

УДК 621.647.1

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ В ОПОРНО-НАПРАВЛЯЮЩИХ МЕХАНИЗМАХ

Лукьяненко С.А., студент, Каганюк А.К. доцент, к.т.н.
(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

При управлении угледобывающими комбайнами в профиле пласта, следует особое внимание обратить на взаимное влияние кинематических связей в опорно-направляющих механизмах. (Поскольку добычной комбайн представляет собой твердое тело, изменяющееся свои координаты в трехмерном пространстве).

Справедливо можно заметить, что свести взаимодействия, приложенные к опорно-направляющим механизмам, можно свести к трем составляющим, действующих в трехмерной системе координат. Действие всех составляющих сил и моментов на угледобывающий комбайн осуществляется через элементы связи опорно-направляющих механизмов. Введение в эту связь упругих, гасящих элементов позволяет уменьшить динамические нагрузки на угледобывающий комбайн и его режущий орган [1].

Как следует из материалов анализа движения угледобывающих комбайнов, в профиле пласта завальные или забойные опорно-направляющие механизмы должны быть кинематически связаны между собой. Здесь можно выделять два типа кинематической связи между опорами: безинерционную, реализующую при помощи рычажных связей и шарниров и инерционную гидравлическую. Безинерционная связь практически мгновенно передает и компенсирует влияние возмущающих воздействий, приложенных к опорно-направляющим механизмам. Инерционная связь также передает безвозмущающие воздействия, однако, это влияние происходит более длительное время, так как их передача осуществляется в гидросистеме.

Рассмотрим влияние безинерционной связи в опорно-направляющих механизмах.

На рис. 1 схематически изображен угледобывающий комбайн с одним из возможных вариантов связей опорно-направляющих механизмов между собой и корпусом угледобывающего комбайна.

Очевидно, что положение образующей точки С режущего органа однозначно определяется уравнением записанным в операторной форме:

$$z_c(P) = z_{co}(P) + (l_2 + l_3)\varphi_c(P) \quad (1)$$

где $z_{co}(P)$ - оператор характеризующий положение точка C_0 , находящейся на линии опорно-направляющих механизмов C_a и C_b против условного места крепления опорно-направляющие механизмов к корпусу машины;

расстояние от точки крепления C_0 до опорно-направляющего механизма z_b ;

расстояние от образующей точки C_1 на режущем органе до опорно-

направляющего механизма z_b .

Из рис.1 координаты точки крепления z_{co} определяются из следующей формулы

$$z_{co}(P) = \frac{z_{ca}(P)l_2}{l_2 + l_1} + \frac{z_b(P)l_1}{l_2 + l_1} \quad (2)$$

где $z_{co}(P)$ - расстояние от точки крепления C_0 до опорно-направляющего механизма Z_Q .

Подставив значение $z_{co}(P)$ в выражение (1) и произведя несложные преобразования получим:

$$\dots \dots \dots \quad (3)$$

Сравнивая уравнения (1) и (3) приходим к выводу, что

$$K_{1AA} = \frac{l_1}{l_1 + l_2} = \frac{k_5}{1 - k_5} \quad (4)$$

$$а \quad K_{2AA} = \frac{l_1}{l_1 + l_2} = \frac{k_5}{1 + k_5} \quad (5)$$

где $k_5 = \frac{l_1}{l_2}$

Из приведенных формул следует, что коэффициенты кинематической связи опорно-направляющих механизмов меньше единицы. Это свидетельствует о том, что без инерционная связь ослабляет влияние возмущающих воздействий на положение режущего органа угледобывающей машины.

При наличии гидравлической связи между опорно-направляющими механизмами,

если $z_b(P) - [z_a(P) + (l_1 + l_2)\varphi_c(P)] = \Delta z(P) \geq 0$ то опорно-направляющий механизм C_0 надежно контактирует с рамой конвейера (почвой пласта) и опорно-направляющий механизм C_a , отрывается от рамы конвейера (почвы пласта). В этом случае опорно-направляющий механизм C_b воспринимает всю нагрузку воздействующего, на угледобывающий комбайн.

Для компенсации усилий в опорно-направляющий механизм C_b и C_a под действием разности давлений C_a начнет перемещаться вниз относительно своего первоначального положения до соприкосновения с рамой конвейера (почвой пласта).

Если ввести обозначение Δz_a и Δz_b как приращение перемещений соответствующих опорно-направляющих механизмов, то взаимосвязь параметров можно записать в следующем виде:

$$\begin{cases} \Delta z_b(P) = \frac{S_A}{S_B} \Delta z_a(P) \end{cases} \quad (6)$$

где $\Delta z_a(P)$ и $\Delta z_b(P)$ - операторы, характеризующие перемещение соответствующих опорно-направляющих механизмов относительно корпуса

угледобывающей машины;

$k_{\dot{A}\dot{N}}(P)$ - передаточная функция гидросистемы;

$\frac{S_A}{S_B}$ - площади поршней соответствующие опорно-направляющих

механизмов.

Тогда вертикальное перемещение образующее точки z_0 определяется из следующего уравнения,

$$z_c(P) = z_b(P) - \Delta z_b(P) + L_2 \varphi_c(P) \quad (7)$$

Для того, чтобы привести в соответствие гидравлическую связь с безинерционной, обозначим $\frac{S_A}{S_B} = k$ уравнений (6) относительно $\Delta z_b(P)$

получим

$$\Delta z_b(P) = \frac{k_{\dot{A}\dot{N}}(P)}{1+k} \{z_c(P) - [z_a(P) + L_1 \varphi_c(P)]\} \quad (8)$$

Подставив значение $\Delta z_b(P)$ в выражение (7) находим

$$\Delta z_{\dot{n}}(P) = \frac{1+k-k_{\dot{A}\dot{N}}(P)}{1+k} \left\{ [z_{cb}(P) + L_2 \varphi_c(P)] + \frac{k(P)}{1+k} [z_a(P) + L_1 \varphi_c(P)] \right\}$$

Отсюда определим кинематическую связь между опорно-направляющими механизмами

$$\left. \begin{array}{l} \dots \\ \dots \end{array} \right\} \frac{1+k}{1+k-k_{\dot{A}\dot{N}}(P)} \quad (10) \text{ при } \Delta z(P) > 0$$

Аналогичным образом можно определить для $\Delta z(P) < 0$

$$\left. \begin{array}{l} \dots \\ \dots \end{array} \right\} k_{\dot{\gamma}\dot{\alpha}}(P) = \frac{1+k}{1+k-k \cdot k_{\dot{A}\dot{N}}(P)} \quad (11) \text{ при } \Delta z(P) < 0$$

Формулы (10) и (11) соответствуют формулам (4) и так как в установившемся режиме при наличии безинерционной связи $k_{\dot{A}\dot{N}}(P)$

В общем случае $k_{\dot{A}\dot{N}}(P)$ характеризует нелинейное звено, так как его параметры определяются коэффициентами местного сопротивления гидроэлементов и коэффициентами трения соединительных шлангов и трубок [2].

В установившемся режиме коэффициенты инерционной связи по абсолютной величине меньше единицы, что свидетельствует об ослаблении влияния возмущающих воздействий на положение режущего органа угледобывающего комбайна.

Таблица 1 – Характеристика возможных вариантов конструктивного выполнения опорно-направляющих механизмов угледобывающих комбайнов

| № варианта | Краткая характеристика конструктивного исполнения | Особенности моделей |
|------------|--|--|
| 1 | Забойные и завальные опорно-направляющие механизмы оборудованы обратными захватами и кинематически не связаны между собой. | Опорно-направляющие механизмы движутся без отрыва от бортов конвейера и неподвижны относительно корпуса угледобывающего комбайна |
| 2 | Завальные опорно-направляющие механизмы оборудованы обратными завалами, а забойные – не имеют обратных захватов, причём, опорно-направляющие механизмы кинематически не связаны между собой. | Завальные опорно-направляющие механизмы движутся по борту конвейера без отрыва от него, а забойные – имеют поперечный контакт с бортом конвейера. Опоры неподвижно относительно корпуса угледобывающего комбайна |
| 3 | Забойные и завальные опорно-направляющие механизмы оборудованы обратными захватами. Забойные опоры кинематически связаны между собой. | Опорно-направляющие механизмы движутся без отрыва от бортов конвейера. Завальные опоры неподвижны относительно корпуса угледобывающего комбайна, а забойные – подвижны. |
| 4 | Забойные и завальные опорно-направляющие механизмы оборудованы обратными захватами, но завальные опорно-направляющие механизмы к тому же кинематически связаны между собой. | Опорно-направляющие механизмы движутся без отрыва от бортов конвейера и завальные опорно-направляющие механизмы подвижны относительно корпуса угледобывающего комбайна. |
| 5 | Забойные и завальные опорно-направляющие механизмы оборудованы обратными захватами и попарно кинематически связаны между собой. | Опорно-направляющие механизмы движутся без отрыва от бортов конвейера и все опоры относительно корпуса угледобывающего комбайна. |

Перечень ссылок

1. Хаикин М.Я. Исследований динамики привода режущей части узкозахватных выемочных комбайнов с разветвлёнными кинематическими схемами. Автореферат дис. к.т.н., ИГД ш. А.А. Скочинского, М. 1968

2. Красов И.М. Гидравлические элементы систем автоматического регулирования. М. Машгиз.- 1963