

зоны сгорания ($\alpha = 0,9$) достигает 1100 млн^{-1} , что в 1,64 раза превышает концентрацию NO_x в средней зоне ($\alpha = 2$) и в 2,9 раза для конечной зоны ($\alpha = 4$). При этом совокупный по всему объему КС выход оксидов азота снижается в 2,2 раза по сравнению с традиционным вариантом сгорания однородной гомогенной смеси. Установленное расхождение результатов расчета с экспериментом не превышает 8%, подтверждая тем самым удовлетворительную адекватность расчетной методики.

Литература

1. Чесноков С.А. Моделирование высокотемпературных реакций горения. - Тула: Изд-во Тульского гос. ун-та, 2002. - 163 с.
2. Teodorczyk A., Rychter T.J. Mathematical model of nitric oxide formation in an SI piston engine // J. Techn. Phys. – 28. – 1987. - P. 47-65.
3. Eichlseder H., Baumann E., Mtiller P., Neugebauer S. Chancen und Risiken von Ottomotoren mit Direkteinspritzung // MTZ. N 3. 2000. S. 144-152.
4. Кавтарадзе Р.З. Теория поршневых двигателей. Учебник для вузов.- М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008.-720 с.
5. Кавтарадзе Р.З. Локальный теплообмен в поршневых двигателях. 2-е изд. испр. и доп. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007.-592 с.
6. Хзмалян Д.М., Коган Я.А. Теория горения и топочные устройства. - М.: Энергия, 1976. - 488с.
7. Зельдович Я.Б., Садовников П.Я., Франк-Каменецкий Д.А. Окисление азота при горении. - М.: Изд-во Академии наук СССР, 1947. - 147 с.
8. Baulch D.L. et all. High Temperature Reaction Rate Data / D.L. Baulch, D.D. Drysdale, D.D. Horne, A.C. Lloyd // Report University of Leeds.- 1969.- №4.- 58 p.

Коэффициент усиления вакуумного усилителя тормозов

к.т.н. доц. Шуклинов С.Н.
ХНАДУ

Аннотация. Рассмотрено влияние на коэффициент усиления вакуумного усилителя вида его статической характеристики. Получены зависимости для определения параметров статической характеристики вакуумного усилителя тормозов, коэффициента усиления с учетом нелинейностей статической характеристики.

Ключевые слова: вакуумный усилитель тормозов, коэффициент усиления, параметры статической характеристики

Введение

Коэффициент усиления вакуумного усилителя тормозов является важным критерием для оценки его энергопреобразующих свойств. По существу значение коэффициента усиления определяется как отношение выходного сигнала к входному, т.е. это отношение усилия на штоке усилителя к управляющему усилию, приложенному к поршню управления (толкателю) [4, 5]. Однако в работе [2] в качестве коэффициента усиления используется соотношение давления в тормозном приводе к управляющему усилию на педали тормоза. По сути это отношение является не коэффициентом усиления вакуумного усилителя, а коэффициентом передачи педального узла с главным тормозным цилиндром и вакуумным усилителем. В работах [3, 6] для определения коэффициента усиления вакуумного усилителя тормозов используется отношение давления в тормозном приводе при работающем усилителе к давлению в приводе без подвода энергии к усилителю. В указанных работах очевиден аффинный перенос определения коэффициента усиления гидровакуумного усилителя тормозов для определения данного коэффициента вакуумного усилителя.

Постановка и решение задачи

Для того чтобы характеризовать энергопреобразующие свойства вакуумного усилителя как законченного тормозного аппарата, рационально представить его статическую характеристику в виде функции выходного усилия и аргумента- входного усилия (рисунок 1). При этом коэффициент усиления вакуумного усилителя тормозов определяется как отношение:

$$K_y = \frac{F_{ш}}{F_T}, \quad (1)$$

где: $F_{ш}$ - сигнал на выходе из устройства – усилие на штоке вакуумного усилителя;

F_T - сигнал на входе в устройство – усилие на толкателе вакуумного усилителя.

В зависимости от конструкции и исполнения вакуумного усилителя тормозов его статическая характеристика может иметь различный вид. При отсутствии нелинейностей типа нечувствительность и насыщение по давлению статическая характеристика имеет вид, представленный на рисунке 1. При этом можно записать, что $tg\alpha = K_y$.

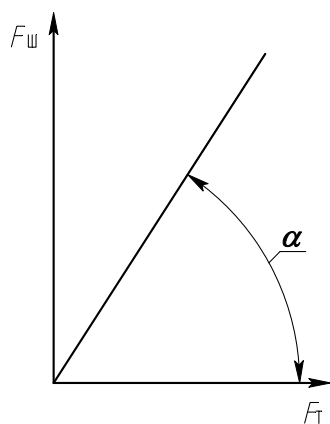


Рисунок 1 – Статическая характеристика усилителя при отсутствии нелинейностей

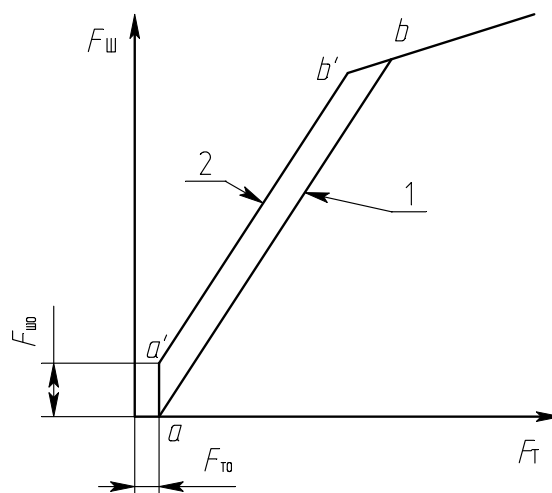


Рисунок 2 – Статические характеристики вакуумных усилителей

Однако вакуумный усилитель тормозов имеет существенные нелинейности: насыщение по давлению и нечувствительность, а также в виде зоны отсутствия следящего действия. На рисунке 2 представлены статические характеристики вакуумных усилителей при наличии нелинейностей.

Позицией 1 на рисунке 2 обозначена характеристика с начальной нечувствительностью F_{T0} и насыщением по давлению в точке b . Вторая характеристика, представленная на рисунке 2, имеет еще одну нелинейность в виде участка $a - a'$, на котором отсутствует следящее действие усилителя в диапазоне от 0 до $F_{ш0}$. Для аналитического описания зависимости коэффициента усиления вакуумного усилителя тормозов, который имеет все перечисленные виды нелинейности от управляющего усилия, воспользуемся графиком (рисунок 3).

При усилии на толкателе F_T меньше чем F_{T0} усилитель не работает и о коэффициенте усиления говорить нельзя (рисунок 3). В точке a происходит включение усилителя, при этом усилию на толкателе F_{T0} соответствует усилие на штоке $F_{ш0}$. При дальнейшем увеличении усилия на входе в усилитель усилие на его выходе будет изменяться в соответствии с прямой bc . Соответственно, отношение координат любой точки этой прямой будут характеризовать коэффициент усиления в следящем режиме работы усилителя. Уравнение прямой bc можно представить в виде:

$$F_{ш} = F_T tg\alpha + F_{ш0} - F_{T0} tg\alpha, \quad (2)$$

где α - угол наклона отрезка, характеризующего следящее действие усилителя.

Из рисунка 3 ясно, что $tg\alpha = \frac{F_{ш} - F_{ш0}}{F_T - F_{T0}}$. Причем $tg\alpha$ соответствует коэффициенту уси-

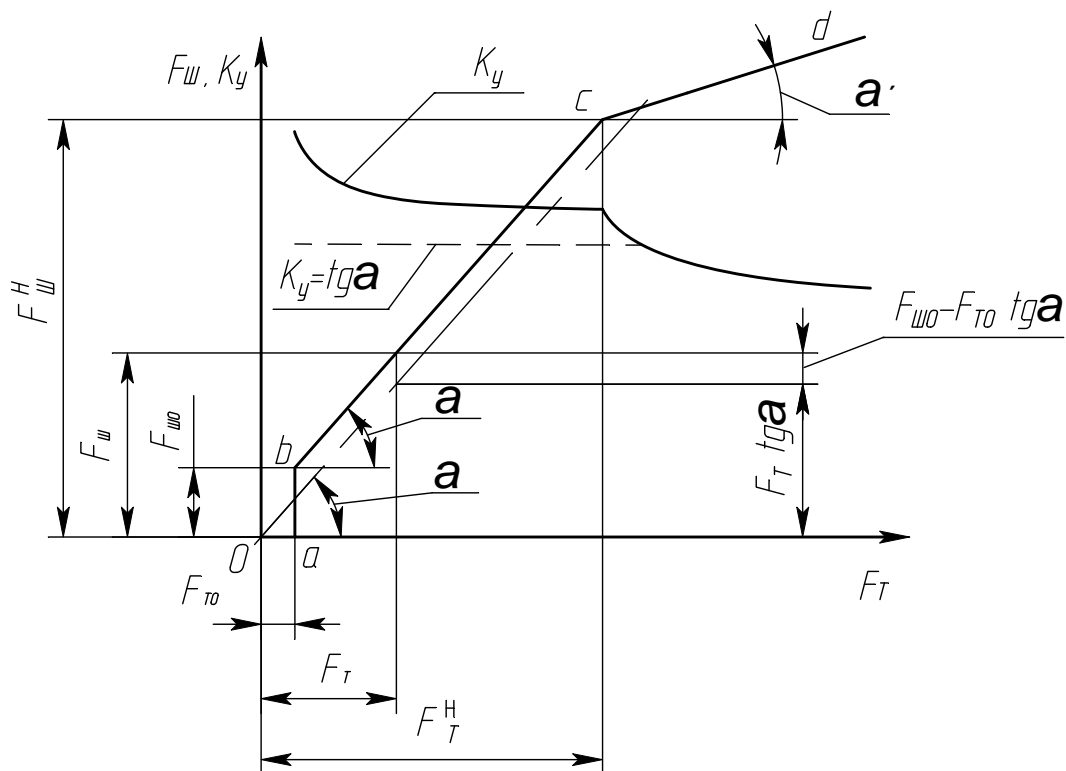


Рисунок 3 – Определение коэффициента усиления

В соответствии с выражением (1) и учетом зависимости (2) коэффициент усиления вакуумного усилителя в следящем режиме определяется выражением:

$$K_y = \frac{F_{ш}}{F_T} = \operatorname{tg} \alpha + \frac{F_{ш0} - F_{ТО} \operatorname{tg} \alpha}{F_T}. \quad (3)$$

После насыщения усилителя по давлению увеличение усилия на штоке происходит только за счет усилия водителя, прикладываемого к толкателю. При этом коэффициент усиления характеризуется отношением координат точек прямой cd . Уравнение прямой cd имеет вид:

$$F_{ш} = F_{ш}^n + (F_T - F_T^*) \operatorname{tg} \alpha', \quad (4)$$

где: $\operatorname{tg} \alpha' = \frac{F_{ш}}{F_T - F_{ТО}^*}$ - коэффициент передачи усилителя без подвода энергии (вакуума);

$F_{ТО}^*$ - нечувствительность вакуумного усилителя без подвода энергии (вакуума);

$F_{ш}^n$ - усилие на штоке усилителя при его насыщении по давлению;

F_T^* - усилие на толкателе усилителя, при котором наступает его насыщение по давлению.

Соответственно, коэффициент усиления вакуумного усилителя после его насыщения по давлению определяется равенством:

$$K_y^n = \frac{F_{ш}}{F_T} = \frac{F_{ш}^n + (F_T - F_T^*) \operatorname{tg} \alpha'}{F_T}. \quad (5)$$

Анализируя выражения (1), (3) и (5), можно сделать вывод, что наличие нелинейностей приводит к существенному изменению коэффициента усиления. Максимальное значение коэффициента усиления имеет в точке включения b :

$$K_y^b = \frac{F_{ш0}}{F_{ТО}}. \quad (6)$$

По мере увеличения управляющего воздействия F_T коэффициент усиления снижается и в следящем режиме имеет минимальное значение в точке насыщения по давлению c . При дальнейшем увеличении F_T коэффициент усиления продолжает снижаться.

Вид статической характеристики и значение коэффициента усиления вакуумного усилителя тормозов определяется параметрами следящего устройства. Схема наиболее распространенной конструкции следящего устройства с упруго-эластичным диском представлена на рисунке 4.

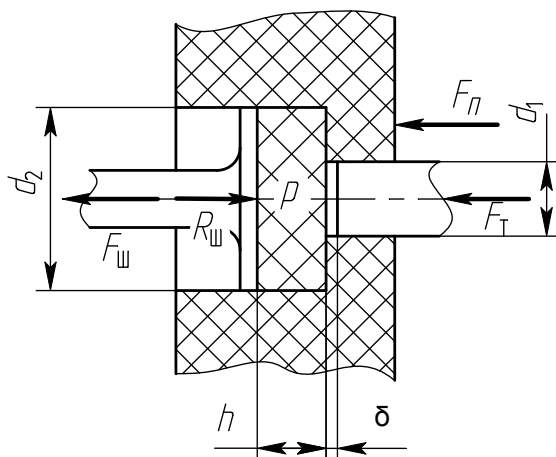


Рисунок 4- Схема следящего устройства вакуумного усилителя тормозов

Коэффициент усиления вакуумного усилителя с таким следящим устройством определяется диаметрами управляющего поршня (толкателя) d_1 , штока d_2 , наличия зазора δ и его величины, а также зависит от модуля упругости E материала диска. В случае отсутствия зазора δ коэффициент усиления определяется диаметрами d_1 и d_2 , при этом его значение соответствует условию $K_y = \operatorname{tg} \alpha$.

При отсутствии зазора δ и допущении, что давление p в упруго-эластичном диске распределяется равномерно, коэффициент усиления характеризуется углом наклона α и его можно определить как отношение:

$$K_y = \operatorname{tg} \alpha = \frac{F_{ш}}{F_T} = \frac{\frac{\pi d_2^2}{4} p}{\frac{\pi d_1^2}{4} p} = \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2. \quad (7)$$

При наличии зазора δ между упруго-эластичным диском и торцом управляющего поршня (толкателя) в момент открытия атмосферного клапана на статической характеристике вакуумного усилителя формируется участок без следящего действия ($a-b$ на рисунке 3). В этот момент на толкателе действует управляющее воздействие $F_{ТО}$, а на штоке усилителя формируется усилие $F_{ш0}$:

$$F_{ш0} = \Delta F_\delta - F_{np}, \quad (8)$$

где: ΔF_δ - усилие на упруго-эластичном диске, формируемое перепадом давления на поршне усилителя;

F_{np} - усилие возвратной пружины поршня.

Усилие на упруго-эластичном диске ΔF_δ определяется величиной зазора δ , модулем упругости упруго-эластичного диска E , а также размерами d_1, d_2 и h , то есть:

$$\Delta F_\delta = f(E, d_1, d_2, \delta, h). \quad (9)$$

Усилие на толкателе, соответствующее началу включения усилителя, можно определить в соответствии с зависимостью:

$$F_{ТО} = \sum F_{np1} - F'_{\Delta P}, \quad (10)$$

где: $\sum F_{np1}$ - усилие возвратных пружин клапанного устройства;

$F'_{\Delta P}$ - усилие на пневматически неуравновешенной части атмосферного клапана, сформированное разницей атмосферного давления и текущего давления в атмосферной полости усилителя.

Усилия на толкателе и штоке усилителя, в статической характеристике которого нет начальных нелинейностей, соответствующих точке насыщения по давлению, определим из уравнения равновесия поршня усилителя:

$$S_a(p_o - p_a) - F_{np} - F_n'' = 0, \quad (11)$$

где: S_a - активная площадь поршня усилителя;

F_{np} - усилие возвратной пружины поршня усилителя;

F_n'' - реакция упруго-эластичного диска, приходящаяся на поршень усилителя и соответствующая части нагрузки усилителя при насыщении по давлению;

p_o, p_a - соответственно атмосферное давление (в атмосферной полости усилителя) и разрежение в вакуумной полости.

Реакцию F_n'' определим из соотношения:

$$K_y = tg\alpha = \frac{F_{III}''}{F_T''} = \frac{F_T'' + F_n''}{F_T''} = 1 + \frac{F_n''}{F_T''}, \quad (12)$$

откуда получим:

$$F_n'' = F_T''(tg\alpha - 1). \quad (13)$$

Из уравнения (11) с учетом (13) определим усилие на толкателе $F_{T\alpha}''$, соответствующее точке насыщения по давлению для статической характеристики усилителя без начальных нелинейностей:

$$F_{T\alpha}'' = \frac{S_a(p_o - p_a) - F_{np}}{tg\alpha - 1} \quad (14)$$

и соответствующее усилие на штоке усилителя:

$$F_{III\alpha}'' = \frac{S_a(p_o - p_a) - F_{np}}{tg\alpha - 1} tg\alpha. \quad (15)$$

В выражениях (14) и (15) введен индекс « α » для обозначения параметров, соответствующих статической характеристике усилителя без начальных нелинейностей.

Для определения F_T'' , F_{III}'' вакуумного усилителя, у которого статическая характеристика имеет начальную нелинейность, решим совместно уравнения (2) и (4). При этом будем учитывать, что в уравнении (4) усилие на штоке усилителя при насыщении по давлению соответствует характеристике без начальных нелинейностей, т.е. $F_{III}'' = F_{III\alpha}''$. В результате усилие на толкателе усилителя при насыщении по давлению равно:

$$F_T'' = \frac{F_{III\alpha}'' - F_{T\alpha}'' tg\alpha' - F_{III0}'' + F_{T0}'' tg\alpha}{tg\alpha - tg\alpha'}, \quad (16)$$

а соответствующее усилие на штоке усилителя:

$$F_{III}'' = F_T'' K_y = F_T'' (tg\alpha + \frac{F_{III0}'' - F_{T0}'' tg\alpha}{F_T''}) = F_T'' tg\alpha + F_{III0}'' - F_{T0}'' tg\alpha. \quad (17)$$

Вывод

Таким образом, предложенные зависимости позволяют оценить влияние нелинейностей статической характеристики на коэффициент усиления вакуумного усилителя, дают возможность на стадии проектирования задать вид статической характеристики и определить все ее параметры.

Литература

1. Автомобильный справочник: Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 992 с.: ил.
2. Шасси автомобиля. Атлас конструкций. Учебное пособие для вузов. М., «Машиностроение», 1977 – 108.: ил.
3. Поражко А.Е. Исследование режимов работы и выходных характеристик автомобильных тормозных систем с вакуумными усилителями. - Дис. ...канд. техн. Наук. – Харьков, 1979.-189с.

4. Запрягаев М.М., Крылов Л.К., Магидович Е.И., Щукин М.М. Армейские автомобили. Конструкция и расчет, Часть вторая. Ходовая часть и органы управления. Под ред. А.С.Антонова. Военное издательство МО СССР. М-1970.
5. Автомобили: конструкция, конструирование и расчет. Системы управления и ходовая часть: Учеб. пособие для вузов/ А.И. Гришкевич, Д.М. Ломако, В.П. Автушко и др.; Под ред. А.И. Гришкевича.-Мн.:Выш. шк., 1987.-200с.:ил.

Организация адаптивных автоматических систем управления движением гусеничных и колесных машин

д.т.н. доц. Ягубов В.Ф., Шапкин А.Н.
«МАДИ» (ГТУ), ОАО «НИИСтали»
8-915-413-31-27, awsomporter@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены задачи и принципы построения бортовых информационно-управляющих систем транспортных машин. Изложены вопросы организации адаптивной системы контроля, диагностирования и управления движением колесных и гусеничных машин.

Ключевые слова: бортовая информационно-управляющая система (БИУС), адаптивный регулятор, автоматическая система управления движением.

Общей целью автоматизации управления движением гусеничной (колесной) машины является снятие с водителя ряда функций по управлению движением, что позволяет:

- во-первых, разгрузить водителя, облегчить процесс управления движением машины и тем самым снизить его утомляемость;
- во-вторых, обеспечить автоматический выбор режимов работы двигателя и трансмиссии в зависимости от их технического состояния и внешних условий движения, что позволит повысить эксплуатационные показатели объекта управления.

В связи с этим задачами автоматической системы управления движением (АСУД) являются:

- выбор оптимальных моментов переключения передач;
- предохранение деталей и узлов двигателя и трансмиссии от перегрузок;
- адаптация управления к изменяющимся условиям и режимам движения;
- контроль рабочих параметров и технического состояния систем и агрегатов, обеспечивающих движение машины, и поддержание их в установленных нормах.

Под оптимальными моментами переключения понимаются такие соотношения задающих параметров, при которых машина реализует наивысшие тягово-скоростные и топливно-экономические качества в соответствии с требуемым режимом движения и внешними условиями.

Для оптимального управления движением необходимо исключить или уменьшить факторы, ограничивающие эти показатели. К ним относятся:

- нерациональные переключения передач, в том числе цикличность;
- динамические нагрузки, возникающие в трансмиссии при переключении передач;
- температурный режим агрегатов и узлов.

В свою очередь эти факторы зависят от внешних условий движения машины: коэффициента сопротивления движению, коэффициента сопротивления повороту, условий движения по заносу в повороте и др. Внешние условия движения являются случайными возмущающими воздействиями на машину, изменяющимися в широких пределах, что вместе с разнообразными режимами работы машины обуславливает множество различных состояний и реакций деталей и узлов машины, учесть которые чрезвычайно трудно.

Режимы движения могут быть следующими: трогание с места, разгон, установившееся движение, движение на подъем, движение на спуск, торможение, поворот.