

УСТАНОВЛЕНИЕ ИНЕРЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОДСИСТЕМ ПРИВОДА ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ ОЧИСТНЫХ КОМБАЙНОВ С ПОВОРОТНЫМИ БЛОКАМИ РЕЗАНИЯ НА ОСНОВЕ 3D МОДЕЛЕЙ

Горбатов П.А., докт. техн. наук, проф.,
Лысенко Н.М., канд. техн. наук, доц., (ДонНТУ),
Воскресенский В.С., инж. (Донгипроуглемаш),
Воробьев Е.А., инж. (холдинг АТГ)

На основе 3D моделей установлены инерционные характеристики подсистем привода исполнительных органов очистного комбайна нового поколения с поворотными блоками резания

On the basis of 3D models descriptions of inertias of subsystems of drive of executive branches of cleansing combine of new generation are set with the turning blocks of cutting

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Установление достоверных значений инерционных характеристик силовых подсистем очистного комбайна является необходимой и важной задачей при решении научно-технической проблемы структурно-параметрической оптимизации машины на стадии ее автоматизированного проектирования. Решение этой проблемы позволит повысить производительность, надежность и эффективность работы создаваемых комбайнов.

Анализ исследований и публикаций. Проведенные к настоящему времени исследования ДонНТУ, ИГД им. А.А. Скочинского и других организаций показывают, что представление подсистем привода исполнительных органов (ПИО) очистных комбайнов в виде систем с дискретными массами является вполне приемлемым при решении большинства задач динамики.

Следует отметить, что такие узлы, как, например, шнековые исполнительные органы, имеют весьма сложную конфигурацию, что затрудняет точное определение их моментов инерции при использовании традиционных методик расчета. Вместе с тем, современные пакеты трехмерного моделирования позволяют с высокой степенью точности определять инерционные характеристики любых узлов и деталей на основании построенных их 3D моделей.

Постановка задачі. Задача настоящей работы состоит в установлении моментов инерции дискретных масс, выделяемых в составе упругого валопровода редуктора подсистем привода исполнительных органов современного очистного комбайна КДК500, структурно-компоновочная схема которого характеризуется наличием поворотных блоков резания. Указанная задача должна быть решена на основе использования современных компьютерных технологий, позволяющих оперативно получать достаточно достоверные результаты расчетов при любой степени сложности рассматриваемых объектов исследования.

Изложение материала и результаты. В настоящей работе моменты инерции дискретных масс достаточно корректно определены с помощью прикладных пакетов трехмерного твердотельного моделирования, так как в данных пакетах точно моделируется геометрия всех элементов, входящих в состав подсистем ПИО.

На рис.1 приведена трехмерная модель поворотного блока резания очистного комбайна КДК500 I типоразмера (корпус редуктора изображен в каркасном виде).

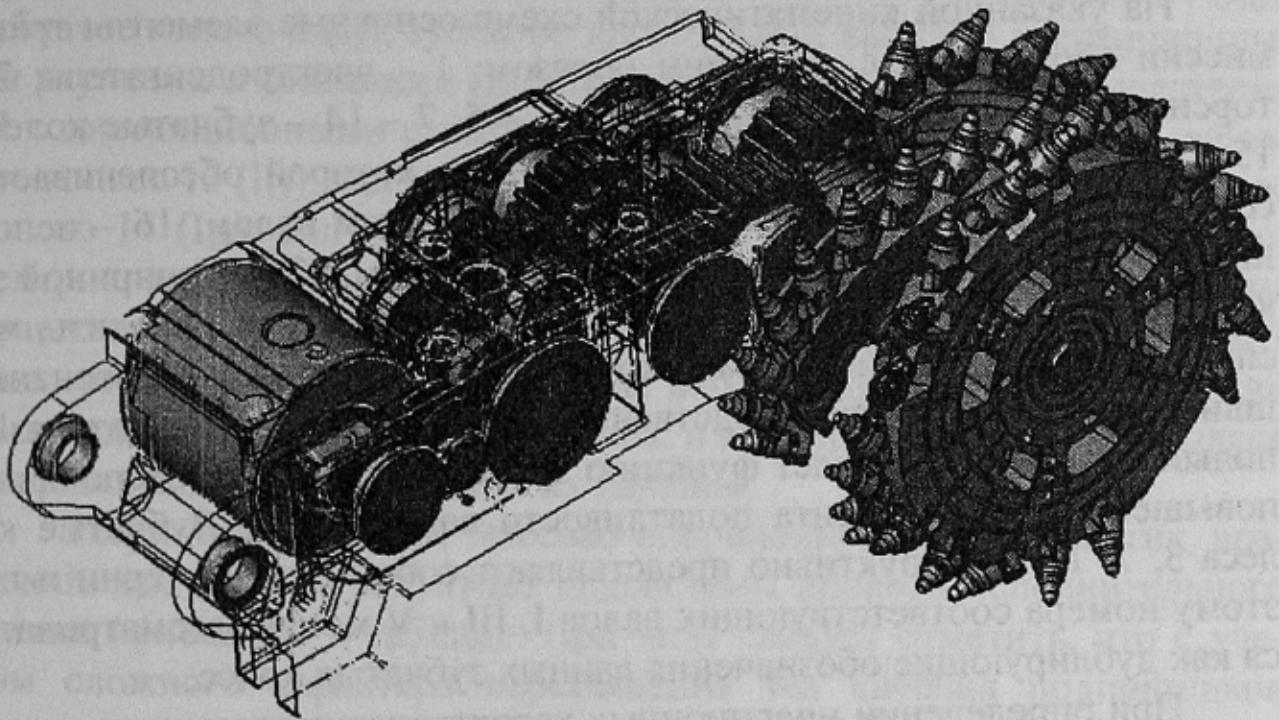


Рисунок 1 – Трехмерная модель поворотного блока резания комбайна КДК500 I типоразмера

Соответствующая кинематическая схема редуктора подсистемы привода исполнительного органа приведена на рис. 2.

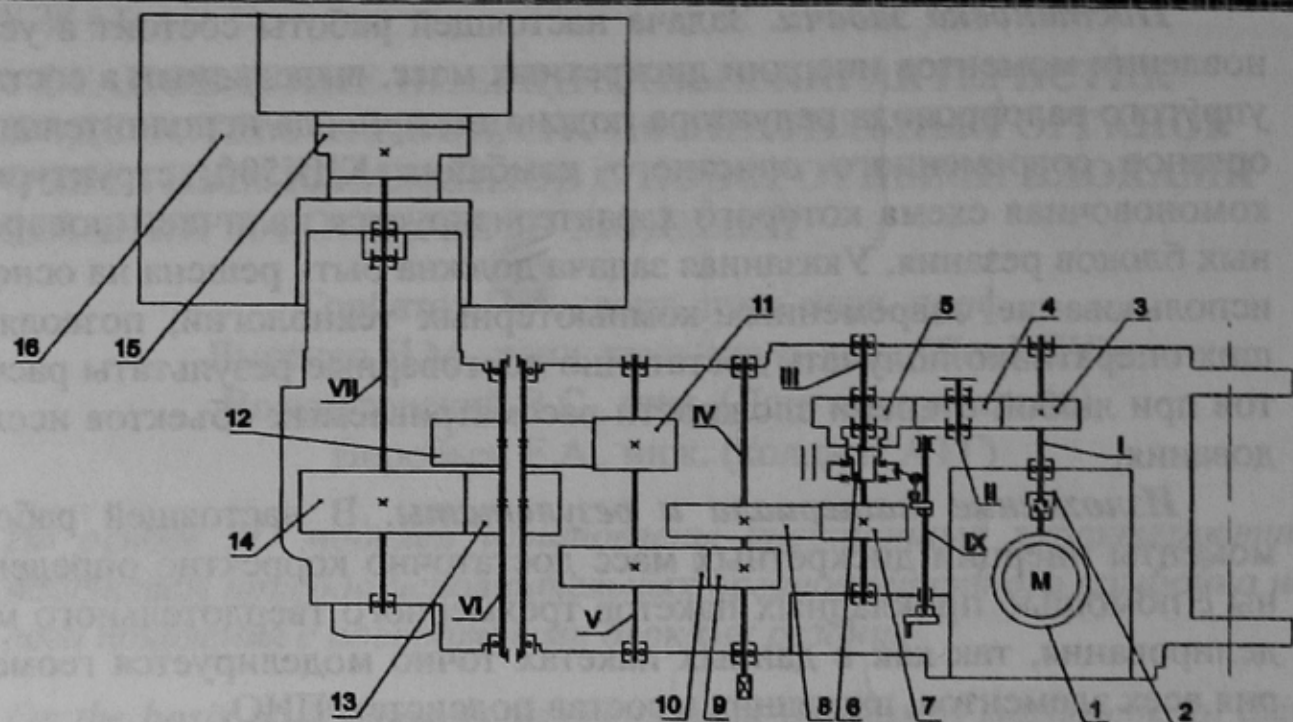


Рисунок 2 – Кинематическая схема редуктора подсистемы привода исполнительного органа комбайна КДК500 I типоразмера

На указанной кинематической схеме основные элементы трансмиссии обозначены следующим образом: 1 – электродвигатель; 2 – торсионный вал; 6 – зубчатая муфта; 3 – 5, 7 – 14 – зубчатые колеса; 15 – эксцентриковая ступица, посредством которой обеспечивается соединение исполнительного органа с выходным валом; 16 – исполнительный орган (3-х заходный шнек диаметром 1,25м с шириной захвата 0,63м); I – VII - валы и оси. При этом следует отметить, что специальный торсионный вал, который посредством эвольвентных шлицев соединяется непосредственно с ротором электродвигателя I и полым валом I, выполняет функцию зубчатой муфты и обеспечивает повышение коэффициента податливости валопровода. Зубчатые колеса 3, 7, 11 конструктивно представляют собой вал-шестерни и поэтому номера соответствующих валов I, III и V могут рассматриваться как дублирующие обозначения данных зубчатых колес.

При определении инерционных характеристик элементов редуктора подсистем привода исполнительных органов (валов, зубчатых колес и т.д.) поэтапно из общей сборки поворотного блока резания извлекались необходимые сборочные узлы. В качестве примера на рис. 3 приведен общий вид III вала в сборе. Затем в составе каждого сборочного узла выделялись соответствующие подузлы и детали, моменты инерции которых определялись уже как отдельных дискрет-

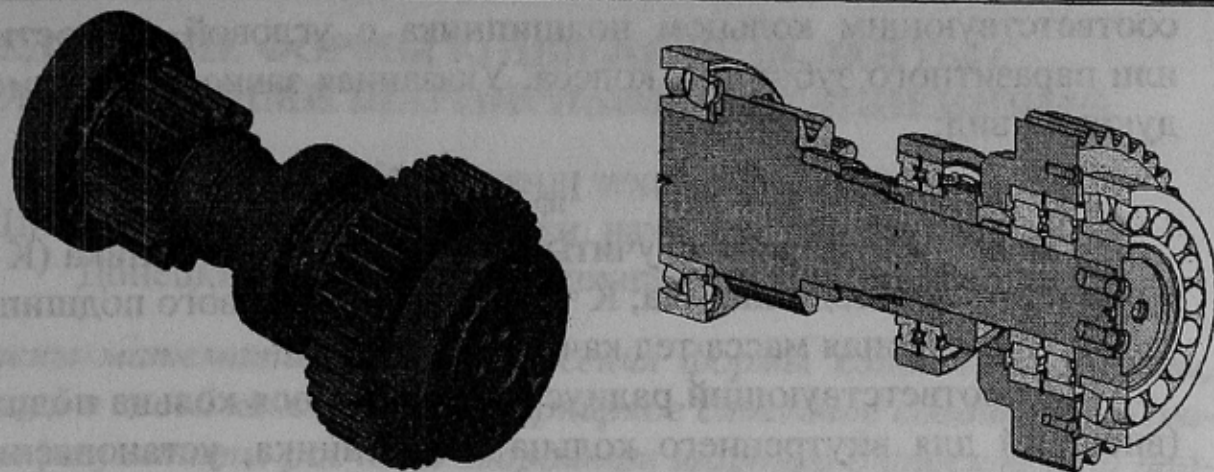


Рисунок 3 – Трехмерная модель III вала в сборе.

ных масс. Применительно к рассматриваемым сборочным узлам (приводной электродвигатель, все валы в сборе, исполнительный орган) выделялись следующие дискретные элементы: ротор электродвигателя (I_1); торсионный вал (I_2); вал-шестерня 3 (I_3); паразитное зубчатое колесо 4 (I_4); зубчатое колесо 5 в сборе с зубчатой муфтой 6 (I_5); вал-шестерня 7 с дистанционными втулками и стаканами (I_{III}); зубчатое колесо 8 (I_8); зубчатое колесо 9 (I_9); вал IV с дистанционными втулками и стаканами (I_{IV}); зубчатое колесо 10 (I_{10}); вал-шестерня 11 с дистанционными стаканами (I_V); зубчатое колесо 12 (I_{12}); зубчатое колесо 13 (I_{13}); вал VI с дистанционными стаканами (I_{VI}); зубчатое колесо 14 (I_{14}); вал VII с деталями уплотнительного узла (I_{VII}); эксцентриковая ступица 15 с деталями узла фиксации ее в осевом направлении (I_{15}); исполнительный орган (I_{16}). При этом следует отметить, что в состав I_3 , I_{III} - I_{VII} также входят внутренние кольца опорных подшипников и тела их качения, а в состав I_4 – наружные кольца опорных подшипников и тела их качения.

Результаты расчета массово-инерционных характеристик вращающихся деталей редуктора подсистемы привода исполнительного органа приведены в таблице. При этом следует отметить, что с учетом сложного характера перемещения тел качения подшипников (вращение относительно своей оси и перемещение в составе сепаратора подшипника, обусловленное вращением последнего) рассчитывался их приведенный момент инерции. При этом формула для расчета приведенного момента инерции тел качения подшипников была предложена на основе баланса кинетических энергий, характеризующих соответственно реальное сложное движение тел качения и виртуальное (условное) только вращательное их движение совместно с

соответствующим кольцом подшипника с угловой скоростью вала или паразитного зубчатого колеса. Указанная зависимость имеет следующий вид:

$$I_{\text{пр}} = KmR_k^2,$$

где K – коэффициент, учитывающий тип подшипника ($K = 0,375$ для роликового подшипника; $K = 0,35$ для шарикового подшипника);

m – суммарная масса тел качения;

R_k – соответствующий радиус вращающегося кольца подшипника (внешний для внутреннего кольца подшипника, установленного на валу и внутренний для наружного кольца подшипника, установленного на оси).

Таблица – Результаты расчета массово-инерционных характеристик вращающихся деталей редуктора

№ позиции дискретного элемента	Масса, кг	Момент инерции, кг·м ²	№ позиции дискретного элемента	Масса, кг	Момент инерции, кг·м ²
1	950	1,95	10	51	0,932
2	18,1	0,008	V	103,1	0,332
3	16,5	0,045	12	85,8	1,848
4	17	0,179	13	36	0,349
5	26,5	0,304	VI	84	0,271
III	42,9	0,091	14	106	2,147
8	43,3	0,841	VII	208	0,858
9	12	0,055	15	66,3	0,825
IV	44	0,109	16	1569	240,5

Выводы и направление дальнейших исследований. Таким образом, на основании 3D моделей установлены инерционные характеристики подсистем привода исполнительных органов очистного комбайна нового поколения с поворотными блоками резания. Эти характеристики будут использованы при имитационном моделировании рабочих процессов машин рассматриваемого типа с целью оптимизации динамических параметров их силовых подсистем.

Дата поступления статьи в редакцию: 01.11.06