

П.Н. Кишкевич, Л.М. Пиковский, В.В. Палазова

МОДУЛЯТОРЫ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ С ПРОТИВОБЛОКИРОВОЧНЫМ УСТРОЙСТВОМ

Одним из наиболее эффективных способов повышения устойчивости движения автомобилей и автопоездов при торможении и, следовательно, повышения безопасности движения автотранспорта является применение автоматических противоблокировочных устройств (ПБУ), не допускающих блокировку (юз) колес в любых дорожных условиях. ПБУ позволяет устранить занос автомобиля при торможении, сократить тормозной путь, предотвратить складывание автопоездов и значительно увеличить срок службы шин.

Типичная противоблокировочная система содержит датчики, электронно-решающий блок (ЭРБ) и исполнительный орган (модулятор).

Создание ПБУ ставит перед отраслью ряд новых проблем: разработку технологических и точных датчиков, позволяющих определять текущие значения кинематических параметров тормозящего колеса, разработку электронно-решающих (логических) блоков и создание эффективных исполнительных органов ПБУ, способных быстро и с достаточно высокой частотой менять давление в тормозном приводе.

Модулятор ПБУ предназначен для регулирования давления в приводе рабочей тормозной системы согласно командам от электронно-решающего блока ПБУ. Модулятор устанавливается между тормозным краном и тормозной камерой, поэтому он не должен препятствовать обычному торможению автомобиля и не должен ухудшать динамических свойств тормозного привода.

Модуляторы по способу управления являются электропневматическими аппаратами, и их можно рассматривать как комбинацию управляющего воздухораспределителя с электрическим управлением и управляемого (силового) воздухораспределителя с пневматическим управлением.

По принципу работы различают двухфазовые и трехфазовые модуляторы, свободно открытые (например, фирма "The Bendix") и свободно закрытые ("Fiat"). Двухфазовые модуляторы работают в режиме нарастания давления в тормозном исполнительном механизме (торможение) – падения давления в тормозном исполнительном механизме (оттормаживание) и имеют, как правило, один соленоид. Трехфазовые модуляторы работают в более сложном режиме: нарастание давления в тормозном ис-

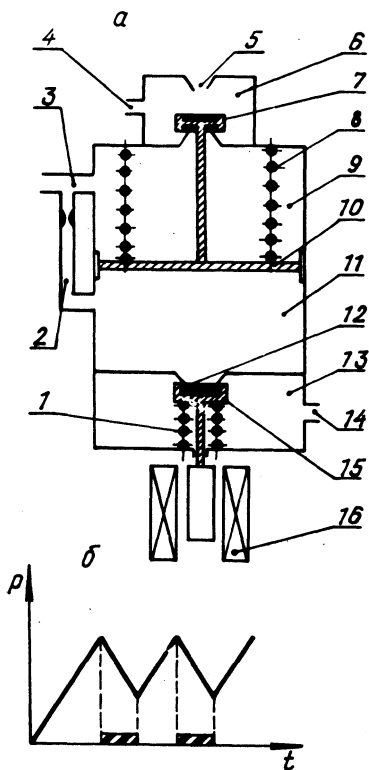



Рис. 1. Поршневой двухфазовый модулятор фирмы "The Bendik":

а — принципиальная схема;
 б — фазовая характеристика модулятора;  — включен соленоид.

полнительном механизме (торможение) — падение давления в тормозном исполнительном механизме (оттормаживание) до определенного давления — выдержка давления — и имеют два соленоида, т.е. два управляющих воздухораспределителя.

Большинство известных модуляторов иностранных фирм — двухфазовые. Двухфазовые модуляторы проще и экономичнее в изготовлении и эксплуатации, чем трехфазовые. Но трехфазовые модуляторы имеют весьма существенное преимущество по сравнению с двухфазовыми: они позволяют работать как в двухфазовом, так и в трехфазовом режиме, что весьма важно на первом этапе разработки ПБУ, так как создается возможность для более широкого экспериментирования при исследовании динамики пневматического тормозного привода с ПБУ. Предполагается, что трехфазовый модулятор снизит расход сжатого воздуха и повысит средний тормозной момент при работе ПБУ.

Как отмечалось выше, модуляторы должны быстро и с достаточно большой частотой менять давление в исполнительном

тормозном механизме. Быстродействие модуляторов зависит от характеристик управляющих соленоидов. Серийно выпускаемые отечественной промышленностью соленоиды не отвечают требованиям быстродействия. Поэтому при разработке модуляторов особое внимание должно быть уделено расчету и выбору соленоида с требуемыми рабочими характеристиками и конструктивным исполнением.

В качестве примера рассмотрим работу двухфазового и трехфазового модуляторов.

Двухфазовый модулятор поршневого типа фирмы "The Bendix" [1]. В схематическом виде этот модулятор представлен на рис. 1,а. При отсутствии давления в тормозном приводе пружина 8 прижимает клапан 7 к нижнему седлу. Клапан 15 пружинной 1 прижат к нижнему седлу. Клапан 15 пружинной 1 прижат к седлу 12. Рабочая полость тормозного исполнительного механизма (канал 4) через полость 6 связан с тормозным краном (канал 5), а следовательно, с атмосферой. Через тормозной кран с атмосферой связан канал 14. Каналы 3 и 2 дроссельным отверстием постоянно соединены с атмосферой.

Процесс торможения проходит следующим образом. При нормальных условиях модулятор не ограничивает поток сжатого воздуха, проходящий из управляемого водителем тормозного крана в тормозной исполнительный механизм и наоборот.

Сжатый воздух от тормозного крана через канал 5, полость 6 и канал 4 поступает в тормозной исполнительный механизм и одновременно через канал 14 в полость 13. В тормозном исполнительном механизме давление нарастает до тех пор, пока затормаживаемое колесо не входит в режим блокировки. От электронно-решающего блока (ЭРБ) поступает команда на соленоид 16, управляющий процессом оттормаживания.

Процесс оттормаживания происходит так: по обмотке соленоида 16 начинает протекать ток. Якорь соленоида, связанный с клапаном 15, перемещается, сообщая полость 13 с полостью 11. Поршень 10 под действием сжатого воздуха перемещается вверх, сжимая пружину 8; клапан 7, прижимаясь к верхнему седлу, отсекает полость 6 и канал 4 от канала 5 и через него от тормозного крана и одновременно соединяет тормозной исполнительный механизм через канал 4 и полость 6 с полостью 9 и далее через канал 3 с атмосферой. Давление в тормозном исполнительном механизме падает. Когда колесо выходит из режима блокировки, от ЭРБ поступает команда на торможение. Обмотка соленоида обесточивается, клапан 15 зани-

а

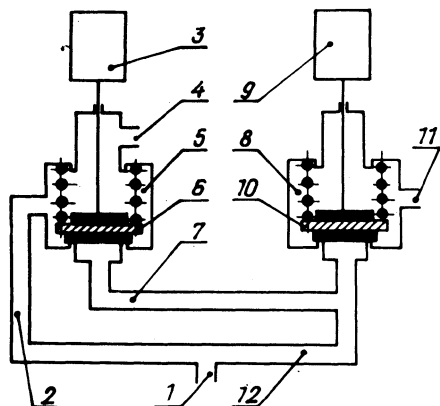


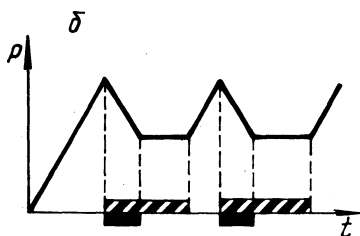


Рис. 2. Трехфазовый модулятор фирмы "DVA":

а -- принципиальная схема;
 б -- фазовая характеристика модулятора;  -- включен соленоид 3;  -- включен соленоид 9.



мает исходное положение, отсекая полость 11 от тормозного крана. Сжатый воздух из полости 11 через каналы 2 и 3 выпускается в атмосферу, поршень 10 под действием пружины 8 возвращается в исходное положение. Тормозной исполнительный механизм через канал 4, полость 6 и канал 5 соединяется с тормозным краном. В дальнейшем процесс повторяется.

Канал 2 с дроссельным отверстием обеспечивает некоторый медленный рост тормозного давления в тормозном исполнительном механизме на время между моментом перекрытия соединения тормозного крана с тормозным исполнительным механизмом и моментом начала выпуска сжатого воздуха из тормозного исполнительного механизма. Фазовая характеристика модулятора фирмы "The Bendix" представлена на рис.1,б.

Трехфазовый модулятор фирмы "DVA" [2]. Схема этого модулятора изображена на рис. 2,а. При отсутствии давления в тормозном приводе клапаны 6 и 10 находятся в нижнем положении. Рабочая полость тормозного исполнительного механизма

(канал 1) через канал 2, полость 5 связана с тормозным краном (канал 4), а следовательно, с атмосферой. Через тормозной кран с атмосферой связан канал 12, а канал 7 и полость 8 постоянно связаны с атмосферой.

В процессе торможения сжатый воздух свободно проходит из канала 4 в канал 2 и далее в канал 1 как при нормальном торможении, так и при работе ПБУ. В тормозном исполнительном механизме нарастает давление до тех пор, пока затормаживаемое колесо не входит в режим блокировки. От электронно-решающего блока (ЭРБ) поступает команда на соленоиды 3 и 9, управляющие процессом оттормаживания.

При оттормаживании по обмоткам соленоидов 3 и 9 протекает ток. Якоря соленоидов, связанные с клапанами 6 и 10, поднимаются, отсекая тормозной кран (канал 4) от тормозного исполнительного механизма (канал 1) и одновременно соединяя последний через каналы 2, 12, 7 и полости 5, 8 с атмосферой (канал 11). Давление в тормозном исполнительном механизме падает, причем, до тех пор, пока от ЭРБ не поступит сигнал на фиксацию (выдержку) давления.

В процессе фиксации (выдержки) давления обмотка соленоида 9 обесточивается, клапан 10 занимает исходное положение, разобщая тормозной исполнительный механизм с атмосферой. В полости 5 при этом сохраняется остаточное давление тормозного исполнительного механизма, в полости 8 — атмосферное. Происходит фиксация давления в тормозном исполнительном механизме. При достижении разблокированным колесом определенного углового ускорения от ЭРБ поступает команда на повторное торможение. По этой команде обесточивается соленоид 3, клапан 6 занимает исходное положение. В дальнейшем процесс повторяется. Фазовая характеристика модулятора фирмы "ДВА" представлена на рис. 2,б.

На основании анализа существующих схем модуляторов, их принципа работы и экспериментальных исследований динамики пневматического тормозного привода можно сделать вывод о том, что для семейства автомобилей МАЗ более предпочтительна схема трехфазного модулятора с электропневматическим управлением и с достаточно большими проходными сечениями. Для тормозных систем МАЗ была выбрана схема трехфазового модулятора и разработана его конструкция. Проведение дальнейших экспериментальных исследований позволит получить уточненные конструктивные параметры и схему модулятора.

Л и т е р а т у р а

1. Клапан управления противоблокировочной тормозной системой. США, Патент № 3677610 кл. США 303-21. 2. Ги Бургуэн. Доклад № 6. Описание тормозного устройства против скольжения для грузовых автомобилей одиночных и с прицепом. Технический симпозиум. М., 1972.

Н.Ф. Метлюк, В.П. Автушко

ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРОСТЕЙШЕЙ ЦЕПИ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ

Пневматической цепью будем по аналогии с электрическими цепями [1] называть совокупность устройств, предназначенных для прохождения сжатого воздуха. Пневматическая цепь состоит из источников, приемников сжатого воздуха и промежуточных элементов (трубопроводов, клапанов, аппаратов), соединяющих источники с приемниками.

Расчет пневматических цепей основывается на различных допущениях. Например, различные по конструкции промежуточные элементы реальной пневматической цепи при динамическом расчете заменяются эквивалентными сосредоточенными сопротивлениями, называемыми дросселями (Д). Иногда даже сложные аппараты, включенные в пневматическую цепь и представляющие собой совокупность клапанов и каналов различной конфигурации, в расчетной схеме заменяются эквивалентными по сопротивлению дросселями.

Под простейшей цепью понимается одноконтурная цепь, состоящая из одного дросселя и одной подключенной к дросселю емкости. Емкостью (Е) называется элемент пневматической цепи, в котором может накапливаться сжатый воздух.

Мгновенный массовый расход воздуха через дроссель $\left(\frac{dm}{dt}\right)_Д$ выражается следующей зависимостью:

$$\left(\frac{dm}{dt}\right)_Д = f v \rho_1 = \mu f v_{кр} \frac{p_0}{RT} \varphi(\sigma), \quad (1)$$

где f — площадь проходного сечения канала; v — скорость струи на выходе из дросселя; ρ_1 — плотность воздуха на выходе из дросселя; μ — коэффициент расхода дросселя, пред-