

УДК 622.232

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ЗМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ИНЕРЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОХОДЧЕСКИХ КОМБАЙНОВ

Кондратьева Н. А., студентка; Кондрахин В.П., профессор, д.т.н.  
(Донецкий Национальный Технический Университет, г. Донецк, Украина)

Для моделирования рабочих процессов и решения задач статики и динамики проходческих комбайнов, большое значение имеет знание инерционных характеристик, к числу которых можно отнести массу, координаты центра масс, моменты инерции, направление главных осей инерции. Современные пакеты трехмерного проектирования позволяют с любой степенью точности определить инерционные характеристики построенной модели [1].

В настоящей работе исследованы инерционные характеристики проходческого комбайна со стреловидным исполнительным органом, для чего разработана трехмерная модель комбайна (см. рис). При создании модели вводились следующие упрощения:

- Валы и оси не имеют фасок, шпоночных канавок, канавок для выхода шлифовального круга.
- Отсутствуют элементы крепления, элементы гидравлики: патрубки и шланги.
- Исполнительный орган (ИО) представлен без резцов и резцедержателей.
- зубчатые колеса представлены в виде дисков, основными размерами которых являются ширина зубчатого венца, делительный диаметр и диаметр вала.
- Корпус, гусеничные механизмы передвижения и гидродомкраты условно представлены как однородные тела, имеющие плотность

$$\rho = \frac{M}{V},$$

где  $M$  – фактическая масса по чертежу сборочной единицы;  
 $V$  – объем твердотельной модели.

При помощи построенной модели были определены основные инерционные характеристики комбайна, такие как координаты центра масс, моменты инерции относительно осей, центробежные моменты инерции, главные центральные моменты инерции (таблицы 1, 2 и 3) в зависимости от положения исполнительного органа в пространстве (здесь  $\alpha$  - угол наклона ИО в вертикальной плоскости,  $\beta$  - в горизонтальной).

Таблица 1 - Основные инерционные характеристики проходческого комбайна 4ПП-2М при изменении положения исполнительного органа в вертикальной плоскости( $\beta=0$ )

$\alpha$ , град	Координаты центра масс, мм			Радиусы инерции, мм			Моменты инерции относительно осей, $кг \times м^2$		
	$X_c$	$Y_c$	$Z_c$	$r_x$	$r_y$	$r_z$	$I_x$	$I_y$	$I_z$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	-1000	2760	-882	1902	887	1953	116600	25400	122900
10		2758	-845	1911	916	1948	117700	27000	122270
20		2750	-810	1911	956	1940	117700	29300	121270
30		2734	-776	1914	1004	1918	118000	32500	118500
38.5		2726	-747	1923	1050	1889	119100	35500	115000

Продолжение табл.1

$\alpha$ , град	Центробежные моменты инерции, $кг \times м^2$			Главные центральные моменты инерции, $кг \times м^2$		
	$I_{xy}$	$I_{zx}$	$I_{zy}$	$I_{xx}$	$I_{yy}$	$I_{zz}$
	11	12	13	14	15	16
0	88900	-28400	-78400	270500	57280	277660
10	88860	-27200	-75100	268100	55200	277300
20	88600	-26100	-71800	264800	53360	275900
30	88100	-25000	-68400	260200	51600	275900
38.5	87800	-24100	-65600	257400	50200	271600

Таблица 2- Основные инерционные характеристики проходческого комбайна 4ПП-2М при изменении положения исполнительного органа в горизонтальной плоскости( $\alpha=0$ )

$\beta$ , град	Координаты центра масс, мм			Радиусы инерции, мм			Моменты инерции относительно осей, $кг \times м^2$		
	$X_c$	$Y_c$	$Z_c$	$r_x$	$r_y$	$r_z$	$I_x$	$I_y$	$I_z$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	1000	2760	-882	1902	887	1953	166600	25300	122900
10	948	2738		1871	899	1928	112800	26000	119700
20	900	2708		1826	930	1898	107400	27900	116100
30	859	2670		1769	973	1866	100800	30500	112200
42	819	2615		1690	1029	1822	92000	34100	107000

Продолжение табл.2

$\beta$ , град	Центробежные моменты инерции, $кг \times м^2$			Главные центральные моменты инерции, $кг \times м^2$		
	$I_{xy}$	$I_{zx}$	$I_{zy}$	$I_{xx}$	$I_{yy}$	$I_{zz}$
	11	12	13	14	15	16
0	88930	-28400	-78400	270500	57300	277700
10	83630	-26900	-77800	266600	54000	270500
20	78500	-25600	-77000	261300	51200	262400
30	73900	-24400	-75900	254800	48800	253500
42	69000	-23300	-74300	245400	46700	244300

Таблица 3 - Основные инерционные характеристики проходческого комбайна 4ПП-2М при крайних положениях исполнительного органа в пространстве выработки

$\beta$ , град	$\alpha$ , град	Координаты центра масс, мм			Радиусы инерции, мм			Моменты инерции относительно осей, $кг \times м^2$		
		$X_c$	$Y_c$	$Z_c$	$r_x$	$r_y$	$r_z$	$I_x$	$I_y$	$I_z$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Крайние нижние положения исполнительного органа</b>										
42	-21.2	-1225	-2676	-993	1760	1030	1890	10000	34200	116100
42	-21.2	-777	-2659	-957	1740	1050	1890	97100	35300	114800
<b>Крайние верхние положения исполнительного органа</b>										
42	38.5	-1208	-2657	-817	1780	1090	1850	102100	38700	110000
42	38.5	-787	-2647	-765	1806	1172	1846	104400	44100	110300

Продолжение табл.3

$\beta$ , град	$\alpha$ , град	Центробежные моменты инерции, $кг \times м^2$			Главные центральные моменты инерции, $кг \times м^2$		
		$I_{xy}$	$I_{zx}$	$I_{zy}$	$I_{xx}$	$I_{yy}$	$I_{zz}$
		12	13	14	15	16	17
<b>Крайние нижние положения исполнительного органа</b>							
42	-21.2	105600	85600	39200	262500	80100	279000
42	-21.2	103400	69900	31800	249000	68500	274500
<b>Крайние верхние положения исполнительного органа</b>							
42	38.5	66600	82000	23900	257300	49000	247300
42	38.5	67100	65200	16400	244600	38800	245700

По данным, приведенным в таблицах 1 - 3 можно сделать следующие выводы.

Координаты центра масс изменяются при изменении положения стреловидного исполнительного органа в пространстве выработки. Изменение координаты X при увеличении угла наклона исполнительного органа в вертикальной плоскости от 0 до 38,5 град. незначительно (0,2 мм), а при изменении угла поворота исполнительного органа в горизонтальной плоскости от 0 до 42 град достигает 181 мм. Эти изменения не оказывают особого влияния на поперечную устойчивость комбайна, т.к. ширина комбайна по гусеницам составляет 2400 мм.

Смещение по координате Y составляет :

- При увеличении угла наклона исполнительного органа в вертикальной плоскости 34 мм;
- При изменении угла поворота ИО в горизонтальной плоскости 145 мм.

Это так же не оказывает существенного влияния на устойчивость машины, т.к. продольные размеры опорной базы комбайна значительны. Кроме того, продольная устойчивость комбайна увеличивается за счет опирания на носок опорного стола питателя.

При изменении положения ИО происходит существенное изменение моментов инерции . Проанализируем для примера изменения главных центральных моментов инерции. При изменении положения ИО  $I_{xx}$  изменяются от  $244600 \text{ кг}\times\text{м}^2$  до  $270500 \text{ кг}\times\text{м}^2$  (т.е. на 10%),  $I_{yy}$  от  $38800 \text{ кг}\times\text{м}^2$  до  $80100 \text{ кг}\times\text{м}^2$  (52%),  $I_{zz}$  от  $244300 \text{ кг}\times\text{м}^2$  до  $279000 \text{ кг}\times\text{м}^2$  (12%). Это необходимо учитывать при моделировании рабочих процессов проходческого комбайна.

Таким образом, используя метод 3М моделирования получены исходные данные для моделирования рабочих процессов проходческих комбайнов с целью оптимизации параметров силовых подсистем, систем их автоматического управления и режимов работы.

#### Перечень ссылок

1. Кондрахин В.П., Ефремов М.А. Определение инерционных характеристик горных машин методом 3м моделирования//Инженер.Студенческий научн.-техн. журнал.-№4.-Донецк:ДонНТУ,2003.-с120-122.

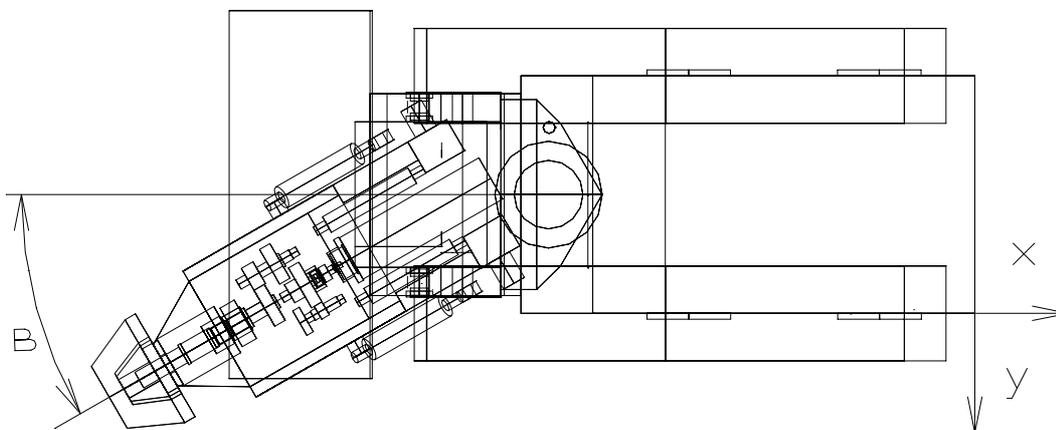


Рисунок 1 – Поворот исполнительного органа комбайна в горизонтальной плоскости

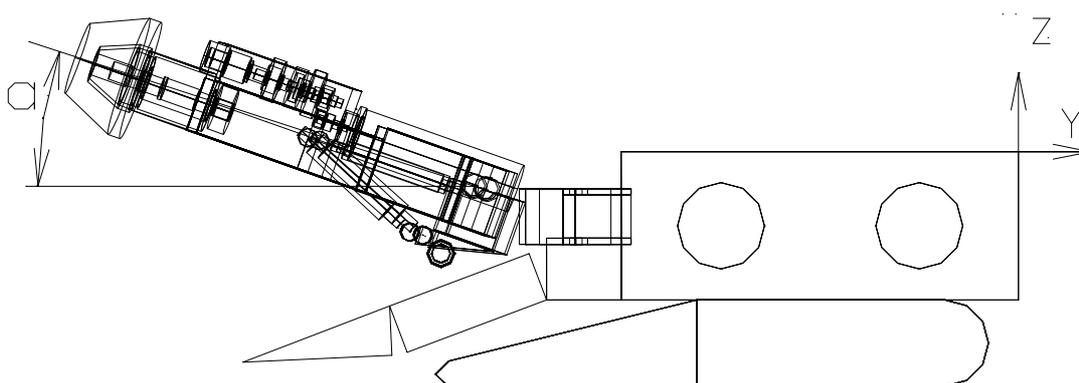


Рисунок 2 – Поворот исполнительного органа в вертикальной плоскости