

**Математическая модель пневматического контура  
«тормозной кран - переменная ёмкость»**

Автушко В.П., Гиль С.В.

Белорусский национальный технический университет

Пневматические тормозные приводы современных мобильных машин являются многоконтурными следящими системами управления. В состав контуров входят один или несколько следящих пневмоаппаратов, которые выполняют функции передачи энергии сжатого воздуха и регулирования давления в исполнительных элементах контура. При динамическом расчёте каждый контур привода рассматривается как отдельный, что справедливо, когда не учитывается совместная работа системы питания и привода. В работе выполнено моделирование рабочего процесса регулирования давления воздуха в полости переменного объёма с помощью секции тормозного крана прямого действия. Тормозной кран рассматривается как проточная ёмкость постоянного объёма, наполнение которой происходит через эквивалентное переменное пневмосопротивление, а опорожнение – через постоянное пневмосопротивление. Пропускная способность эквивалентного пневмосопротивления учитывает пропускную способность клапана крана, зависящую от его перемещения, и пропускную способность трубопровода, соединяющую ресивер и тормозной кран. При описании динамических процессов в контуре и составлении дифференциальных уравнений приняты допущения: температура воздуха и давление в ресивере не изменяются в течение переходного процесса; объём полости крана принимается постоянным; трубопроводы заменяются сосредоточенными турбулентными пневмосопротивлениями; отсутствуют утечки воздуха в системе. Для составления дифференциальных уравнений, описывающих динамику контура, используется уравнение баланса мгновенных массовых расходов в его узлах и гиперболическая газодинамическая функция расхода воздуха через турбулентное пневмосопротивление. Уравнение движения поршня пневмоцилиндра составлено с учётом инерционных, скоростных нагрузок и сил давления. Уравнения движения подвижных элементов тормозного крана составлены для безмассовой расчётной схемы и учитывают зоны нечувствительности в клапанах, обусловленные силами трения, ограничения перемещения подвижных элементов. Входным воздействием в контур является усилие, прикладываемое к штоку тормозного крана. Математическая модель позволяет описывать и исследовать служебные и экстренные режимы работы следящего контура.