

*д.т.н., проф. Ширин Л.Н.  
(НГУ, г. Днепропетровск, Украина),  
д.т.н., проф. Корнеев С.В.,  
к.т.н., доц. Варченко Ю.Э.,  
к.т.н., доц. Тугай В.В.  
(ГФ УИПА, г. Стаханов, Украина)*

## **МЕТОДИКА РАСЧЕТА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ «УГОЛЬНЫЙ ПЛАСТ – КОМБАЙН - КОНВЕЙЕР»**

*Наведені рекомендації з удосконалення розрахунків геометричних параметрів системи «вугільний пласт – комбайн - конвеєр»*

Государственной Программой «Українське вугілля» к 2010 г. предусматривается увеличение годовой добычи до уровня 110 млн. т. При существующих средних нагрузках на комплексно-механизированный забой (КМЗ), не превышающих 840 т в сутки, существующей линии очистных забоев порядка 1000 км и темпах ввода в эксплуатацию новых КМЗ решение поставленных в Программе задач является проблематичным. Основной причиной низкой эксплуатационной производительности очистных комплексов, потенциально способных обеспечить расчетную производительность является несоответствие параметров оборудования и, прежде всего, очистного комбайна реальным условиям их применения.

В работах [1, 2, 3] на основании обобщения экспериментальных данных установлено, что в реальных условиях эксплуатации одной из причин снижения показателей работы КМЗ является уменьшение, вследствие недодвижки на 70...130 мм комбайна к забою, фактического полезного захвата очистного комбайна и, соответственно, шага передвижки забойного оборудования. При этом, в частности, на 15...21 % уменьшается общее продвижение очистного забоя. Отсутствие анализа причин недодвижки препятствует разработке рекомендаций по сохранению проектной ширины захвата. В работах [1, 2, 3] для устранения недодвижки рекомендуется при сохранении шага передвижки забойного оборудования принимать, исходя из наихудших условий формирования забоя, шнеки длиной 0,9...1,0 м, т.е. в пределах, допускаемых консольными перекрытиями крепей и возможностями изгиба передвигаемого рештачного става конвейера. Предлагаемое решение является адекватным возникающей проблеме, но, по сути, не содержит обоснования

оперативного перехода на увеличенную ширину захвата исполнительного органа в конкретных условиях эксплуатации или, в общем случае, к созданию адаптивных технологических схем выемки угля, позволяющих осуществлять эффективное управление процессом выемки с учетом изменяющихся условий эксплуатации. Исключением является работа [5], в которой на основе системного подхода обосновывается комбинированный захват очистного комбайна, представленного в виде элемента системы «угольный пласт – комбайн - конвейер». Однако и в этом случае не учитывается изменение геометрических параметров положения и формы забоя.

Целью работы является разработка на основе системного подхода, методики расчета геометрических параметров положения и формы забоя комплексно-механизированной лавы для адаптации конструктивной схемы исполнительного органа очистного комбайна, являющегося элементом системы «угольный пласт – комбайн - конвейер», к реальным условиям эксплуатации при условии сохранения проектного шага передвижки.

Недодвижка  $\Delta H_k$  комбайна к забою является случайной величиной и обусловлена образованием между ставом конвейера и забоем уплотненного слоя горной массы, а также препятствий передвижению конвейера на забой в виде уступов забоя или «порогов» на почве выработки при отклонении фактического положения комбайна в пространстве от расчетного. Причиной отклонений являются повороты комбайна в вертикальной плоскости вокруг трубчатой направляющей на конвейере и в горизонтальной плоскости при движении по искривленному в плане ставу конвейера, например, при фланговой схеме передвижки в процессе выемки угля.

Представим недодвижку как сумму случайных величин: толщины слоя горной массы  $H_c$  и проекций  $H_r$  и  $H_b$  на ось  $y$ , перпендикулярную к плоскости забоя, отклонений при поворотах комбайна в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Тогда среднее значение недодвижки

$$\Delta h_{k, \text{cp}} = h_{c, \text{cp}} + h_{r, \text{cp}} + h_{b, \text{cp}},$$

где  $h_{c, \text{cp}}$ ,  $h_{r, \text{cp}}$ , и  $h_{b, \text{cp}}$  – средние значения случайных величин  $H_c$ ,  $H_r$  и  $H_b$ .

Среднее значение  $h_{c, \text{cp}}$  определяется экспериментальным путем.

Значения  $h_{r, \text{cp}}$ , и  $h_{b, \text{cp}}$  определяются в результате статистической обработки массива реализаций  $h_r$ , и  $h_b$  случайных величин  $H_r$  и  $H_b$ , полученного методом статистических испытаний с применением динамической модели системы, например, приведенной в работе [5], и законов

распределения случайных величин, которые принимаются в качестве исходных данных.

Рассмотрим отклонение при повороте комбайна в горизонтальной плоскости. С учетом угла раскрытия рештаков при изгибе става в плане, который находится в пределах от 2 до 5°, максимальный угол  $\beta$  поворота комбайна (см. рис. 1, а) составляет 3°. В качестве центра поворота примем т.  $O$  на трубчатой направляющей рештака, на который комбайн наезжает в процессе перемещения. Форма вруба в отличие от расчетной прямоугольной является ступенчатой, причем проекции линий резания торцов шнеков на плоскость, перпендикулярную к идеальной линии забоя представляют собой участки эллипсов (рис. 1 б).

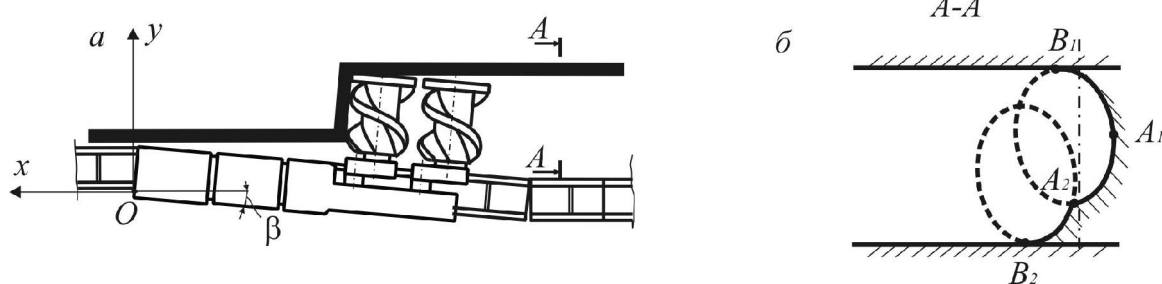


Рисунок 1 - Положение очистного комбайна и форма вруба при его повороте в горизонтальной плоскости

Если точки  $A_1$  и  $A_2$ , соответствующие верхнему опережающему и нижнему отстающему шнекам, могут находиться как справа, так и слева от расчетной линии, соответствующей работе комбайна на всю ширину захвата и показанной на рис. 1 б пунктиром, то нижняя и верхняя точки  $B_2$  и  $B_1$  всегда располагаются левее, что позволяет говорить о недодвижке комбайна. Так как  $B_2$  левее  $B_1$ , то отклонение будем определять по нижнему шнеку.

В соответствии с расчетной схемой, приведенной на рис. 2, угол  $\alpha$  между проекциями на горизонтальную плоскость линии, проходящей через т.  $O$  и нижнюю т.  $C$  отстающего шнека, и перпендикуляра к корпусу комбайна определяется геометрическими параметрами комбайна.

После поворота на угол  $\beta$  образуется отклонение

$$h_z = b_k - \Delta, \quad (1)$$

где  $b_k$  – проекция на ось  $y$  отрезка  $OC$  длиной  $r$  в исходном положении комбайна;

$\Delta$  – проекция на ось  $y$  отрезка  $OC_1$  соответствующего конечному положению комбайна.

Так как  $\Delta = r \cos(\alpha + \beta)$  и  $r = \frac{b_k}{\cos \alpha}$ , то из (1) получим

$$h_2 = b_k \left(1 - \frac{\cos(\alpha + \beta)}{\cos \alpha}\right), \quad (2)$$

где  $\alpha$  – конструктивный угол между перпендикуляром к линии забоя и отрезком  $OC$ .

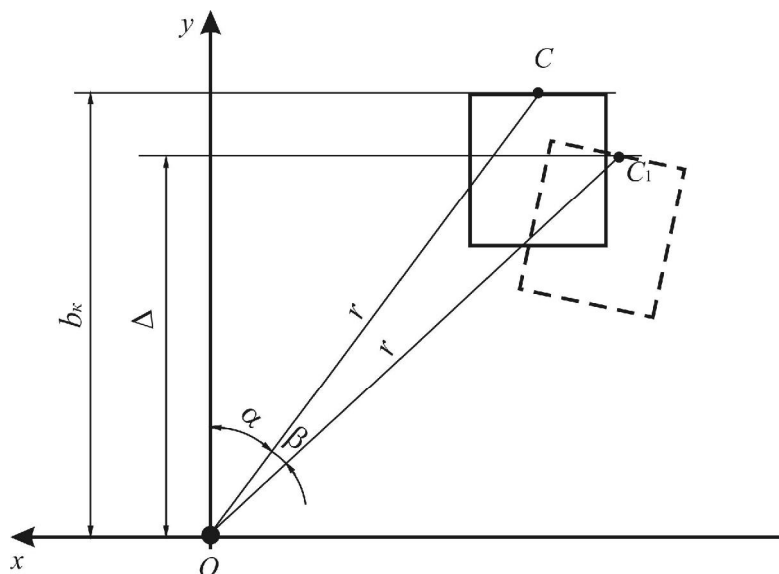


Рисунок 2 – Схема поворота комбайна в горизонтальной плоскости

Следует обратить внимание на то, что отклонение  $h_2$  может быть уменьшено, если опережающий шнек расположить внизу, однако при этом ухудшаются условия погрузки угля шнеками на конвейер.

Рассмотрим последующее перемещение комбайна в вертикальной плоскости (рис. 3), что может быть связано с потерей его устойчивости под воздействием сил, приложенных к исполнительному органу со стороны массива угля, или с наклоном конвейера при наполнении рештаков на «пороги» угля, образовавшиеся при снятии предыдущей полосы. При повороте комбайна на угол  $\gamma$  (положительное направление по часовой стрелке) отклонение комбайна рассматривается в т.  $C_1$  нижнего шнека. При небольших углах поворота отклонение может принимать отрицательные значения.

Как видно из рис. 3, в исходном положении комбайна длина радиуса вращения т.  $C_1$  относительно направляющей

$$r_1 = \frac{b_k}{\cos \alpha_1}, \quad (3)$$

где  $\alpha_1$  – угол между осью  $y$  и отрезком  $OC_1$ , определяемый конструктивными параметрами комбайна и конвейера.

При поворотах комбайна проекция отрезка  $OC_1$  на горизонтальную плоскость

$$\text{Пр} = r_1 \cos(\alpha_1 + \gamma).$$

Отсюда с учетом (3) получим:

$$\text{Пр} = b_{\kappa} \frac{\cos(\alpha_1 + \gamma)}{\cos \alpha_1}. \quad (4)$$

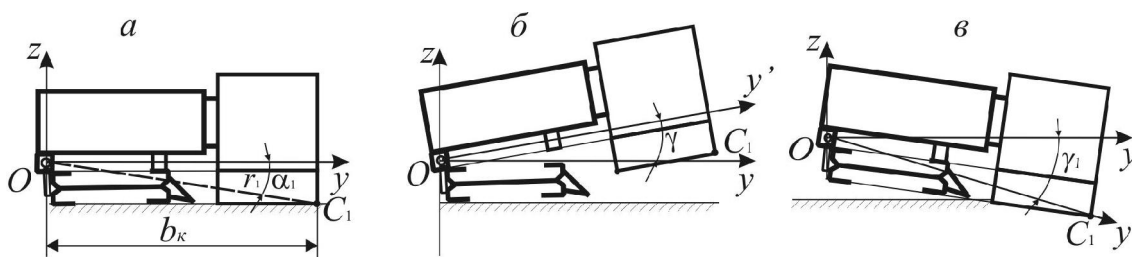


Рисунок 3 – Схема поворота комбайна в вертикальной плоскости  
 $a$  – исходное положение,  $б$  –  $\gamma > 0$ ,  $в$  –  $\gamma < 0$

Пренебрегая смещением т.  $O$  при повороте става конвейера, определим проекцию отклонения комбайна на горизонтальную плоскость

$$h_{\text{вз}} = b_{\kappa} - \text{Пр} = b_{\kappa} \left(1 - \frac{\cos(\alpha_1 + \gamma)}{\cos \alpha_1}\right). \quad (5)$$

Проекция  $h_{\text{вз}}$  на ось  $y$

$$h_{\text{в}} = h_{\text{вз}} \cos \beta = b_{\kappa} \cos \beta = b_{\kappa} \left(1 - \frac{\cos(\alpha_1 + \gamma)}{\cos \alpha_1}\right) \cos \beta. \quad (6)$$

Неподвижка комбайна устраняется путём формирования ступенчатой формы забоя с верхним уступом, то есть комплектованием исполнительного органа шнеками разной длины.

Длина нижнего шнека определяется по формуле

$$L = B + \Delta h_{\text{к.ср}},$$

где  $B$  – расчетная ширина захвата комбайна.

Разработанная методика позволяет осуществлять расчет недо-  
движки очистного комбайна к забою с учетом случайных факторов и  
последующий выбор рациональных значений длины шнеков, исходя из  
полного использования расчетной ширины захвата.

*Recommendations on geometrical parameters calculation perfection of  
«coal lager-combine-conveyer» system are resulted.*

*Приведены рекомендации по совершенствованию расчетов гео-  
метрических параметров системы «угольный пласт-комбайн-  
конвейер».*

### **Библиографический список**

1. Ходус Н.И. О фактической величине полезного захвата испол-  
нительного органа комбайна. // Уголь Украины. – 1980. - №5.

2. Проект отраслевого стандарта. Комбайны очистные. Выбор  
параметров и расчет сил резания и подачи на исполнительных органах.  
Методика. – Донецк: Донгипроуглемаш, 1984.

3. РТМ 12.44.008-75. Комбайны очистные. Оценка устойчивости  
с помощью ЭЦВМ. Методика. Введ. 01.07.1976. –М.: Минуглепром  
СССР, 1975.

4. Верескунов В.Н., Красников Ю.Д., Шмарьян Е.М. Методика  
расчета опытных параметров узкозахватных комбайнов по критерию  
устойчивости. – М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1972.

5. Корнеев С.В., Тугай В.В. Комбинированный захват шнекового  
исполнительного органа очистных комбайнов /В кн. Очистные и про-  
ходческие машины и инструменты. Новочеркасск: НПИ – 1988.