

**Математическая модель пневматического контура  
«тормозной кран – ускорительный клапан»**

Автушко В.П., Гиль С.В.

Белорусский национальный технический университет

Пневматический контур, состоящий из последовательного соединения секции тормозного крана, ускорительного клапана и присоединённой к нему ёмкости постоянного объёма представляет собой следящую систему автоматического регулирования давления воздуха в наполняемой или опорожняемой ёмкости. Динамические свойства этой системы зависят от ряда нелинейных факторов, поэтому достоверные количественные результаты анализа переходных процессов можно получить лишь при исследовании нелинейной математической модели этой системы, применяя ЭВМ. В работе рассмотрено моделирование рабочего процесса регулирования давления воздуха в полости постоянного объёма секцией тормозного крана и ускорительного клапана. При описании динамических процессов и составлении дифференциальных уравнений приняты следующие допущения: температура воздуха в ресивере и полостях пневмоаппаратов не изменяется в течение переходного процесса; объёмы полостей пневмоаппаратов изменяются незначительно и поэтому они рассматриваются как постоянные; трубопроводы, соединяющие элементы контура, заменяются сосредоточенными турбулентными пневмосопротивлениями; отсутствуют утечки воздуха из контура. Для составления дифференциальных уравнений, описывающих динамику контура, используются уравнения баланса мгновенных массовых расходов в узлах контура и гиперболическая газодинамическая функция расхода воздуха через турбулентные пневмосопротивления. Уравнения движения подвижных элементов пневмоаппаратов составлены с учётом инерционных сил, скоростных и позиционных нагрузок, сил давления воздуха, зон нечувствительности в клапанах, обусловленные силами трения, ограничения перемещения подвижных элементов. Входным воздействием в контур является усилие, прикладываемое к штоку тормозного крана. Математическая модель позволяет исследовать служебные и экстренные режимы работы следящего контура и является основой для разработки линеаризованной модели указанного контура. Разработанная линеаризованная модель позволила провести структурный и частотный анализы следящего контура. Выполненный структурный анализ контура выявил пневмомеханическую отрицательную обратную связь, которая обеспечивает механизм отслеживания давления воздуха в исполнительных элементах привода.