

Время срабатывания привода, полученное по модели с распределенными параметрами, отличается от экспериментальных значений на 6,7 % при $l_{\text{тр}} = 5 \text{ м}$ ($A_{\text{тр}} = 0,137 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$) и на 10 % при $l_{\text{тр}} = 20 \text{ м}$, перегулирование давления в колесных тормозных цилиндрах – соответственно на 3,8 % при $l_{\text{тр}} = 5 \text{ м}$ и на 3,4 % при $l_{\text{тр}} = 20 \text{ м}$. Кроме того, исследование привода по этой модели позволяет дать количественную оценку как низкочастотных, так и высокочастотных колебаний жидкости в гидроприводе.

Таким образом, предлагаемая методика динамического расчета гидравлического тормозного привода на основе математической модели с распределенными параметрами дает хорошую сходимость с результатами экспериментальных исследований и может применяться при исследовании гидравлических тормозных приводов с длиной магистрали свыше 10 м.

ЛИТЕРАТУРА

1. Венгерский Э.В., Морозов В.А., Усов Г.Л. Гидродинамика двухфазных потоков в системах питания энергетических установок. – М., 1982. – 128 с. 2. Метлюк Н.Ф., Автушко В.П. Динамика пневматических и гидравлических приводов автомобилей. – М., 1980. – 231 с. 3. Самарский А.А., Попов Ю.П. Разностные схемы газовой динамики. – М., 1975. – 352 с. 4. Инженерные расчеты на ЭВМ/Под ред. В.А. Троицкого. – Л., 1979. – 288 с.

УДК 629.113-585-52

О.С. РУКТЕШЕЛЬ, канд. техн. наук (БПИ)

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИНТЕЗА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПЕРЕДАЧ

Понятие структуры системы автоматического переключения передач (САПП) предполагает частичную упорядоченность ее элементов относительно друг друга как в смысле их размещения по физическим узлам и уровням, так и в смысле решаемых ими функциональных задач процесса управления, т.е. речь может идти как о композиционной, так и о функциональной структуре САПП [1].

Ниже формулируется частная задача синтеза функциональной структуры САПП, решение которой позволяет оценить правильность принимаемых на интуитивном уровне решений об общей структуре САПП, наметить перспективные пути решения общей задачи и выделить область наиболее целесообразных вариантов построения всей САПП.

Функциональная структура САПП определяется ее информационными параметрами [2]. Реализация информационного сигнала в общем случае осуществляется в цепи: чувствительный элемент – датчик – промежуточный преобразователь – канал связи – измеритель – функциональный преобразователь – устройство обработки сигнала – функциональный преобразователь – канал связи – исполнительный блок. Если для увеличения надежности САПП применяются двухканальные (дуплексные) системы, в которых содержатся два идентичных канала и предусматривается сравнение их выходов, или триплекс-

ные системы с перекрестно-канальным сравнением сигналов и отключением неисправного канала, то структура САПП еще более усложняется.

Задача синтеза функциональной структуры САПП может быть формализована следующим образом.

Пусть имеется некоторое допустимое множество информационных параметров $\bar{U} = \{u_j | j \in \bar{J}\}$ и допустимое множество вариантов их организации (структур) $\bar{s} = \{s_i | i \in \bar{I}\}$. Тогда $\bar{D} = (\bar{d}_{ij})$ – матрица, отражающая допустимую взаимосвязь структур и обрабатываемых информационных параметров, представляется в виде: $\bar{d}_{ij} = 1$, если информационный параметр u_j связан со структурой s_i , и $\bar{d}_{ij} = 0$ – в противном случае. Для выбора оптимальной структуры следует ввести определенные требования к совокупности информационных параметров, т.е. фиксировать некоторое подмножество $U = \{u_j | j \in J \subset \bar{J}\}$ множества \bar{U} и сделать предположения о некотором предпочтении структуры s_i перед s_{i+1} .

Вид вектора информационных параметров, их количество и взаимосвязь определяют как эффективность использования автомобиля, так и стоимость и степень сложности построения САПП. Поэтому выбор структуры САПП является не только технической, но и экономической задачей.

Оптимальной будем считать такую структуру САПП, при которой она обеспечивает в типичных условиях эксплуатации автомобиля минимум народнохозяйственных затрат на осуществление в заданный срок необходимого объема перевозок или эквивалентную им минимальную удельную себестоимость использования автомобиля $C_{уд}$ [3]:

$$C_{уд} = \varphi(S) \rightarrow \min \forall S \in \bar{S}.$$

Целевую функцию $\varphi(S)$ следует минимизировать, варьируя вектор управляемых параметров (вектор вариантов структур) $S = (s_1, \dots, s_k)^T$ в пределах допустимого множества структур \bar{S} .

Решением задачи структурной оптимизации является структура s_i^* , где $i = 1, k$, доставляющая минимум критерию эффективности $C_{уд} = \varphi(S)$:

$$\varphi(s_i^*) = \min \varphi(s) \forall S \in \bar{S}. \quad (2)$$

Вектор допустимого множества вариантов структур \bar{S} формируется из элементов допустимого множества информационных параметров

$$\bar{U} = (v_a, \alpha_d, M_d, \omega_d, h_p, \dot{v}_a, \dot{\alpha}_d, \dot{\omega}_d, n_p, H_b, \dot{C}_c, \beta_T, \text{sign } \dot{v}_a, t_d, \text{sign } \alpha_d, \text{sign } \Delta G_T, \theta_K)^T,$$

где v_a, \dot{v}_a – соответственно скорость и ускорение автомобиля; $\alpha_d, \dot{\alpha}_d$ – перемещение и скорость перемещения педали управления двигателем; $M_d, \omega_d, \dot{\omega}_d$ и t_d – крутящий момент, угловая скорость, ускорение и температура двигателя; h_p – положение рейки топливного насоса; n_p и H_b – номер передачи и нейтраль в коробке передач; C_c – выключенное состояние сцепления; β_T – нажатие на педаль ножного тормоза; ΔG_T – разность часовых расходов топлива на смежных передачах; θ_K – угол поворота управляемого колеса.

Для простоты и удобства автоматического формирования структур САПП вводим булевы переменные – ключи K_j , где $j = \overline{1,7}$; при этом $K_j = 1 \vee 0$.

Если $K_1 = 1$, структура САПП предусматривает возможность выбора момента переключения передач по равенству линейных ускорений на смежных передачах; при этом анализируются параметры \dot{v}_a , ω_d и α_d .

При $K_2 = 1$ выбор момента переключения осуществляется по достижении автомобилем заданной пороговой скорости без учета загрузки двигателя. В этом случае предусматривается обработка параметров v_a и ω_d .

Если $K_3 = 1$, САПП вырабатывает сигнал на переключение передач исходя из скорости автомобиля с учетом загрузки двигателя. Для этого обрабатываются такие параметры, как v_a , ω_d и α_d .

Если K_4 , K_5 или K_6 равен единице, то для корректировки закона переключения передач (ЗПП) структура САПП предусматривает соответственно обработку таких информационных параметров, как \dot{v}_a , $\text{sign } \dot{v}_a$ или $\text{sign } \Delta G_T$. При $K_7 = 1$ анализируется параметр H_B (движение автомобиля накатом).

Если $K_j = 0$ (ключ закрыт), соответствующие совокупности информационных параметров данной САПП не обрабатываются.

Совокупность элементов булева вектора $K = (K_1, \dots, K_n)^T$ позволяет задать необходимый закон функционирования САПП и тем самым определить набор информационных параметров, а следовательно, и вариант функциональной структуры проектируемой САПП. Последнюю можно представить в виде булевой функции $s_i = f_i(K)$, $i = \overline{1, k}$, а комплекс структур S – в виде булевой матрицы (табл. 1).

Табл. 1. Отображение множества функциональных структур САПП на множество законов переключения передач

s_i	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	ЗПП и их модификации
1	2	3	4	5	6	7	8	9
s_1	1	0	0	0	0	0	0	По равенству линейных ускорений автомобиля
s_2	1	0	0	0	0	0	1	
s_3	1	0	0	0	0	1	0	
s_4	1	0	0	0	0	1	1	
s_5	0	1	0	0	0	0	0	По скорости автомобиля
s_6	0	1	0	0	0	0	1	
s_7	0	1	0	0	0	1	0	
s_8	0	1	0	0	0	1	1	
s_9	0	1	0	0	1	0	0	
s_{10}	0	1	0	0	1	0	1	
s_{11}	0	1	0	0	1	1	0	
s_{12}	0	1	0	0	1	1	1	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
s_{13}	0	1	0	1	0	0	0	
s_{14}	0	1	0	1	0	0	1	
s_{15}	0	1	0	1	0	1	0	
s_{16}		1	0	1	0	1	1	
s_{17}	0	1	0	1	1	0	0	
s_{18}	0	1	0	1	1	0	1	
s_{19}	0	1	0	1	1	1	0	
s_{20}	0	1	0	1	1	1	1	
s_{21}	0	0	1	0	0	0	0	По скорости автомобиля и загрузке двигателя
s_{22}	0	0	1	0	0	0	1	
s_{23}	0	0	1	0	0	1	0	
s_{24}	0	0	1	0	0	1	1	
s_{25}	0	0	1	0	1	0	0	
s_{26}	0	0	1	0	1	0	1	
s_{27}	0	0	1	0	1	1	0	
s_{28}	0	0	1	0	1	1	1	
s_{29}	0	0	1	1	0	0	0	
s_{30}	0	0	1	1	0	0	1	
s_{31}	0	0	1	1	0	1	0	
s_{32}	0	0	1	1	0	1	1	
s_{33}	0	0	1	1	1	0	0	
s_{34}	0	0	1	1	1	0	1	
s_{35}	0	0	1	1	1	1	0	
s_{36}	0	0	1	1	1	1	1	

Для автоматизированного определения оптимальной структуры САПП разработан комплекс алгоритмов, который включает в себя в качестве подкомплекса алгоритмы имитационного моделирования процесса движения автомобиля, а также алгоритмы формирования структур и поиска оптимальной структуры САПП (рис. 1). Логика алгоритма формирования структур САПП сводится к построению комбинационного автомата [4], задачей которого является присваивание элементам булева вектора K значений в соответствии с заданной булевой матрицей (см. табл. 1). Комплекс алгоритмов синтеза структуры САПП реализован в виде пакета прикладных программ.

Синтез структуры САПП ведется в интерактивном (диалоговом) режиме. При этом проектировщик в зависимости от вида трансмиссии и назначения автомобиля производит коммутацию соответствующих компонентов из комплекса программ имитационного моделирования процесса движения автомобиля, а также из числа типизированных маршрутов и внешних воздействий.

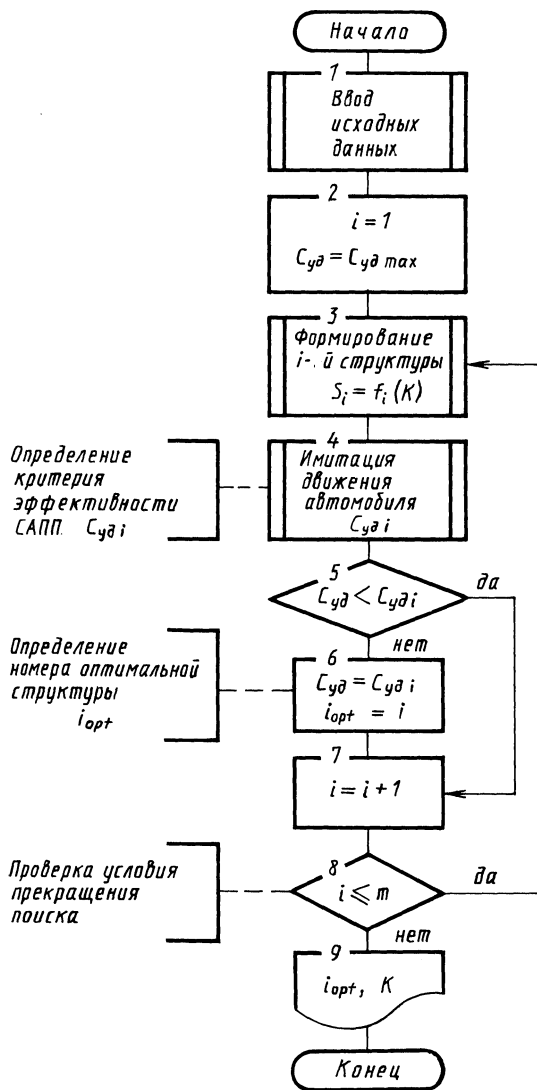


Рис. 1. Схема общего алгоритма синтеза функциональной структуры САПП

ЛИТЕРАТУРА

1. Руктешель О.С. Задачи и организация оптимального проектирования систем автоматического переключения передач. — Минск, 1983—27 с. Рукопись деп. в БелНИИТИ 12. 08.83, № 789 Бе-Д83.
2. Руктешель О.С., Эль Камиль Хам и д. Информационные параметры системы автоматического управления силовым агрегатом автомобиля. — В кн.: Автотракторостроение. — Минск, 1985, вып. 20, с. 25—29.
3. Токарев А.А. Топливная экономичность и тягово-скоростные качества автомобиля. — М., 1982. — 224 с.
4. Закревский А.Д. Алгоритмы синтеза дискретных автоматов. — М., 1971. — 512 с.

УДК 629.113

Л.Е. ТАУБЕС (БПИ)

МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭВМ И РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АВТОМОБИЛЯ С ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИЕЙ

При проектировании новых и совершенствовании конструкций находящихся в эксплуатации автомобилей необходимо оценивать расчетными методами их технико-экономические показатели. Для этой цели на кафедре "Автомобили" Белорусского политехнического института был разработан комплекс программ по моделированию на ЭВМ режимов движения автомобиля в разных дорожных условиях, оценке показателей нагруженности и надежности трансмиссии автомобиля с учетом влияния макро- и микропрофиля дороги, неравномерности работы двигателя, динамических нагрузок, возникающих в трансмиссии при трогании автомобиля с места и переключении передач [1,2]. Он дополнен программой расчета режимов движения и технико-экономических параметров автомобиля с гидромеханической трансмиссией.

Исходными данными для расчета являются параметры автомобиля, двигателя, согласующего редуктора, гидротрансформатора, коробки передач, раздаточной коробки, ведущих мостов и дороги. Дорожные условия описываются ступенчатой функцией коэффициентов сопротивления, уклонов, допустимой скорости движения от координаты пути.

Движение автомобиля начинается с трогания на низшей передаче. Дальнейший режим определяется дорожными условиями. Автомобиль может двигаться в режиме, соответствующем внешней или частичной характеристике двигателя, при работающем или заблокированном гидротрансформаторе. В результате работы программы определяются: характеристика совместной работы гидротрансформатора с двигателем; график "путь—время" при заданном шаге изменения пути; мгновенные время, путь и скорость при переключении передачи и блокировке трансформатора; общая продолжительность движения по маршруту; пройденный путь; средняя скорость на маршруте; расход и средний расход топлива на маршруте на 100 км пути.

Параметры режима движения на маршруте систематизируются и сводятся в статистические таблицы, которые затем используются для оценки уровня нагруженности деталей трансмиссии. Определяются следующие статистические параметры: доля пути и времени движения на каждой передаче; число пере-