

АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ УГЛА ПОДЪЕМА ЭКСЦЕНТРИКА ЭМК ОТ РАДИУСОВ ТЕЛ КАЧЕНИЯ

Серебренникова Ю. Г., Селин Д. Д.

Научные руководители – доцент Мерко М. А., ст. преподаватель Меснянкин М. В.
Сибирский федеральный университет

Структура эксцентрикового механизма качения (ЭМК) образована совокупностью тел качения с диаметрами разной величины, наружного и внутреннего колец с дорожками качения. Для ЭМК характерно наличие нескольких вариантов структурных симметричных схем (рис. 1), каждая из которых может быть реализована как при наличии, так и при отсутствии зазора между телами качения.

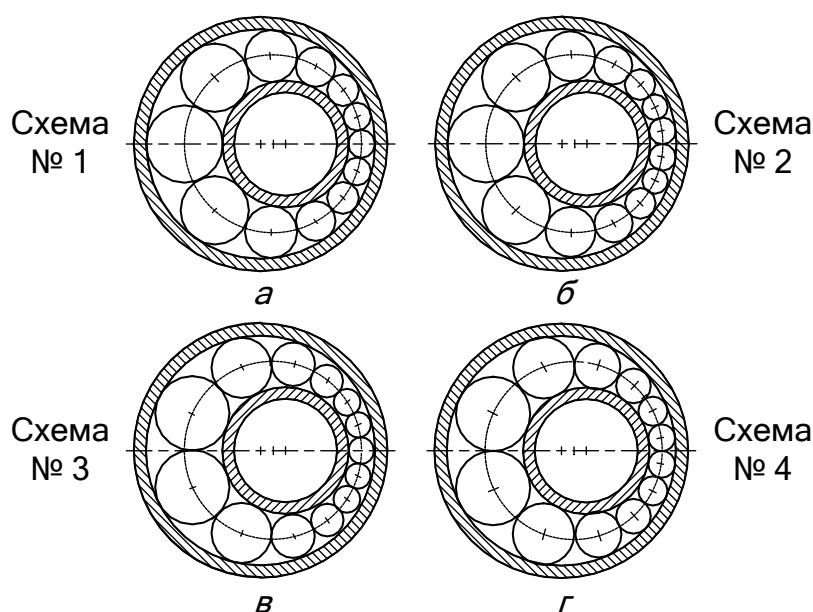


Рисунок 1 – Варианты структурных симметричных схем ЭМК

Используя программный комплекс (ПК) «Эксцентрик», группой студентов под руководством научных руководителей получено решение задачи по определению величин геометрических параметров для каждой схемы эксцентрикового механизма качения по двум направлениям ввода поправки в выполняемые вычисления, как при наличии, так и отсутствии зазора между телами качения. Исходными данными являлись $R_2 = 60$ мм, $R_1 = 40$ мм, $e = 4$ мм и $c = 5$ мм, где R_2 , R_1 , e и c – радиусы дорожек качения наружного и внутреннего колец, эксцентриситет и зазор между телами качения. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Анализ данных таблицы 1 показывает, что число тел качения практически не оказывает влияния на величину угла подъема эксцентрика при любом варианте структурной схемы ЭМК для любого направления ввода поправки в расчет геометрических параметров, а также как при наличии, так и при отсутствии зазора между телами качения.

По данным таблицы 1 выполнен синтез диаграмм изменения угла подъема эксцентрика от радиусов тел качения для всех видов структурных схем эксцентрикового механизма по обоим направлениям ввода поправки, а также как при наличии, так и при отсутствии зазора между телами качения (рис. 2).

Таблица 1 – Геометрические параметры ЭМК

Схема ЭМК	№ 1 (рис. 1, а) без зазора				№ 2 (рис. 1, б) без зазора			
Поправка	по R_1		по R_2		по R_1		по R_2	
	$R_1 = 37,94$ мм		$R_2 = 59,86$ мм		$R_1 = 39,02$ мм		$R_2 = 58,54$ мм	
	r_i , мм	λ_i , °	r_i , мм	λ_i , °	r_i , мм	λ_i , °	r_i , мм	λ_i , °
1	13,03	0	11,93	0	12,49	0	11,27	0
2	12,7523	2,3804	11,7055	2,1140	12,2401	2,2420	11,0641	2,056
3	12,0335	4,0498	11,1103	3,7071	11,5849	3,8753	10,5141	3,6437
4	11,1263	4,6759	10,3244	4,5012	10,7383	4,5944	9,7774	4,5007
5	10,2655	4,3262	9,5292	4,4982	9,9074	4,4297	9,0161	4,6152
6	9,5942	3,2600	8,8474	3,8611	9,2253	3,5879	8,3437	4,124
7	9,1757	1,7553	8,3411	2,8478	8,7552	2,3052	7,8198	3,2051
8	9,03	0	8,0334	1,4584	8,51	0,7835	7,4673	2,0160
9	–	–	7,93	0	–	–	7,2915	0,6737
Схема ЭМК	№ 3 (рис. 1, в) без зазора				№ 4 (рис. 1, г) без зазора			
Поправка	по R_1		по R_2		по R_1		по R_2	
	$R_1 = 39,1$ мм		$R_2 = 58,52$ мм		$R_1 = 37,86$ мм		$R_2 = 59,88$ мм	
	r_i , мм	λ_i , °	r_i , мм	λ_i , °	r_i , мм	λ_i , °	r_i , мм	λ_i , °
1	12,3863	1,1580	11,2074	1,0602	12,9980	14,8076	11,8824	1,0936
2	11,9151	3,1500	10,8140	2,9304	12,4691	29,1483	11,4536	3,0013
3	11,1402	4,3425	10,1495	4,1685	11,6175	27,9137	10,7375	4,209
4	10,2833	4,61047	9,3833	4,6449	10,7061	26,3011	9,9267	4,5902
5	9,5162	4,0918	8,6564	4,4370	9,9277	24,7138	9,1767	4,2433
6	8,9337	3,0180	8,0536	3,7125	9,3813	23,4381	8,5781	3,3625
7	8,5746	1,6087	7,6135	2,6431	9,1041	22,6301	8,1702	2,1394
8	8,45	0	7,3485	1,3698	–	–	7,9655	0,7310
9	–	–	7,26	0	–	–	–	–
Схема ЭМК	№ 1 (рис. 1, а) с зазором				№ 2 (рис. 1, б) с зазором			
Поправка	по R_1		по R_2		по R_1		по R_2	
	$R_1 = 36,46$ мм		$R_2 = 59,8$ мм		$R_1 = 38,18$ мм		$R_2 = 57,58$ мм	
	r_i , мм	λ_i , °	r_i , мм	λ_i , °	r_i , мм	λ_i , °	r_i , мм	λ_i , °
1	13,77	0	11,9	0	12,91	0	10,79	0
2	13,3410	3,0247	11,5832	2,5775	12,5369	2,8348	10,5074	2,5023
3	12,2605	4,6347	10,7489	4,2396	11,5758	4,4538	9,7534	4,1904
4	11,0330	4,3600	9,7035	4,5637	10,4285	4,4781	8,7827	4,685
5	10,1161	2,6672	8,7609	3,7145	9,4810	3,1707	7,8652	4,0791
6	9,77	0	8,1253	2,0757	8,9669	1,0638	7,1828	2,7234
7	–	–	7,9	0	–	–	6,8289	0,8998
Схема ЭМК	№ 3 (рис. 1, в) с зазором				№ 4 (рис. 1, г) с зазором			
Поправка	по R_1		по R_2		по R_1		по R_2	
	$R_1 = 38,74$ мм		$R_2 = 56,98$ мм		$R_1 = 36,42$ мм		$R_2 = 59,7$ мм	
	r_i , мм	λ_i , °	r_i , мм	λ_i , °	r_i , мм	λ_i , °	r_i , мм	λ_i , °
1	12,2739	1,4527	10,2165	1,3079	13,3596	1,5639	11,5348	1,3637
2	11,8542	3,7587	9,8891	3,4701	12,8597	4,0891	11,1604	3,5314
3	10,7616	4,6343	8,9983	4,6103	11,6115	4,7130	10,1635	4,5563
4	9,6783	3,9992	8,0291	4,5488	10,4862	3,5289	9,1264	4,2128
5	8,9134	2,3011	7,2116	3,5338	9,8574	1,1698	8,3206	2,8853
6	8,63	0	6,6776	1,9118	–	–	7,8958	0,9777
7	–	–	6,49	0	–	–	–	–

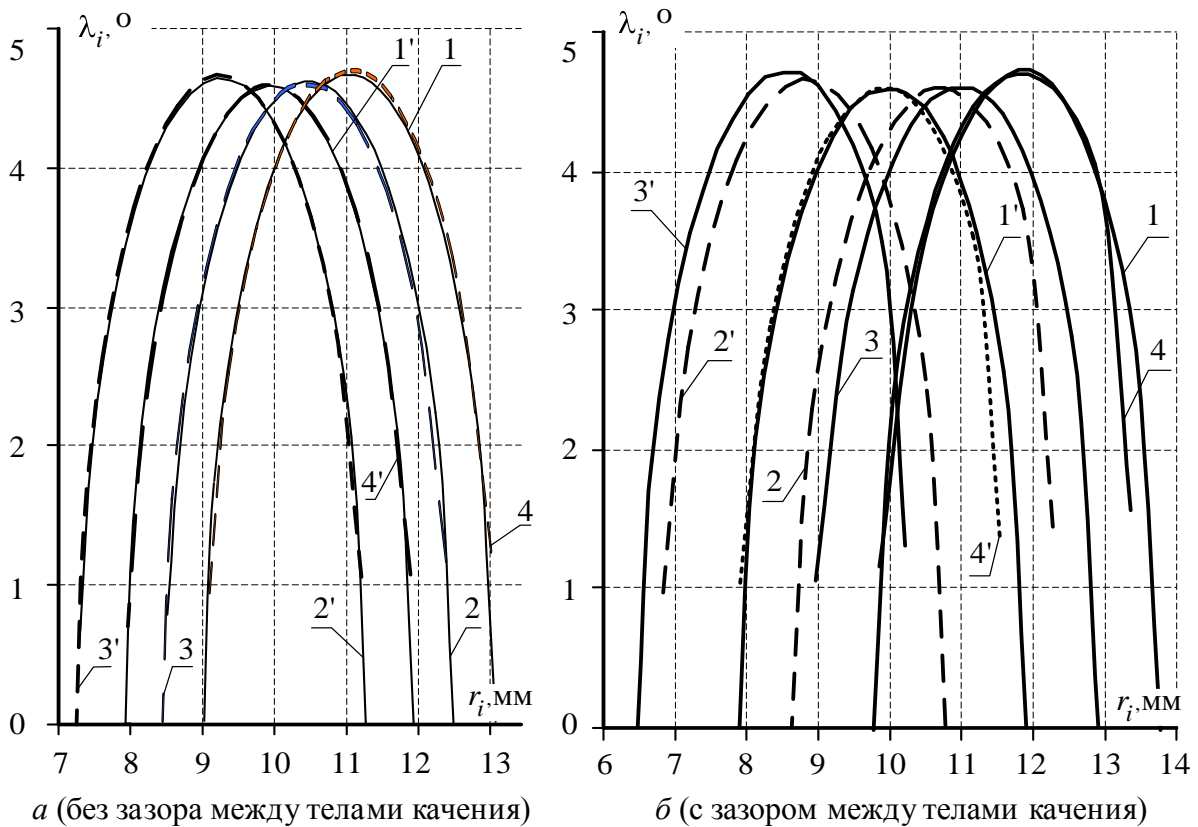


Рисунок 2 – Диаграммы изменения угла подъема эксцентрика ЭМК от радиусов тел качения
 1, 2, 3, 4 – ввод поправки по R_1 , 1', 2', 3', 4' – ввод поправки по R_2

Анализ диаграмм (рис. 2) показывает, что функциональные зависимости для любого вида структурной схемы ЭМК имеют одинаковый параболический характер изменения величины угла подъема эксцентрика ЭМК от радиусов тел качения. Максимальные величины угла подъема эксцентрика принимают для промежуточных тел качения имеющих радиусы, лежащие в середине диапазона величин данного параметра для любого вида структурной схемы эксцентрикового механизма качения, как при наличии, так и при отсутствии зазора между телами качения при обоих направлениях ввода поправки. Рост значения угла подъема эксцентрика наблюдается по мере приближения величин радиусов промежуточных тел качения к середине диапазона величин данного параметра. В тоже время минимальные значения угла подъема эксцентрика характерны как для максимальных, так и для минимальных тел качения ЭМК для всех видов структурных схем эксцентрикового механизма по обоим направлениям ввода поправки, а также как при наличии, так и при отсутствии зазора между телами качения.

Ввод поправки в расчет геометрических параметров эксцентрикового механизма качения по радиусу дорожки качения внутреннего кольца вызывает смещение функциональных кривых в направлении положительных значений оси радиусов тел качения ЭМК (рис. 2).

Проведенные исследования показывают, что угол подъема эксцентрика в зависимости от радиуса тел качения изменяется для любого вида структурной схемы ЭМК по параболическому закону, а также позволяет создать предпосылки для решения задач динамического анализа.