов.

Современный уровень развития вычислительной техники позволяет использовать комплексные функциональные математические модели автомобилей с учетом взаимодействия с дорогой и влияния водителя. При оценке влияния АБС на устойчивость и управляемость автомобиля необходимо учитывать возможность влияния водителя на положение управляемых колес. Поскольку при этом важно не столько воспроизвести поведение какого-либо конкретного водителя, сколько обеспечить адекватность его поведения и идентичность его реакции на поведение автомобиля при сравнении различных вариантов автором использована известная методика [5], в соответствии с которой угол поворота управляемых колес задается степенной зависимостью от бокового смещения автомобиля от желаемой траектории  $\Delta Y$  и угла отклонения продольной оси автомобиля

от желаемого направления движения  $\Delta\phi$  с учетом скорости движения.

С помощью представленной математической модели выполнено исследование работы осцилляционного модулятора давления в составе дуальной адаптивной АБС и дана оценка возможности применения осцилляционной модуляции по показателям влияния на эффективность торможения, устойчивость и управляемость автомобиля. Математическая модель движения автомобиля при торможении реализована в среде Matlab/Simulink.

### Литература

1. Гецович Е. М. Синтез законов автоматического управления торможением транспортного средства [Текст] / Е. М. Гецович, Е. Е. Александров // Механіка та машинобудування. — 1999. — № 1. — С. 140–148.
2. Гецович Е. М. О предельной частоте срабатывания антиблокировочной системы [Текст] / Е. М. Гецович, Н. Н. Алекса // Рук. деп. В НИИ Автопроме, библиограф. указ. № 8/106, 1980. — С. 56.
3. Гецович Е. М. Обоснование способа модуляции давления в гидравлическом тормозном приводе [Текст] / Е. М. Гецович, А. П. Воловик, В. А. Постный, А. С. Струков // Вестник НТУ «ХПИ». Тематический выпуск «Автомобиле- и тракторостроение». — Харьков: НТУ «ХПИ». — 2004. — № 2.
4. Гецович Е. М. Модель процесса осцилляционной модуляции давления в гидравлическом тормозном приводе [Текст] / Е. М. Гецович, Т. В. Мартынец, С. Г. Селевич // Вестник НТУ «ХПИ». Тематический выпуск «Автомобиле- и тракторостроение». — Харьков: НТУ «ХПИ». — 2005. — № 13. — С. 88–92.
5. Гецович Е. М. Об учете влияния водителя при исследовании управляемости и устойчивости автомобиля на математических моделях [Текст] / Е. М. Гецович // Известия ВУЗов. Машиностроение. — 1984. — № 4. — С. 82–83.

### РОБОТА ОСЦИЛЯЦІОННОГО МОДУЛЯТОРА ТИСКУ У СКЛАДІ АБС

**Т. В. Мартинець**

У статті описані результати дослідження роботи осциляційного модулятора у складі АБС і дана оцінка можливості застосування осциляційної модуляції на ефективність гальмування, стійкість і керуваність автомобіля.

**Ключові слова:** математична модель, антиблокувальна система, осциляційний модулятор.

*Тетяна Вікторівна Мартинець, викладач Електромеханічного технікуму Харківської національної академії міського господарства, тел.: (067) 703-94-63, e-mail: tatyana-martynec@mail.ru.*

### THE WORK OF THE OSCILLATORY PRESSURE MODULATOR IN ABS

**T. Martynets**

This article describes the results of a study of the oscillation of the modulator in ABS and assessed the possibility of using an oscillating modulation braking, stability and handling.

**Keywords:** mathematical model, ABS, oscillating modulator.

*Tatiana Martynets, teacher Electromechanical College Kharkov National Academy of Municipal Economy, tel.: (067) 703-94-63, e-mail: tatyana-martynec@mail.ru.*