

ния заканчивается. Новый такт начинается с приходом следующего импульса от датчика 4 на счетчик 14.

Экспериментальная проверка описанного устройства показала ее функциональную работоспособность и надежность [4].

Л и т е р а т у р а

1. Белоус М.М. Центральные синхронизаторы в ступенчатых механических трансмиссиях. – В сб.: Автотракторостроение: Автоматические системы управления мобильными машинами. Минск, 1979, вып. 12, с. 74–79. 2. А. с. 874402 (СССР). Система центральной синхронизации ступенчатой механической трансмиссии транспортного средства / М.М.Белоус, А.И.Гришкевич. – Оpubл. в Б. И., 1981, № 39. 3. Белоус М.М., Гришкевич А.И., Карпов А.В. Алгоритмизация работы систем автоматического управления ступенчатыми трансмиссиями с центральной синхронизацией. – Рукопись деп. в БелНИИТИ 28.08.79, № 72. – 11 с. 4. Белоус М.М., Гришкевич А.И., Степанов Д.В. О некоторых результатах стендовых испытаний системы центральной синхронизации ступенчатой механической трансмиссии. – Рукопись деп. в БелНИИТИ 28.04.81, № 264. – 15 с.

УДК 629.113 – 597.5

Н.Ф.Метлюк, д-р техн. наук,
П.Р.Бартош, канд. техн. наук,
Нгуен Ныок (БПИ)

К РАСЧЕТУ ПЕРЕХОДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ

При математическом описании пневматических тормозных приводов автомобилей и автопоездов обычно принимается ряд допущений. Эти допущения должны быть всегда обоснованными, так как из-за стремления получить более простую и удобную для практического использования математическую модель иногда искажается описание процессов, протекающих в пневматических приводах, что отрицательно сказывается на точности расчетов.

В процессе математического моделирования приводов давление на входе отдельных пневматических звеньев и цепей принимается как постоянным, так и изменяющимся во времени. Четких рекомендаций по этому вопросу в литературе нет, поэтому представляется необходимым уточнить, при каких соотношениях $\gamma = V_1/V$ объемов наполняемой V_1 и опоражниваемой V емкост-

той давление сжатого воздуха в опораживаемой емкости можно принимать постоянным ($p_0 = \text{const}$). Для этого необходимо оценить погрешность расчета времени наполнения емкости V_1 (рис. 1, а) в случае замены изменяющегося давления на входе ДЕ-звена постоянным давлением.

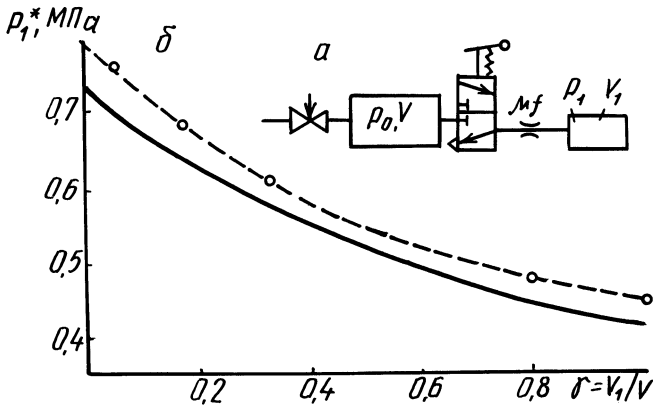


Рис. 1. Схема пневматической цепи (а); зависимость значений конечных давлений p_1^* от соотношения объемов $\gamma = V_1/V_{\text{пневмоцепи}}$ (—— расчетные кривые, - - о - - экспериментальные кривые) при $p_{0 \text{ max}} = 0,8$ МПа (б).

Погрешность расчета определяется в процентах выражением

$$\epsilon = \frac{t_c - t_v}{t_c} 100, \quad (1)$$

где t_c и t_v - время переходного процесса (наполнения емкости V_1) соответственно при постоянном и переменном давлениях на входе.

Переходный процесс заканчивается после выравнивания давлений в обеих емкостях (рис. 1, а). Конечное давление p' определяется по выражению, полученному исходя из уравнения Менделеева — Клайперона:

$$p' = \frac{p_{0 \text{ max}} + \gamma p_{1 \text{ нач}}}{1 + \gamma},$$

где $p_{0 \text{ max}}$ - максимальное давление на входе ДЕ-звена, $p_{0 \text{ max}} = 0,8$ МПа; $p_{1 \text{ нач}}$ - начальное давление в наполняемой емкости, $p_{1 \text{ нач}} = 0,1$ МПа.

На практике переходный процесс считается [1] законченным, когда давление в обеих пневматических емкостях изменится на 90% от максимального изменения давления, т. е.

$$p_1^* = p_{1 \text{ нач}} + 0,9(p' - p_{1 \text{ нач}}) = 0,1 p_{1 \text{ нач}} +$$

$$+ 0,9 \frac{P_{0 \max} - \gamma P_{1 \text{нач}}}{1 + \gamma} \quad (2)$$

По результатам аналитического и экспериментального исследований получена графическая зависимость между величинами γ и значениями конечных давлений p_1^* (рис. 1, б).

Время t_c переходного процесса при постоянном давлении на входе в ДЕ-звено определяется по выражению [1]

$$t_c = \frac{V_1}{k(\mu f)v_{кр}A} (1,2 - 0,9 \frac{P_{1 \text{нач}}}{P_{0 \max}}), \quad (3)$$

где k - показатель адиабаты, $k = 1,4$; (μf) - пропускная способность дросселя (трубопровода, клапана), м^2 ; $v_{кр}$ - критическая скорость истечения воздуха, м/с ; $A = 0,654$.

Время t_v при переменном давлении на входе в ДЕ-звено

$$t_v = \frac{V_1}{k(\mu f)v_{кр}A} \left\{ \frac{1}{\gamma} \ln \frac{[P_{0 \max} + \gamma P_{1 \text{нач}} - (\gamma + 1)p_1] P_{0 \max}}{(P_{0 \max} + \gamma P_{1 \text{нач}} - \gamma p_1)(P_{0 \max} - P_{1 \text{нач}})} + \frac{B\gamma + 1}{\gamma(\gamma + 1)} \ln \frac{P_{0 \max} - P_{1 \text{нач}}}{P_{0 \max} + \gamma P_{1 \text{нач}} - (\gamma + 1)p_1} \right\}, \quad (4)$$

где $B = 1,13$ [1]; p_1 - текущее давление в наполняемой пневматической емкости, МПа.

После подстановки в формулу (4) вместо p_1 выражения (2)

$$t_v = \frac{V_1}{k(\mu f)v_{кр}A} \left[\frac{1}{\gamma} \ln \frac{0,1 P_{0 \max} (\gamma + 1)}{0,9 \gamma P_{1 \text{нач}} + (0,1 \gamma + 1) P_{0 \max}} + \frac{B\gamma + 1}{\gamma(\gamma + 1)} \ln 10 \right]. \quad (4a)$$

Подставив выражения (3) и (4a) в уравнение (1), получим (в %)

$$\epsilon = \left[1 - \frac{\frac{1}{\gamma} \ln \frac{0,1 P_{0 \max} (\gamma + 1)}{0,9 \gamma P_{1 \text{нач}} + (0,1 \gamma + 1) P_{0 \max}} + \frac{B\gamma + 1}{\gamma(\gamma + 1)} \ln 10}{1,2 - 0,9 \frac{P_{1 \text{нач}}}{P_{0 \max}}} \right] 100.$$

По результатам расчета (при $P_{0 \max} = 0,8$ МПа и $P_{1 \text{нач}} = 0,1$ МПа) и экспериментального исследования построен график (рис. 2), отражающий взаимосвязь между параметром и погрешностью расчета переходных характеристик пневмоцепи (рис. 1, а) в случае замены изменяющегося давления на входе ДЕ-звена постоянным давлением.

Результаты экспериментального исследования, приведенные на рис. 1 и 2, получены с помощью специальной установки (рис. 3),

содержащей следующие основные агрегаты и узлы: 1 - компрессор, 2, 4, 6 - краны, 3 - ресивер, 5 и 7 - пневматические емкости испытываемой системы.

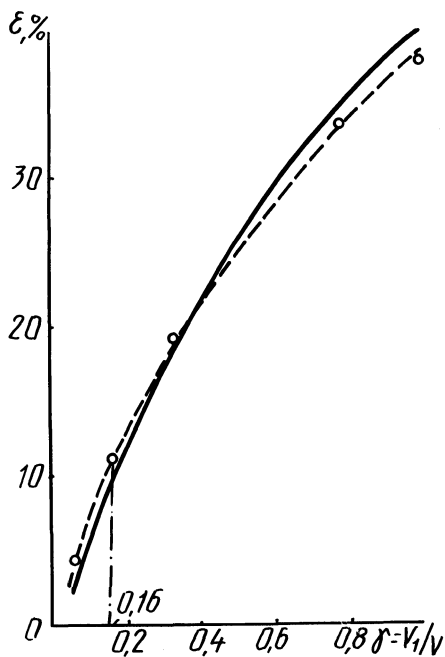


Рис. 2. Зависимость погрешности расчета ε (условные обозначения см. рис. 1).

Визуальный контроль значений давлений в узлах системы осуществлялся по манометрам М1, М2, М3. В камерах 5 и 7 устанавливались датчики ДИ-10, с помощью которых регистрировались значения давлений. В процессе экспериментальных исследований объемы камер 5 и 7 изменялись. Кроме того, изменялась пропускная способность трубопровода, соединяющего пневматические емкости 5 и 7. Для этого использовались специальные дроссели, устанавливаемые в штуцеры.

Полученный график (рис. 2) позволяет оценить погрешность расчета переходных характеристик пневматических звеньев и цепей. Например, если соотношение объемов (рис. 1, а) $\gamma = V_1/V = 0,16$, то погрешность расчета ε , определенная по рис. 2, рав-

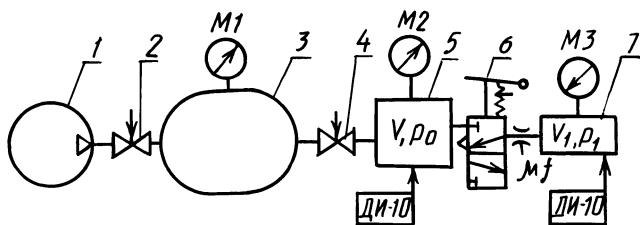


Рис. 3. Схема установки для исследования динамики пневматических звеньев и цепей.

на 10%. Поэтому в зависимости от требуемой точности расчета по графику (рис. 2) устанавливается возможность упрощения расчета переходных характеристик путем замены при математическом моделировании переменного давления на входе в пневматическое звено постоянным давлением.

Л и т е р а т у р а

1. Метлюк Н.Ф., Автушко В.П. Динамика пневматических и гидравлических приводов автомобилей. - М., 1980. - 232 с.

УДК 629.113:656.13.052.444

Ф.Л.Пекер, С.А.Кондратьев (БПИ),
Л.А.Лавриненко (ЛуАЗ)

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ТОРМОЗНЫХ КАЧЕСТВ АВТОМОБИЛЯ ЛуАЗ

Функциональное назначение автомобиля ЛуАЗ-969М, который является автомобилем малого класса повышенной проходимости, обусловило существенные компоновочные его отличия, влияющие на динамику торможения. Учитывая, что к числу этих отличительных черт относятся малая база, высоко расположенный центр тяжести и значительное распределение веса на переднюю ось, можно сделать вывод о высокой "чувствительности" этого автомобиля к самым различным факторам, оказывающим влияние на процесс торможения. Исследовать степень влияния каждого из факторов экспериментально довольно сложно, так как при этом требуется многократная переделка автомобиля и проведение большого объема дорожных испытаний. Данную задачу целесообразнее решать, разработав математическую модель и исследуя с помощью составленного на ее основе программного модуля влияние различных факторов на процесс торможения автомобиля [1].

Отметим, что использование ЭВМ позволяет, располагая относительно небольшой информацией об автомобиле, ответить на широкий круг вопросов, например таких, как влияние быстродействия и синхронности работы тормозного привода, типа и размеров колесных тормозных механизмов, характеристик шин, весовых и геометрических показателей автомобиля на его тормозные качества. Кроме этого, моделирование на ЭВМ позволяет рассматривать экстренное и служебное торможения, а также оценивать траекторную и курсовую устойчивость как на прямой, так и криволинейной траектории.

С учетом всех этих вопросов разработана математическая модель и на ее основе составлен программный модуль, основное назначение которого - оценка тормозных качеств автомобиля путем "машинного эксперимента" на ЭЦВМ. Модуль выполнен на алгоритмическом языке ПЛ/1 в операционной системе ДОС ЕС ЭВМ и позволяет рассчитывать процесс торможения двухосного автомобиля при движении по прямой и при движении по кривой в