

**Динамика пневматического контура  
«Тормозной кран – регулятор тормозных сил автомобиля»**

Автушко В.П., Гиль С.В., Коршунов А.А.  
Белорусский национальный технический университет

Современные пневматические тормозные приводы различных мобильных машин представляют собой сложные многоконтурные системы управления. При динамических расчётах каждый контур привода обычно рассматривается как отдельный, что является справедливым во всех случаях, если не рассматривается совместная работа системы питания и привода. В большинстве случаев отдельные контуры приводов состоят из нескольких последовательно соединённых различных следящих и релейных пневмоаппаратов.

В работе рассмотрено моделирование рабочего процесса регулирования давления воздуха в полости постоянного объёма с помощью последовательного соединения секции тормозного крана и регулятора тормозных сил. При анализе динамических процессов и составлении дифференциальных уравнений приняты следующие допущения: температура воздуха в ресивере, в полостях тормозного крана и регулятора тормозных сил не изменяется в течение переходного процесса; объёмы полостей пневмоаппаратов изменяются незначительно и поэтому они рассматриваются как постоянные; трубопроводы заменяются сосредоточенными турбулентными пневмосопротивлениями; отсутствуют утечки воздуха из контура; давление в ресивере постоянное. Для составления дифференциальных уравнений, описывающих динамику пневматических звеньев контура, используется уравнение баланса мгновенных массовых расходов в узлах контура и гиперболическая газодинамическая функция расхода воздуха через пневмосопротивление. Уравнения движения подвижных элементов пневмоаппаратов составлены с учётом инерционных сил, скоростных и позиционных нагрузок, сил давления, зон нечувствительности в клапанах, обусловленные силами трения, ограничения перемещения подвижных элементов. Математическая модель регулятора тормозных сил учитывает упругую связь его с задним мостом автомобиля, а также динамическое перераспределение силы тяжести автомобиля по его мостам под действием силы инерции при определении вертикальных реакций и тормозных моментов на колёсах автомобиля. В состав модели входит уравнение связи тормозного момента с параметрами системы и давлением воздуха в тормозных камерах моста. Входным воздействием в пневматический контур является усилие, прикладываемое к штоку тормозного крана через рычажный привод от тормозной педали. Математическая модель контура является универсальной: она позволяет описывать и исследовать служебные и экстренные режимы работы следящего контура.