

Предлагаемая схема регулятора, распределитель которого кинематически связан с маятником, перемещающимся в продольной плоскости, может обеспечить необходимую функцию изменения P от \dot{x} .

Л и т е р а т у р а

1. Парфенов А.П., Ясеневич В.Е. Исследование динамики торможения тракторного поезда. - "Труды НАТИ", вып. 175. М., 1964. 2. Ясеневич В.Е., Гумилевский Ю.Н., Куркин В.В. Исследование тормозной динамики тракторного поезда. - "Труды НАТИ", вып. 188. М., 1967.

УДК 629.113 - 597.5

Н.Ф. Метлюк, докт. техн. наук,
В.П. Автушко, канд. техн. наук,
П.Н. Кишкевич, Ф.К. Кравец

ДИНАМИКА ПИТАЮЩЕЙ ЧАСТИ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ТОРМОЗНОГО ПРИВОДА АВТОМОБИЛЯ МАЗ

Некоторые вопросы исследования динамики питающей части, взаимосвязи ее с потребителями отражены в работах [1, 2, 3]. В работе [1] предложена приближенная методика графоаналитического расчета давления в ресиверах в зависимости от расхода сжатого воздуха. Имеются рекомендации [3] по выбору и определению времени работы компрессора питающей части тормозного привода в зависимости от суммарного расхода сжатого воздуха потребителями (пневмоаппаратами). При этом предлагается формула для определения величины давления сжатого воздуха в ресиверах при работе компрессора и даются рекомендации по выбору объемов ресиверов. Однако в этих исследованиях [1, 2, 3] рассматривается лишь функционирование питающей части автотранспортного средства без ПБС, причем с рядом принятых упрощений и допущений. Поэтому для разностороннего и достаточно достоверного исследования, например, переходных процессов, протекающих в питающей части пневматического тормозного привода в режиме циклического торможения, представляется необходимым разработать ее математическую модель.

При составлении такой математической модели приняты следующие допущения:

1. Ввиду постоянных конструктивных параметров трубопровода, сообщающего нагнетающую полость компрессора с ресивером, и незначительного объема трубки, соединяющей компрессор с ресивером, считаем, что давления воздуха в нагнетательной полости компрессора и в ресивере $p_{\text{рес}}$ равны между собой.

2. Рассматриваем соединенные между собой ресиверы тормозного привода автомобиля МАЗ как пневматическую емкость с суммарным объемом всех ресиверов.

Производительность компрессора определяется по формуле [3]

$$\dot{V}_{\text{пр}} = \frac{\pi d^2}{4} S n \eta_v i, \quad (1)$$

где d - диаметр поршня компрессора; S - ход поршня; n - число оборотов вала компрессора; i - число цилиндров; η_v - коэффициент подачи компрессора одноступенчатого сжатия.

После подстановки значений d , S , n и i формула (1) для компрессора автомобиля МАЗ примет вид

$$\dot{V}_{\text{пр}} = 0,000215 \eta_v n, \quad (1, a)$$

где $\dot{V}_{\text{пр}}$ - производительность компрессора, м³/с.

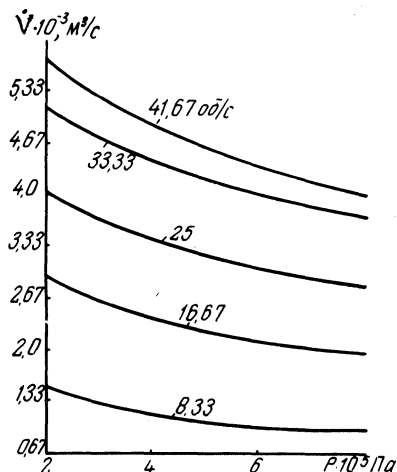


Рис. 1. Зависимость производительности компрессора \dot{V} от давления в ресиверах (противодавления).

Коэффициент подачи η_v определяется, исходя из графика зависимости производительности компрессора \dot{V} от величины давления в ресивере $p_{\text{рес}}$ (рис. 1). Зависимость производительности компрессора от величины давления в ресивере построена на основании ТУ 37001.141-74 на компрессор одноступенчатого сжатия, предназначенного для автомобиля МАЗ. Такие же кривые приводятся в работе [4]. Используя график производительности

компрессора и формулу (1, а), строим график зависимости коэффициента подачи η_v от противодавления (рис. 2). Зависимость $\eta_v(p_{\text{рес}})$ можно представить линейным уравнением регрессии вида

$$\eta_v = a + b p_{\text{рес}} \quad (2)$$

Корреляционный анализ показал, что функция $\eta_v(p_{\text{рес}})$ достаточно точно описывается линейным уравнением регрессии с соответствующими коэффициентами a и b , определенными по методу наименьших квадратов (рис. 2).

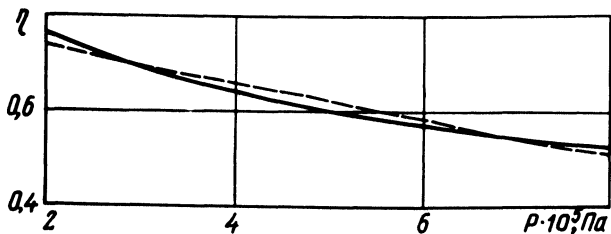


Рис. 2. Зависимость коэффициента подачи компрессора η_v от давления p в ресиверах: — экспериментальная кривая; - - - расчетная.

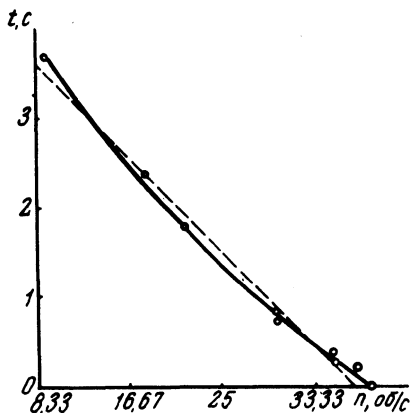


Рис. 3. Временная характеристика двигателя (компрессора) при торможении: — экспериментальная кривая; - - - расчетная.

Частота вращения вала компрессора n определяется, исходя из начальной скорости торможения автомобиля и предположения, что число оборотов вала компрессора за время торможения t изменяется от числа оборотов, соответствующих работе двигателя при начальной скорости движения автомобиля до оборотов холостого хода. Зависимость $n(t)$ определим, исходя из временной характеристики двигателя ЯМЗ-238Н [5] (рис. 3), и представим линейным уравнением регрессии вида

$$n = a_1 + b_1 t, \quad (3)$$

где a_1 — число оборотов вала компрессора, соответствующих начальной скорости движения автомобиля при торможении.

Коэффициенты a_1 и b_1 определяются по методу наименьших квадратов.

Решая совместно уравнения (1, а), (2) и (3), получим формулу для расчета производительности компрессора автомобиля МАЗ в зависимости от давления сжатого воздуха в ресивере и числа оборотов вала компрессора. Эмпирическое уравнение для расчета производительности компрессора автомобиля МАЗ имеет вид:

$$\dot{V}_{пр} = 0,000215 (a + b p_{рес}) (a_1 + b_1 t). \quad (4)$$

Компрессор автомобиля МАЗ снабжен релейным регулятором давления (авторское свидетельство № 176655), имеющим зону нечувствительности. Уравнение компрессора совместно с регулятором может быть описано следующим образом:

$$\dot{V}_{пр} = \left\{ \begin{array}{l} 0 \quad \text{при } p_{рес} > p_{min} \\ \dot{V}_{пр}(p_{рес}, n) \text{ при } p_{рес} \leq p_{min} \\ \dot{V}_{пр}(p_{рес}, n) \text{ при } p_{рес} < p_{max} \\ 0 \quad \text{при } p_{рес} \geq p_{max} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{при } \frac{dp_{рес}}{dt} < 0 \\ \\ \\ \text{при } \frac{dp_{рес}}{dt} > 0 \end{array} \quad (5)$$

Массовый расход сжатого воздуха в ресивере можно представить дифференциальным уравнением

$$\frac{V_{рес}}{RT} \frac{dp_{рес}}{dt} = \dot{m}_{пр} - \dot{m}_{расх}. \quad (6)$$

Учитывая, что массовый и объемный расходы воздуха связаны соотношением

$$\dot{m} = U f \rho = \dot{V} \rho = \dot{V} \frac{p}{RT}, \quad (7)$$

уравнение (6) можно преобразовать и представить в виде

$$\frac{V_{рес}}{RT} \frac{dp_{рес}}{dt} = \dot{V}_{пр} \frac{p_{рес}}{RT} - \dot{m}_{расх}. \quad (6, a)$$

Система уравнений (4), (5), (6, а) позволяет достоверно описать переходные процессы, протекающие в питающей части

тормозного привода с ПБС в процессе циклического торможения.

Разработанная математическая модель питающей части пневматического тормозного привода позволяет всесторонне исследовать динамику питающей части тормозного привода с ПБС и обоснованно выбрать ее конструктивные параметры.

Л и т е р а т у р а

1. Метлюк Н.Ф. Динамика и методы улучшения переходных характеристик тормозных приводов автомобилей и автопоездов. Докт. дис. Минск, 1973. 2. Разработка методики расчета питающей части тормозных систем изделий семейства "ОП". Научно-технический отчет БПИ, инв. № Б320589. Минск, 1974. 3. Розанов В.Г., Машенко А.Ф. Взаимосвязь аппаратов питающей части и потребителей пневматического привода тормозов автомобиля. - "Автомобильная промышленность", 1971, № 10. 4. Атоян К.М. и др. Пневматические системы автомобилей. М., 1969. 5. Анализ условий работы трансмиссии автомобиля и разработка требований к режимам переключения передач в системе автоматического управления трансмиссией. Научный отчет по теме ГБ-75-019Р, БПИ. Минск, 1976.

УДК 629.113 - 597.3

В.П. Автушко, канд. техн. наук

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПИТАЮЩЕЙ ЧАСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА АВТОМОБИЛЯ

В гидравлических системах управления автомобилей в качестве питающей части широко используются насосы постоянной производительности, работающие совместно с пневмогидравлическими аккумуляторами. Для большинства систем управления характерно эпизодическое потребление рабочей жидкости. Чтобы обеспечить поддержание давления в необходимых пределах, питающая часть гидропривода оборудуется автоматическим устройством регулирования давления рабочей жидкости (автомат разгрузки).

Питающая часть гидропривода совместно с автоматом разгрузки образуют замкнутую систему автоматического регулирования давления. Принципиальная схема одного из вариантов такой системы приведена на рис. 1. Она включает пневмогидроаккумулятор 7 (объект регулирования), автомат разгрузки 3,