

формацию. Таким образом, динамика гидравлической цепи описывается системой дифференциальных уравнений, представляющих собой математическую модель этой цепи. В этой модели принято ряд допущений: жидкость рассматривается несжимаемой и сосредоточенной в одном объеме, наличие одного режима течения.

Последовательность изложения раздела «Динамика гидропривода» включает в себе следующие вопросы:

1. Составление дифференциальных уравнений движения гидропривода на участках установившегося движения и торможения;
2. Рассмотрение различных вариантов изменения скорости поршня от массы подвижных механических элементов и силы технологического соприкосновения;
3. Определение закона изменения площади проходного сечения в тормозном устройстве для получения необходимой величины постоянного ускорения;
4. Расчет максимальной величины давления в сливной линии;
5. Построение графиков пути, скорости и ускорения поршня в зависимости от времени.

УДК 621. 01: 621-144

АНАЛИЗ СХЕМ АВТОМАТИЧЕСКИХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ДЛЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПО «ТММ».

Э. И. Астахов, А. А. Адамович, С. В. Пашкевич

В соответствии с типовыми программами учебного курса «Теория механизмов и машин» (ТММ) для механических специальностей в него включен раздел «Основы теории машин-автоматов, роботов и систем автоматического управления механизмами». Соответственно в курсовое проектирование по ТММ вводится (по усмотрению ВУЗа) раздел «Синтез логической системы управления механизмами машины — автомата по заданной тактограмме». В учебниках и пособиях по курсовому проектированию [1, 2] дается методика и пример синтеза цикловой системы управления движением трех механизмов (M1, M2, M3) произвольной машины — автомата без указания вида машины и функционального назначения механизмов, что нежелательно в курсовом проекте, где должен рассматриваться комплекс механизмов конкретной машины, соответствующий специальности студента. В [3,4] автора приводится пример синтеза логической системы управления механизмами M1, M2, M3 конкрет-

ной машины (агрегатного станка), работа которой обуславливает необходимую последовательность работы механизмов M_i ($i=1,2,3$) и соответствующий шифр тактограммы.

Наиболее универсальным примером машины — автомата, которая может обрабатывать почти все 100 вариантов шифров тактограмм, приведенных в пособии [2] и выдаваемых студентам к листу курсового проекта, является промышленный робот. При ограничении в курсовом проекте до трех механизмов — приводов M_i в нем используется манипулятор с тремя степенями свободы, в котором, например, M_1 поворачивает колонну манипулятора вокруг вертикальной оси, M_2 перемещает по вертикали ползун руки, а M_3 перемещает горизонтально руку со схватом. Такие примеры схем машин можно использовать для студентов машиностроительных специальностей.

Для студентов автотракторных специальностей темами курсовых проектов являются мобильные машины (автомобили, тракторы, самосвалы, самоходные шасси и др.), содержащие двигатель внутреннего сгорания (Д.В.С.), трансмиссию (с коробкой передач, задним мостом, редукторами), рабочий движитель (колеса или гусеницы). В современных машинах автотракторной техники широко используются системы автоматического управления двигателем, автоматические коробки передач, системы автоматической блокировки тормозов, оптимизаторы нагрузок на оси многоосных машин и др. Для курсового проектирования по ТММ наиболее подходящими, на наш взгляд, являются ступенчатые зубчатые автоматические коробки передач (далее АКП), в которых включение отдельных передач осуществляется автоматически приводами — механизмами (например, пневмо-, или гидроцилиндрами, электромагнитными муфтами) M_i . Поэтому задачей данной работы явился анализ схем существующих ступенчатых зубчатых АКП автотракторной техники для использования в курсовом проекте по «ТММ» в разделе «Синтез логической системы управления АКП».

Как показал анализ специальной литературы [5, 6, 7, 8] по автотракторной технике в ступенчатых коробках передач используются как схемы с неподвижными осями колес, так и схемы планетарно — дифференциальных механизмов с подвижными осями. В схемах АКП с неподвижными осями колес для переключения передач используются чаще всего; 1) скользящие (подвижные вдоль оси) шестерни; 2) синхронизаторы (зубчатые муфты) на шестернях постоянного зацепления.

Схемы со скользящими шестернями в современных АКП используются сравнительно редко. В учебных курсовых проектах они могут быть использованы, как показано ниже очень ограниченно, т.к. в них необходимы увеличенные числа тактов работы и числа добавочных элементов памяти. Это обуслав-

ливается тем, что в таких коробках передач при включении каждой передачи необходимо обязательно выключать-включать сцепление, а также необходимостью строго последовательного включения передач при разгоне (или торможении). Так, в простейшей двухскоростной АКП с тремя приводами управления M_1 ($M1$ -перемещения шестерни 1-й передачи, $M2$ -перемещения шестерни 2-й передачи, $M3$ -включения-выключения муфты сцепления) для разгона последовательность работы механизмов M_1 (при работающем двигателе и нейтральном положении АКП) будет следующей: 1) выключить сцепление ($M3$ вперед); 2) включить 1-ю передачу ($M1$ вперед); 3) включить сцепление ($M3$ назад) и разгон на 1-ой скорости; 4) выключить сцепление ($M3$ вперед); 5) выключить 1-ую передачу ($M1$ назад); 6) включить 2-ую передачу ($M2$ вперед); 7) включить сцепление ($M3$ назад) и разгон на 2-ой передаче; 8) выключить сцепление ($M3$ вперед); 9) выключить 2-ую передачу ($M2$ назад); 10) включить сцепление ($M3$ назад).

Такая последовательность работы M_1 в 10-ти тактах движения записывается шифром тактограммы 3133123323. Определение реализуемости этой тактограммы приведено в табл.1, где веса тактов Q_j ($j=1,2, \dots, 10$) определялись суммой произведений:

$$Q_j = q_1 X = q_{1q} X_1 + q_2 X_2 + q_3 X_3 \quad (1)$$

где X_i — двоичные входные сигналы в начале такта в крайнем положении M_1 .

Веса тактов Q_{Π_1} с элементами памяти Π_1 — аналогично:

$$Q_{\Pi_1} = Q_j + q_{\Pi_1} Z_1 \quad (2)$$

Веса тактов с двумя элементами памяти Π_1 и Π_2 :

$$Q_{\Pi_2} = Q_{\Pi_1} + q_{\Pi_2} Z_2 \quad (3)$$

где q_{Π_1}, q_{Π_2} — веса сигналов Z_1 и Z_2 элементов памяти Π_1 и Π_2 ; $q_{\Pi_1} = 2^0 = 1, q_{\Pi_2} = 2^4 = 16$.

Звездочками (*,**) в табл. 1 помечены веса Q совпадающих тактов, имеющие одинаковые наборы x_i .

Как видно из табл. 1 тактограмма 3133123323 АКП со скользящими колесами может быть реализована с двумя элементами памяти Π_1 и Π_2 .

Перестановкой i -х номеров механизмов M_1 можно получить еще 5 дополнительных вариантов подобных реальных тактограмм: 1211231131, 2122132232, 1311321121, 2322312212, 3233213313 — всего 6 вариантов. Следует отметить, что такие сложные тактограммы можно выдавать только хорошо и отлично успевающим студентам или по студенческой научной работе.

Более широко в АКП с неподвижными осями колес используются схемы с синхронизаторами на шестернях постоянного зацепления (рис. 2), в которых

для включения синхронизатора нужной передачи или сцепления в качестве приводов M_i часто используются электромагнитные муфты. В таких схемах АКП при переходе с одной передачи на другую необязательно включать — выключать сцепление ФМ, а только при трогании с места для включения 1-ой передачи.

Таблица 1.

Тактограмма 3133123323

Наименование		Сигнал входной	Такты движения										Вес сигнала q_i
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Механизмы	M_1	X_1	1	впер.	0	0	0	назад	1	1	1	1	$2^1=2$
	M_2	X_2	1	1	1	1	1	1	впер.	0	0	назад	$2^2=4$
	M_3	X_3	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0
Вес такта Q_i		-	14	6*	4*	12	4*	6*	2**	10	2**	6*	-
Память Π_1		Z_1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	$2^0=1$
Вес Q_{Π_1}		-	15	7*	5	12	4	6	2	11	3	7*	-
Память Π_2		Z_2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	$2^4=16$
Вес Q_{Π_2}		-	31	23	5	12	4	6	2	11	3	7	-

Таблица 2

Тактограмма 313122

Наименование		Сигнал входной	Такты движения						Вес сигнала q_i
			1	2	3	4	5	6	
Механизмы	M_1	X_1	1	1	0	0	1	1	$2^1=2$
	M_2	X_2	1	1	1	1	1	0	$2^2=4$
	M_3	X_3	1	0	0	1	1	1	$2^3=8$
Вес такта Q_i		-	14*	6	4	12	14*	10	-
Память Π		Z_1	0	0	0	1	1	0	$2^0=1$
Вес Q_{Π} с памятью		-	14	6	4	13	15	10	-

Тогда последовательность работы управляющих приводов-механизмов M_i в двухскоростной АКП будет такой: 1) выключить сцепление ФМ (M_3 впе-

120

ред-вправо); 2) включить 1-ю передачу (M_1 вперед-влево); 3) включить сцепление (M_3 назад-влево), и разгон на 1-ой передаче; 4) выключить 1-ую передачу (M_1 назад-влево); 5) включить 2-ую передачу (M_2 вперед-вправо); 6) выключить 2-ую передачу (M_2 назад-влево). Такая последовательность работы механизмов M_i в 6-ти тактах запишется шифром тактограммы 313122, которая реализуется, как видно из табл. 2 с одним элементом памяти П. Перестановкой номеров i -х M_i получается еще 5 добавочных вариантов реальных тактограмм (323211, 212133, 232311, 121233, 131322). Таким образом схема АКП может обеспечить 6 указанных вариантов шифров тактограмм. Эти варианты можно выдавать любым студентам в обычных курсовых проектах по ТММ и они входят в число 100 типовых в пособии [2].

УДК 621-752.8

ВОПРОСЫ ОПТИМИЗАЦИИ ВИБРОИЗОЛИРОВАННЫХ ФУНДАМЕНТОВ МАШИН НА ОБЪЕКТАХ С КИНЕМАТИЧЕСКИМ ВИБРОВОЗМУЩЕНИЕМ

В. В. Кудин В.В., Э.И. Астахов

Введение в современный учебный курс «Теория механизмов и машин» таких разделов как «Колебания в механизмах и машинах», «Уравновешивание и виброзащита машин» требует от преподавателя не только полного и краткого изложения сравнительно сложных вопросов учебной рабочей программы, но и умения показать прикладное значение этих разделов как для улучшения динамических и виброакустических параметров самих машин, так и для защиты от вибраций окружающей среды и человека. В инженерных вузах очень ценно оживить теоретическое изложение учебного материала не только конкретными примерами из техники по соответствующей специальности студента, но и реальными примерами прикладных работ на производстве, где принимал участие или ранее работал преподаватель.

Одним из таких примеров виброзащиты прецизионного оборудования от повышенных вибраций производственных цехов являются разработанные ранее авторами виброизолированные фундаменты для установок лазерной резки листовых материалов [1,2,3]. В данном случае имеем типичный пример виброзащиты машины при кинематическом вибровозмущении основания (или пола цеха), изложенный ранее авторами в учебном пособии [4]. Объектом виброзащиты является прецизионные лазерные установки, а источниками