

УДК 622.678

АНАЛИЗ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДНИХ УГЛОВ РЕЗЦОВ КОРОНЧАТОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ПРОХОДЧЕСКОГО КОМБАЙНА П110

Игнатов В.И. канд. тех. наук,

Донецкий государственный технический университет

Для главных режимов работы комбайна П110 проанализированы значения кинематических задних углов резцов корончатого исполнительного органа с поперечной осью вращения. Выданы рекомендации по корректировке параметров установки резцов на исполнительном органе.

Cutting picks working angles for the main working regimes of the boom-type roadheader P110 with crown cutting organ with transverse axis of rotation are analysed. The recommendations on the correct of cutting pick lacing on the cutting organ are given.

При проектировании рабочего органа проходческого комбайна П110, представляющего собой коронки с поперечной осью вращения, с учетом достаточно сложной пространственной системы его подвески, особый интерес представляют значения кинематических задних углов режущего инструмента. Именно эти параметры в значительной степени определяют эффективность разрушения горного забоя резцами и эффективность работы в целом всего проходческого комбайна.

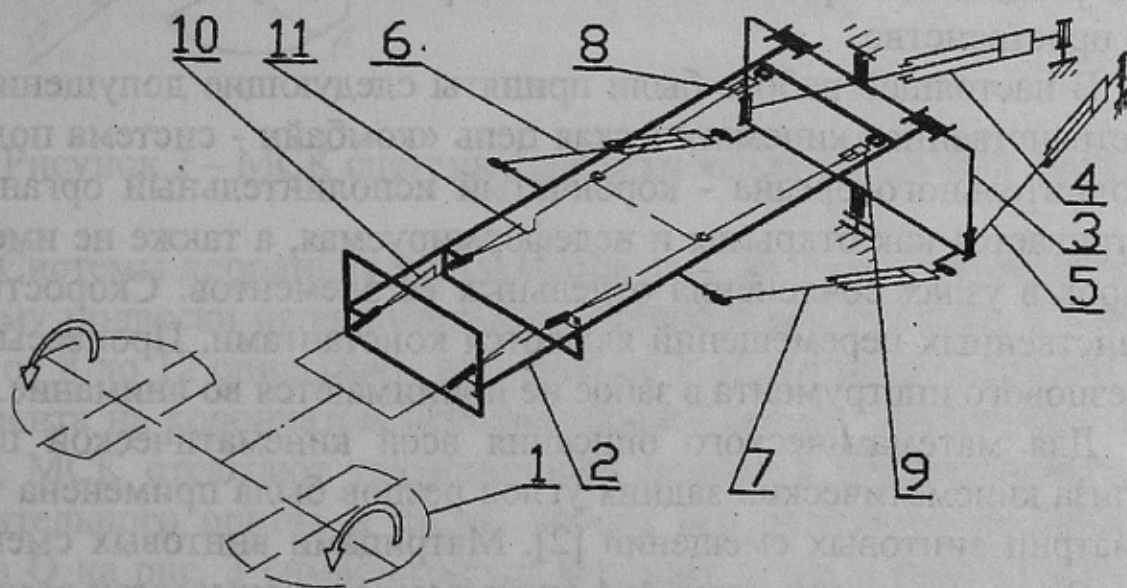


Рисунок 1 - Схема системы подвески комбайна П110

Система подвески исполнительного органа комбайна реализует главные режимы работы корончатого исполнительного органа 1 в забое при вращении коронок (см. рис. 1):

- *боковой горизонтальный рез* (индекс режима $m=1$) за счет поворота в горизонтальной плоскости рамы исполнительного органа 2 и турели³ посредством гидродомкратов 4 и 5;

- *вертикальный рез* (вверх $m=2$ или вниз $m=3$) за счет поворота рамы исполнительного органа в вертикальной плоскости посредством гидродомкратов 6 и 7;

- *врезание в забой* ($m=4$) за счет пространственного перемещения исполнительного органа 1 относительно рамы 2 посредством телескопов 8 и 9; наличие специальной конструкции направляющих 10 и 11 на корпусе редуктора привода исполнительного органа обуславливают пространственную траекторию его выдвижение вперед.

Согласно традиционной терминологии под кинематическим задним углом понимается угол между вектором мгновенной скорости движения вершины резца в пространстве и касательной к задней поверхности резца, проведенной к вершине резца [1]. Поскольку на коронке проходческого комбайна П110 применяется тангенциальный поворотный резец РТ32 и ориентация его задней поверхности относительно продольной оси резца заведомо известна (угол заточки резца $\delta = 90^\circ$), то анализ кинематического заднего угла резцов коронки сводится к более простой постановке - нахождению угла между двумя векторами: вектором продольной оси резца с его началом в вершине резца и вектором мгновенной скорости движения вершины резца в пространстве.

В настоящей работе были приняты следующие допущения. Вся пространственная кинематическая цепь «комбайн - система подвески исполнительного органа - корончатый исполнительный орган» рассматривается как открытая и недеформируемая, а также не имеющая зазоров в узлах сочленения отдельных ее элементов. Скорости пространственных перемещений являются константами. Процессы износа резцового инструмента в забое не принимаются во внимание.

Для математического описания всей кинематической цепи и анализа кинематических задних углов резцов была применена техника матриц винтовых смещений [2]. Матрицами винтовых смещений вида $B_i(\alpha, x)$ размерностью 4×4 описываются взаимосвязи всех местных систем координат (МСК), при этом их главным параметрами являются: i - индекс одной из осей базовой МСК (ось X, Y или Z); α -

угол поворота новой МСК вокруг индексруемой оси базовой МСК; x - линейное смещение новой МСК вдоль индексруемой оси базовой МСК.

На рис. 2 приведены схемы МСК системы подвески исполнительного органа комбайна и на рис. 3 - МСК корончатого исполнительного органа как последовательность правых прямоугольных систем координат. Глобальная система координат $XOYOZO$ принята таким образом, что ее ось XO проходит по почве и символизирует продольную ось проводимой горной выработки. Ось ZO перпендикулярна почве выработки, а ось YO дополняет оси XO , ZO до правой декартовой системы координат. Для описания всех компонентов и их узлов связи анализируемой кинематической цепи введенным МСК присваивается индекс k от 1 до K .

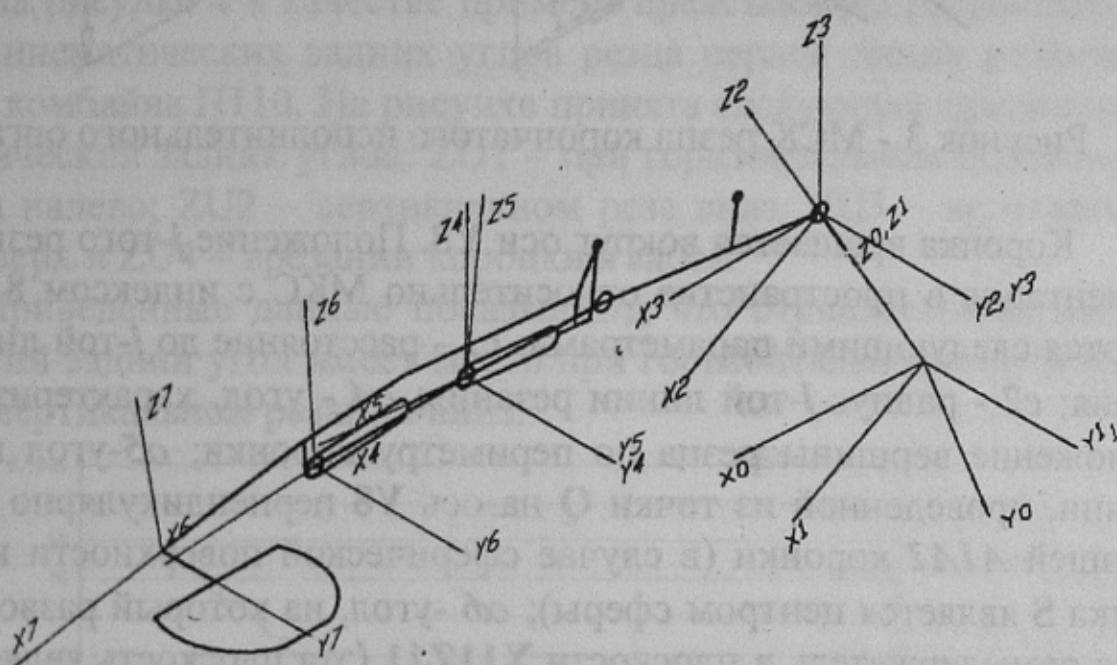


Рисунок 2 – МСК системы подвески исполнительного органа

Системы координат с индексами от 1 до 7 символизируют всю систему подвески исполнительного органа и его привода, а с индексами от 8 до 12 описывают размещение и ориентацию режущего инструмента на корончатом исполнительном органе. Введенные на коронке МСК отражают традиционный подход к параметризации исполнительного органа и схемы набора его режущего инструмента. Точка Q на рис. 3 символизирует вершину резца и принадлежит поверхности корончатого исполнительного органа.

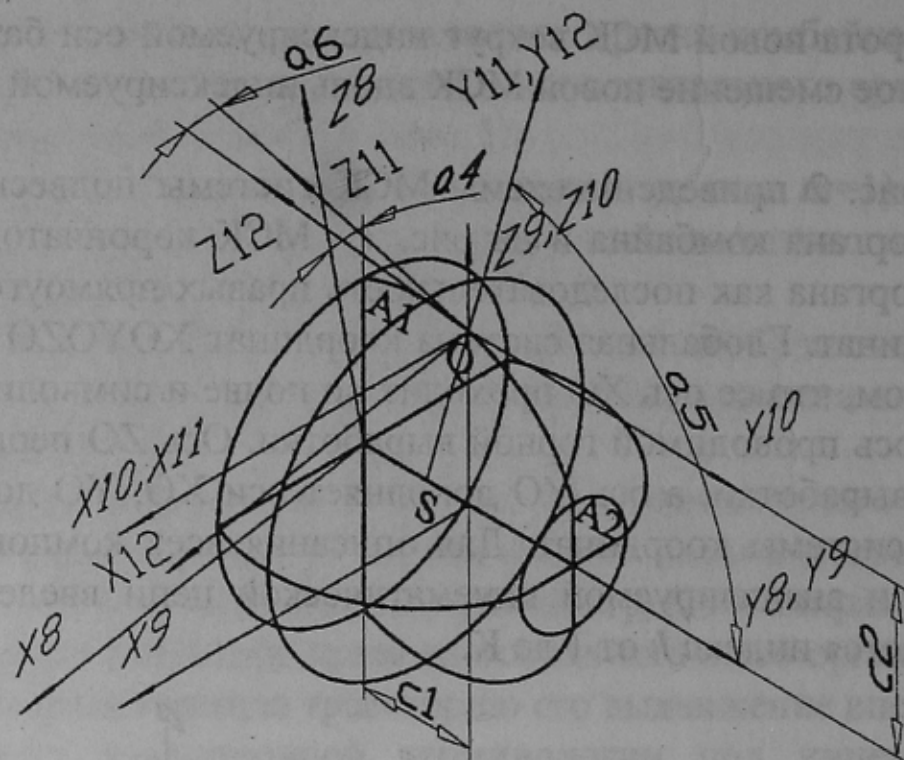


Рисунок 3 - МСК резца корончатого исполнительного органа

Коронка вращается вокруг оси Y_8 . Положение j -того резца и его ориентация в пространстве относительно МКС с индексом 8 описываются следующими параметрами: c_1 - расстояние до j -той линии резания; c_2 - радиус j -той линии резания; α_4 - угол, характеризующий положение вершины резца по периметру коронки; α_5 - угол наклона линии, проведенной из точки Q на ось Y_8 перпендикулярно к образующей A_1A_2 коронки (в случае сферической поверхности коронки точка S является центром сферы); α_6 - угол, на который разворачивается резцедержатель в плоскости $X_{11}Z_{11}$ (эта плоскость является касательной к поверхности коронки в точке Q); α_7 - угол установки резца в кулаке - это угол между продольной осью резца и линией SQ .

Общее уравнение, описывающее положение в пространстве вершины резца и его ориентацию в учетом ранее введенных МСК, записывается в виде произведения матриц винтовых смещений:

$$K_5 = \prod_{i=13}^1 B_i(\alpha_i, x_i)$$

Компоненты второго столбца итоговой матрицы K_5 являются единичным вектором \bar{R} , совпадающим с продольной осью резца:

$$\bar{R} = (K_{510} \quad K_{511} \quad K_{512})^T.$$

Кинематический задний угол β реза при m -том ($m = 1 \dots 4$) режиме работы исполнительного органа определяется через скалярное произведение:

$$\beta = \arccos(\bar{R} \cdot \bar{V}_m) - \delta/2,$$

где \bar{V}_m - вектор скорости вершины реза в пространстве.

Кинематический задний угол реза коронки анализировался для угловой скорости вращения коронки 4,5 рад/сек при угле поворота коронки в пределах от 0 до π - рабочий сектор возможного силового взаимодействия реза с породным забоем. Скорости перемещения коронки во всех четырех режимах определялись параметрами гидропривода комбайна П110. В качестве главного гидронасоса принят НШ32 с подачей рабочей жидкости порядка 44 л/мин.

На рисунке 4 в качестве примера представлены результаты анализа кинематических задних углов реза первой линии резания коронки комбайна П110. На рисунке принята следующая символика кинематический задних углов: ZU1 - при горизонтальном боковом резе справа налево; ZU2 - вертикальном резе вниз; ZU3 - вертикальном резе вверх и ZU4 - врезании коронки в забой.

Приведенные данные показывают, что отрицательный кинематический задний угол имеет место при горизонтальном боковом резе и при вертикальном резании вниз.

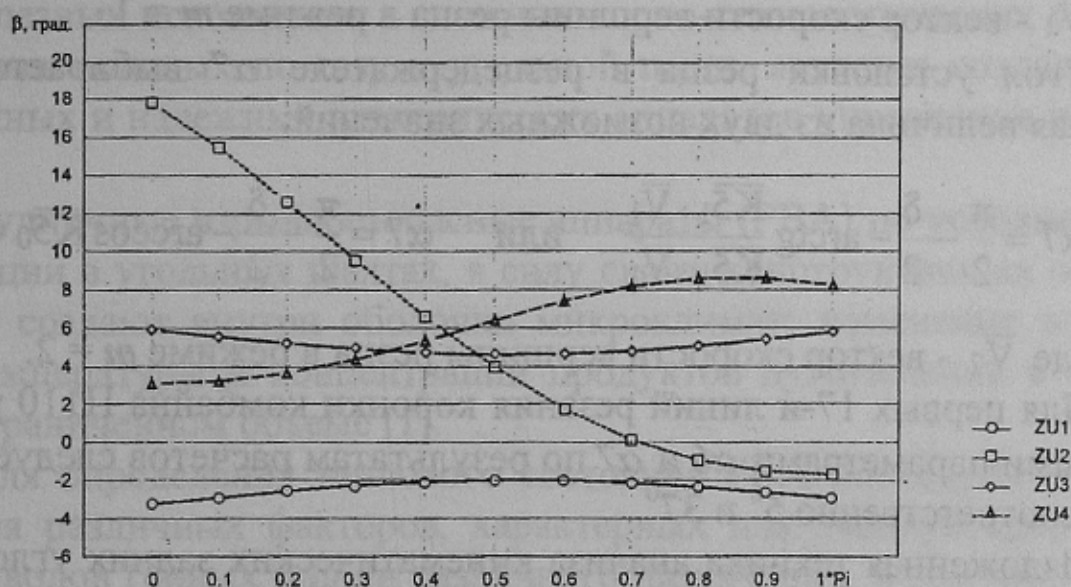


Рисунок 4 - Кинематические задние углы реза 1-й линии резания в функции угла поворота коронки 0 - π

При горизонтальном боковом резе во всем диапазоне угла поворота исполнительного органа от 0 до π кинематический задний угол

для реза первой линии резания отрицателен. При этом самыми неблагоприятными являются фазы входа и выхода реза из зоны контакта с породным забоем. Для резцов второй и третьей линий резания получены данные, близкие к приведенным на рис.4, но по модулю кинематический задний угол приближается к нулю. Для линий резания с 4-й по 17-ю кинематический задний угол положителен.

При вертикальном резе сверху вниз кинематический задний угол для всех резцов корончатого исполнительного органа попадает в недопустимую отрицательную область в секторе 140-180 градусов поворота коронки, т.е. при выходе резцов из зоны контакта с забоем.

Выявленные факты отрицательного значения кинематических задних углов резцов являются недопустимыми. Для ликвидации выявленных фактов корректировались только параметры α_6 и α_7 при прочих неизменных.

Угол разворота резцедержателя α_6 определялся из выражения:

$$\alpha_6 = \arctg \frac{\overline{K5}_2 \cdot \overline{V}_1}{\overline{K5}_0 \cdot \overline{V}_1},$$

где $\overline{K5}_0$, $\overline{K5}_2$ - единичные векторы-столбцы, компонентами которых являются элементы соответственно первого и третьего столбцов результирующей матрицы $K5$;

\overline{V}_1 - вектор скорости вершины реза в режиме $m = 1$.

Угол установки реза в резцедержателе α_7 выбирается как меньшая величина из двух возможных значений:

$$\alpha_7 = \frac{\pi}{2} - \frac{\delta}{2} - \arctg \frac{\overline{K5}_1 \cdot \overline{V}_1}{\overline{K5}_1 \cdot \overline{V}_1} \quad \text{или} \quad \alpha_7 = \frac{\pi}{2} - \frac{\delta}{2} - \arccos \overline{K5}_0 \cdot \overline{V}_2,$$

где \overline{V}_2 - вектор скорости вершины реза в режиме $m = 2$.

Для первых 17-и линий резания коронки комбайна П110 рациональными параметрами α_6 и α_7 по результатам расчетов следует признать соответственно 5° и 37° .

Изложенная техника анализа кинематических задних углов резцов применима к любым типам исполнительных органов комбайнов.

Список источников.

1. Позин Е.З., Меламед В.З., Тон В.В. Разрушение углей выемочными машинами / Под ред. Е. З. Позина. - М.:Недра, 1984. - 288 с.
2. Моисеенко Д. Я. Об интегрировании уравнения движения контактной точки в теории зацепления. - Известия вузов. Машиностроение, №1, 1971.