

**Линейная математическая модель
пневматического тормозного крана обратного действия**

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

Для предварительного выбора и качественной оценки параметров системы регулирования давления тормозным краном в ёмкости необходимо её линейная математическая модель. Такая модель позволяет получить структурные схемы системы, с помощью которых можно производить структурный и частотный анализ её, и выявить причинно-следственные связи между процессами, происходящими в отдельных элементах системы. При разработке линейной математической модели тормозного крана пренебрегаются силы сухого трения, зазоры и зоны нечувствительности, а также линеаризуются расходно-перепадные характеристики турбулентных пневмосопротивлений, используя метод интерполяционного многочлена первой степени, который даёт меньшую погрешность линеаризации, чем другие методы. Полученная система линеаризованных дифференциальных уравнений была преобразована по Лапласу при нулевых начальных условиях, получены передаточные функции динамических звеньев и разработана структурная схема системы регулирования давления воздуха в исполнительных элементах привода. Эта структурная схема является многоконтурной и имеет перекрещивающиеся обратные связи. Для устранения этих связей было выполнено структурное преобразование схемы и получена преобразованная одноконтурная схема. Анализ её показал, что несмотря на отсутствие главной обратной связи в принципиальной схеме тормозного крана, его структурная схема является замкнутой и имеет главную отрицательную обратную связь, которая является пневмомеханической и объясняет механизм отслеживания давления в опораживаемой ёмкости. Эта обратная связь образована последовательным соединением пропорционального звена с коэффициентом передачи обратной связи тормозного крана и форсирующего звена первого порядка, постоянная времени которого зависит от объёма этой ёмкости и параметров трубопровода, соединяющего кран с ёмкостью. Это объясняется тем, что тормозной кран представляет собой проточную ёмкость, благодаря которой возникает внутренняя положительная обратная связь и, как следствие этого, давление в ёмкости влияет на давление в полости крана.

Выполненный структурный анализ системы регулирования давления в ёмкости позволил выявить и обосновать механизм отслеживания давления в ёмкости различными следящими пневмоаппаратами.