

УДК 622.232

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ СТРУЖКИ И КИНЕМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ УГЛОВ РЕЗЦА ПЛАНЕТАРНОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА

Семенченко А.К., докт. техн. наук, проф., Семенченко Д.А.,
канд. техн. наук, Чаплик Н.М., аспирант
Донецкий национальный технический университет

Установлены закономерности формирования параметров среза (толщины и ширины среза) и кинематических изменений углов резца при разрушении горного массива планетарным исполнительным органом на примере проходческого комбайна типа Урал-10КС.

The authors have established the laws of shear parameters (thickness and width) formation and estimated the kinematic changes of cutting angles in the process of rock mass destruction by means of a planetary cutting unit (by the example of Ural-10KS heading machine).

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

В настоящее время основным средством механизации, используемым при добыче каменной соли на предприятиях Украины, являются проходческие комбайны типа Урал-10КС, Урал-20КС. Опыт их применения [1] показал, что к числу факторов снижающих эффективность их использования относятся: значительное пылеобразование и большой процент выхода мелких фракций при разрушении каменной соли резцами типа Дб.22; частые поломки этих резцов, приводящие к повышению динамических нагрузок на элементы машины и снижению производительности в связи со значительными затратами времени на замену режущего инструмента.

Все это отрицательно сказывается на экономических показателях работы предприятия в целом. Поэтому проблема повышения технического уровня проходческих комбайнов с планетарным исполнительным органом, является актуальной, а ее решение имеет важное практическое значение.

Анализ исследований и публикаций. Вопросам повышения технического уровня проходческих комбайнов на основе установления закономерностей процесса стружкообразования и формирования нагрузок на резцах при разрушении горного массива исполнительными органами очистных и проходческих комбайнов, оснащенных шнеко-

- ω_g – угловая скорость вращения редуктора и привода исполнительного органа (переносное движение);
 ω_d – угловая скорость вращения режущего диска;
 d_d – диаметр режущего диска по вершинам резцов;
 C – расстояние от оси вращения исполнительного органа до оси вращения режущих дисков (радиальное смещение оси исполнительного органа);
 A – боковое смещение оси режущего диска;
 $D_{зab}$ – диаметр забурника;
 D – диаметр исполнительного органа;
 R_g – радиус водила;
 e – расстояние;
 φ – угол положения резца;
 $\varphi_{вх}$ – угол входа в контакт с массивом режущего инструмента;
 $\varphi_{вых}$ – угол выхода из контакта с массивом режущего инструмента;
 $охуз$ – система координат, в которой рассматривается движение режущего инструмента в пространстве.

С учетом приведенного рисунка толщина среза на резце определяется по зависимости

$$h = h_{\max} \cdot \sin \varphi, \quad (1)$$

где h_{\max} – максимальная толщина среза.

Максимальное значение толщины среза определяется по зависимости

$$h_{\max} = \frac{1,67 \cdot V_{\text{под}}}{n_g \cdot \kappa_d}, \quad (2)$$

где n_g – частота вращения водила; κ_d – количество режущих дисков на одном исполнительном органе.

Анализ этих зависимостей показывает, что толщина среза на резце h изменяется по синусоидальному закону при изменении угла его положения φ , а ее максимальное значение пропорционально скорости подачи исполнительного органа на забой и обратно пропорционально частоте вращения водила и количеству режущих дисков на исполнительном органе.

Ширина среза формируемого на резце определяется по зависимости

$$t = t_{cp} \cdot \sqrt{\left(A^2 + \left(C - \frac{d_{\partial}}{2} \cdot \cos \varphi \right)^2 \right) \div (A^2 + C^2)}, \quad (3)$$

где t_{cp} – средняя ширина среза.

Средняя ширина среза определяется по зависимости

$$t_{cp} = \frac{200 \cdot \pi \cdot n_{\partial} \cdot R_{\partial}}{n_{\partial} \cdot z_{\partial}} \cdot R_{\partial}, \quad (4)$$

где R_{∂} – радиус водила, $R_{\partial} = \sqrt{A^2 + C^2}$; n_{∂} – частота вращения диска; z_{∂} – число резцов на режущем диске.

Анализ зависимости (4) показывает, что средняя ширина среза прямо пропорциональна частоте вращения водила и его радиусу, но обратно пропорциональна частоте вращения диска и числу резцов на нем.

Боковая скорость перемещения резца (рис. 2) определяется по зависимости

$$V_{\partial} = R \cdot \omega_{\partial} = R \cdot \frac{\pi \cdot n_{\partial}}{30},$$

где $R = \sqrt{A^2 + \left(C - \frac{d_{\partial}}{2} \cdot \cos \varphi \right)^2}$ – радиус поворота резца при его переносном движении.

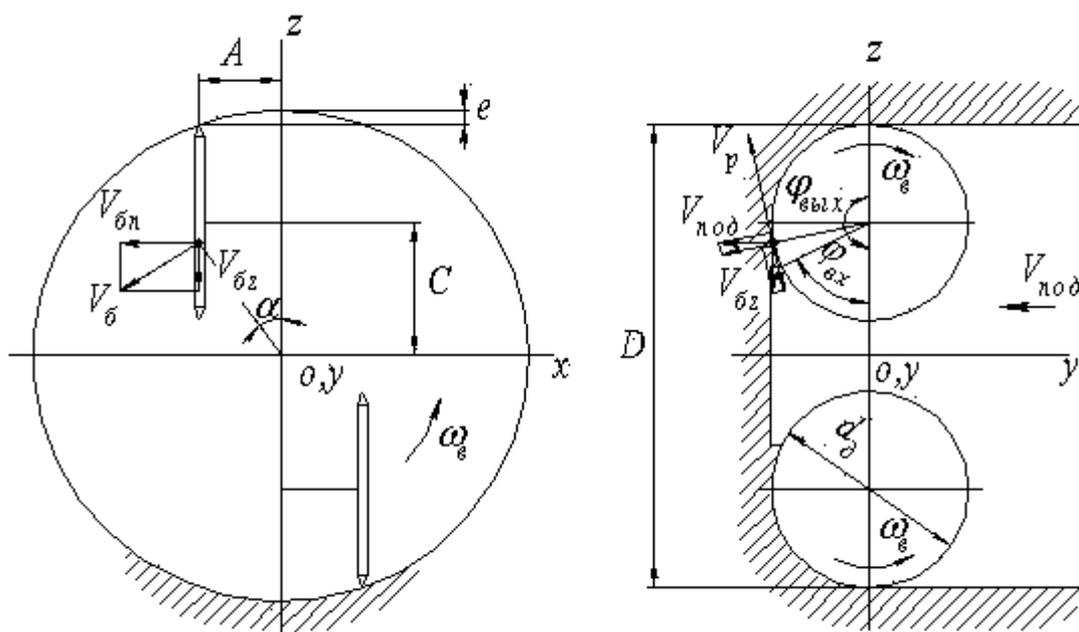


Рисунок 2 - Составляющие скорости перемещения вершины резца

Составляющие этой скорости (скорость боковой подачи резца $V_{\bar{b}n}$ и вертикального его перемещения $V_{\bar{b}z}$) определяются по зависимостям:

$$V_{\bar{b}n} = \frac{V_{\bar{b}} \cdot A}{R}; \quad V_{\bar{b}z} = \frac{V_{\bar{b}} \cdot C}{R}.$$

Значения кинематических уменьшений заднего и бокового углов резца могут быть рассчитаны по ниже приведенным зависимостям:

$$\Delta\beta = \operatorname{arctg} \frac{V_{n\partial} \cdot \sin\varphi + V_{\bar{b}z} \cdot \cos\varphi}{V_p + V_{n\partial} \cdot \cos\varphi - V_{\bar{b}z} \cdot \sin\varphi}; \quad (5)$$

$$\Delta\gamma = \operatorname{arctg} \frac{V_{\bar{b}n} \cdot \cos\varphi}{V_p + V_{n\partial} \cdot \cos\varphi - V_{\bar{b}z} \cdot \sin\varphi}. \quad (6)$$

На рис. 3 приведены зависимости изменения толщины (h) и ширины (t) среза, кинематических уменьшений заднего ($\Delta\beta$) и бокового ($\Delta\gamma$) углов резца от угла его положения, рассчитанные по формулам (2,3,5,6) для комбайна Урал-10КС. При расчетах были приняты следующие параметры исполнительного органа комбайна: $V_{n\partial}=20$ м/ч; $n_g=4,74$ об/мин; $n_\partial=41,57$ об/мин; $z_\partial=12$; $\kappa_\partial=2$; $\varphi=0\dots180^\circ$; $d_\partial=1,04$ м; $A=0,43$ м; $C=0,89$ м.

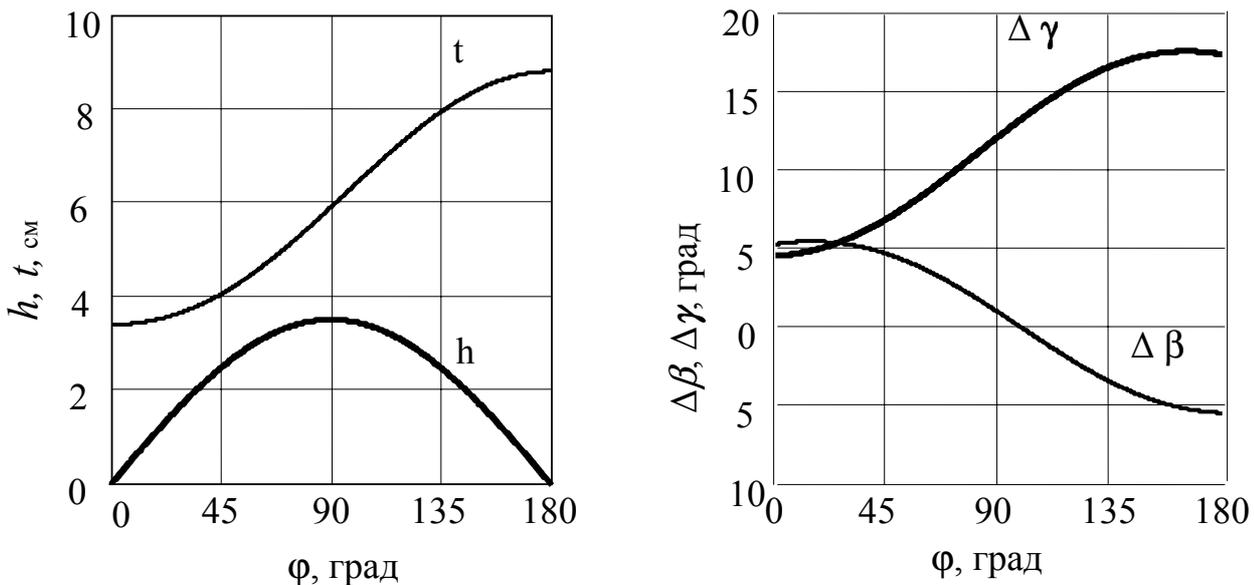


Рисунок 3 – Зависимости изменения толщины (h) и ширины (t) среза, кинематических уменьшений заднего ($\Delta\beta$), и бокового ($\Delta\gamma$) углов резца от угла его положения φ для комбайна Урал-10КС.

Из анализа приведенных зависимостей установлено, что с увеличением угла положения резца φ от 0 до 180°:

- толщина среза изменяется по синусоидальному закону, достигая своего максимального значения при $\varphi=90^\circ$, а ширина среза увеличивается с 3см до 9см (т.е. увеличивается от 0.5 до 1.5 ее средней величины), принимая максимальные и минимальные значения при малых толщинах среза и среднюю величину при максимальной толщине;

- кинематические уменьшения заднего угла резца изменяются от 5° до -5°, что свидетельствует о том, что величина заднего угла резца в процессе работы остается положительной (конструктивная величина заднего угла резца составляет 10°);

- кинематические уменьшения бокового угла резца изменяются от 5° до 17,5°; это свидетельствует о том, что при конструктивной величине бокового угла резца 10° в процессе работы комбайна боковой угол его резцов, с учетом его кинематического изменения, имеет отрицательное значение на углах фрезерования от 70° до 180°, в пределах которых толщины среза находится в диапазоне от 0 до h_{max} .

Выводы и направления дальнейших исследований.

Разработано математическое обеспечение для анализа процесса формирования параметров среза и кинематических изменений углов резца планетарного исполнительного органа.

Установлено, что особенностью формирования параметров среза и кинематических изменений на резцах планетарного исполнительного органа являются:

- существенные изменения как толщины среза (от 0 до h_{max}), так и его ширины (от 0.5 до 1.5 ее средней величины), при этом максимальная ширина среза формируется на резце при его расположении на максимальном удалении от оси вращения водила, а минимальная – на минимальном;

- значительные кинематические уменьшения бокового угла резца (от 5° до 17,5°) и отрицательные его значения (с учетом этих кинематических изменений) на углах фрезерования от 70° до 180°, в пределах которых толщины среза находится в диапазоне от 0 до h_{max} , при этом минимальное значение бокового угла резца формируется при его расположении на максимальном удалении от оси вращения водила.

Одной из возможных причин выхода из строя резцов с плоской передней гранью являются отрицательные значения их бокового угла при работе комбайна Урал-10КС.

Направлениями дальнейших исследований являются:

- оценка влияния существенных кинематических изменений боковых углов резца на его нагруженность на основе экспериментальных и теоретических исследований;

- установление закономерностей влияния параметров исполнительного органа на кинематические изменения углов резца, параметры среза и энергоемкость процесса разрушения;

- обоснование параметров планетарного исполнительного органа и резца с целью повышения эффективности работы комбайнов на основе снижения энергоемкости процесса разрушения и повышения его надежности.

Список источников.

1. Отчет о научно-исследовательской работе «Проведение исследований, разработка и изготовление опытной партии и испытание режущего инструмента для проходческо-очистных комбайнов, обеспечивающего уменьшение выхода пылевидных фракций. (заключительный 0870, УкрНИИсоль, Артемовск 2004).
2. Семенченко А.К., Шабаев О.Е., Семенченко Д.А., Хиценко Н.В. Перспективы развития проходческих комбайнов. Каталог-справочник Горная техника 2006. 8-15 с.
3. Семенченко А.К., Кравченко В.М., Шабаев О.Е. Теоретические основы анализа и синтеза горных машин и процесса их восстановления как динамических систем - Донецк: РВА ДонНТУ, 2002. - 302с.
4. Шабаев О.Е., Семенченко Д.А., Степаненко Е.Ю., Хиценко Н.В. Создание исполнительных органов для высокопроизводительных горных машин. // Nowoczesne metody eksploatacji wegla i skal zwierych (monografia), «Techniki urabiania 2007», Akademia gorniczo-hutnicza im. Stanislawo Staszica w Krakowie. Krakow 2007. - С. 95-101
5. Горбатов П.А., Кондрахин В.П. Закономерности формирования толщины стружки, снимаемой резцом горного комбайна // Изв. вузов. Горный журнал. - 1991. - № 10 -С 75-78.
6. Семенченко Д. А. Влияние кинематических изменений заднего, переднего углов поворотного резца на формирование усилия подачи// Наукові праці ДонДТУ. Серія гірничо-електромеханічна. - 2001. - Вип.27. - С.340-344..
7. Хиценко Н.В. Влияние кинематических изменений скорости подачи и глубины зарубки в массив исполнительного органа на эффективность работы проходческого комбайна // Прогрессивные технологии и системы машиностроения. – Донецк: ДонГТУ, 2002 – Вып. 23. – С. 151-156.
8. Исследование основных закономерностей резания калийных солей: Отчет/ Тульск. политехи, ин-т; Руководитель И. Г. Шмакин; № ГР. 8011801; Инв. № Б288398 - Тула, 1973.-126 с.
9. Исследование разрушаемости соляных пород в установившемся режиме резания с учетом влияния затупленности режущего инструмента: Отчет / Перм НИУИ; Руководитель Д. М. Светличный.- Пермь, 1964.

Дата поступления статьи в редакцию: 5.11.08