

УДК 622.232

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ, ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ АКСИАЛЬНОЙ КОРОНКИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА РАЗРУШЕНИЯ ЗАБОЯ

Семенченко А.К., докт. техн. наук, проф., Шабаев О.Е., канд. техн. наук, доц., Семенченко Д.А., канд. техн. наук, Хиценко Н.В., канд. техн. наук, доц.

Донецкий национальный технический университет

Установлено влияние формы боковой поверхности, количества спиралей и параметров их навивки для аксиальной коронки на эффективность процесса стружкообразования

The influence of side face form, quantity and parameters of spirals of transverse cutting head on cutting process effectiveness is established.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

В настоящее время для механизации процесса прохождения выработок в подземных условиях широко используются проходческие комбайны избирательного действия, оснащенные резцовым корончатым исполнительным органом. Эффективность работы этих комбайнов в значительной мере определяется характеристиками процесса взаимодействия коронки с разрушаемым массивом. Именно этот процесс определяет удельные энергозатраты разрушения, характер и величину внешних нагрузок, действующих от разрушаемого массива на комбайн, а следовательно, оказывает определяющее влияние на производительность и надежность машины. Основными факторами, определяющими показатели процесса разрушения, являются параметры коронки и режимы ее работы.

Анализ исследований и публикаций. Действующий отраслевой стандарт [1] расчета вектора внешней нагрузки на исполнительном органе проходческого комбайна не учитывает в полной мере характер стружкообразования на резцах аксиальной коронки, что приводит к существенным погрешностям определения исходных данных для расчетов элементов конструкции комбайна. В работе [2] предложена математическая модель, позволившая более точно описать процесс разрушения забоя исполнительным органом избирательного действия. Недостатком данной модели является неучет влияния количества спиралей и параметров их навивки на формирование параметров сре-

за. Необходимость обоснования переменных проектирования и функций ограничения математической модели оптимизации параметров аксиальной коронки требует более глубоких исследований по установлению, до настоящего времени недостаточно изученных, закономерностей влияния формы коронки на процесс формирования толщин среза на резцах, а так же кинематические изменения [3] углов резцов и энергозатраты разрушения.

Постановка задачи. Целью исследований является установление закономерностей процесса разрушения горного массива и формирования вектора внешнего возмущения при работе аксиальных коронок в различных режимах обработки забоя исполнительным органом.

Изложение материала и результаты. Для проведения исследований была использована разработанная математическая модель вектора внешнего возмущения [4] и зависимости для задания составляющих сил резания на резце от параметров среза, полученные экспериментально при разрушении углцементного блока резцом Р32-70 [5].

Так как форма и параметры боковой поверхности коронки оказывают существенное влияние на распределение толщины среза резцов [4] то, для оценки их влияния на эффективность работы исполнительного органа проходческого комбайна при боковом резе, была принята величина относительных удельных энергозатрат на разрушение. Обоснованием принятия этого критерия также является то, что основной объем разрушаемого массива при проходке выработки приходится на боковой рез и определяющее влияние на техническую производительность комбайна оказывают удельные энергозатраты на разрушение в этом режиме.

Величина относительных удельных энергозатрат определялась как отношение удельных энергозатрат на разрушение массива коронками различной формы к удельным энергозатратам при работе коронки с конической боковой поверхностью. При определении этого показателя рассматривались коронки с одинаковым значением параметра формы K (ширина наружной боковой поверхности коронки).

На рис.1 приведены зависимости относительных удельных энергозатрат от максимальной толщины стружки на резцах опережающими коронками конической, параболической и эллипсоидальной формами боковых поверхностей, для различных значений K . Данные для построения этих зависимостей были взяты из результатов модельного

експеримента, полученных для коронки с максимальным радиусом установки резцов $R_k = 500\text{мм}$, количестве лопастей $N_3 = 4$, и максимальном значении угла сдвига резцов на лопасти $\varphi_m = 2\pi$ для последовательной схеме обработки забоя исполнительным органом с величиной заглубления коронки в массив $B_3 = 0.8\text{м}$ и высотой фрезирования $\Delta H = 0.2\text{м}$.

Для установления закономерностей влияния количества N_3 , направления и максимального угла навивки спиралей φ_m на процесс стружкообразования были построены сечения поверхности забоя горизонтальной плоскостью, проходящей через ось вращения коронки.

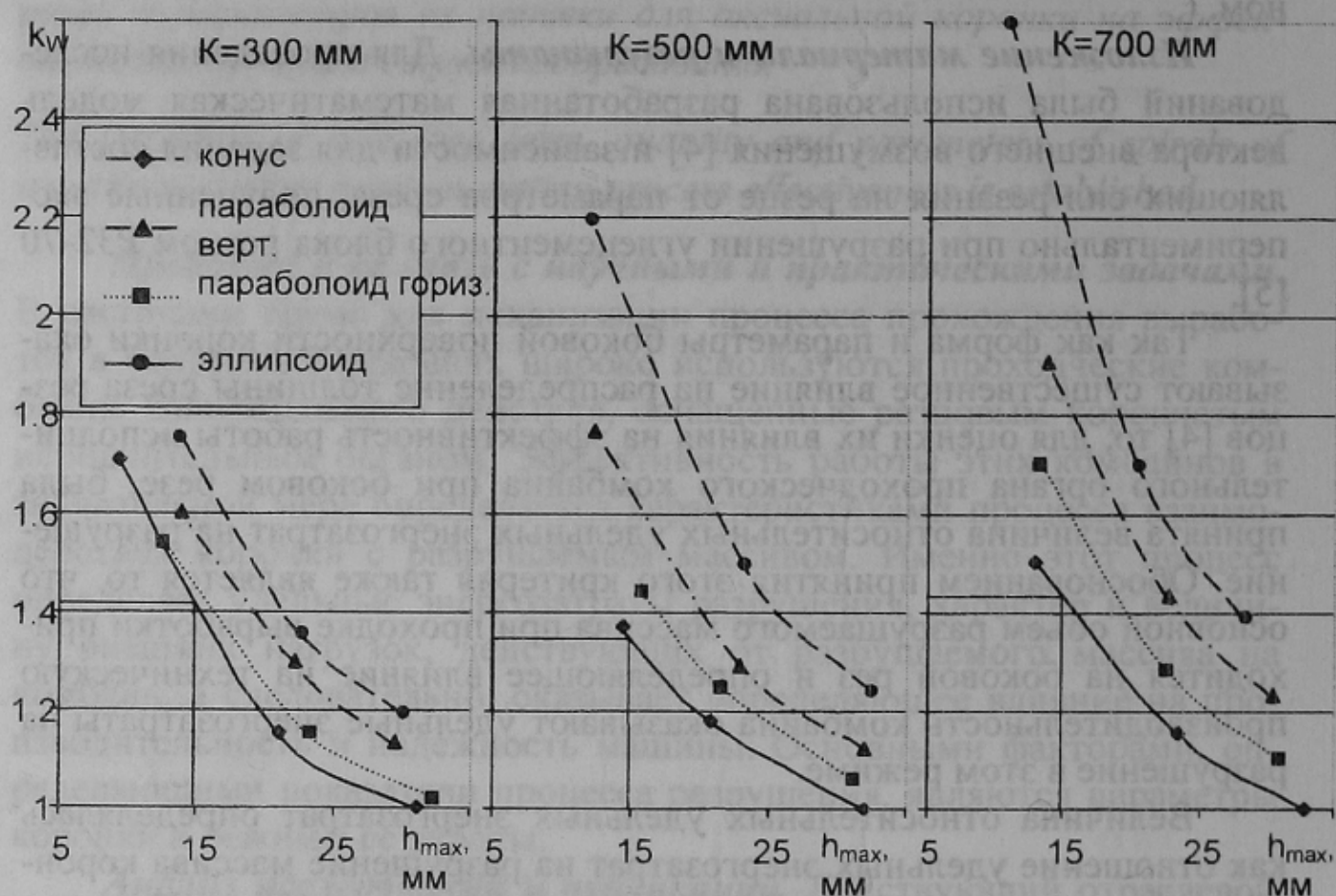
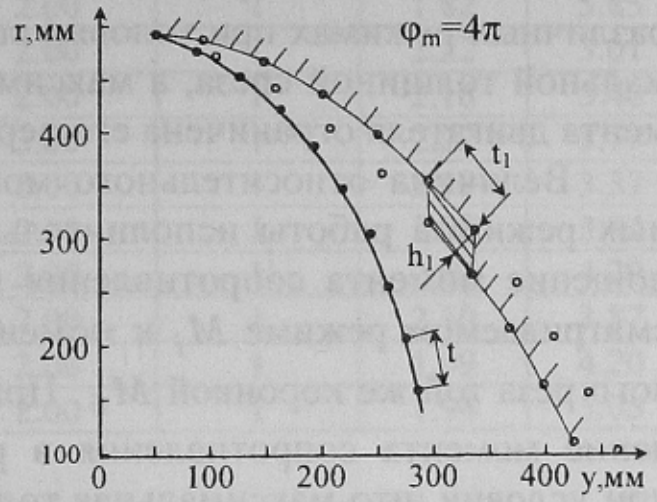
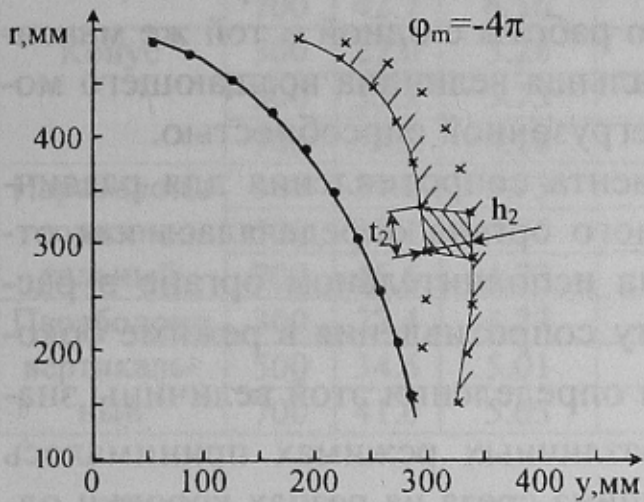
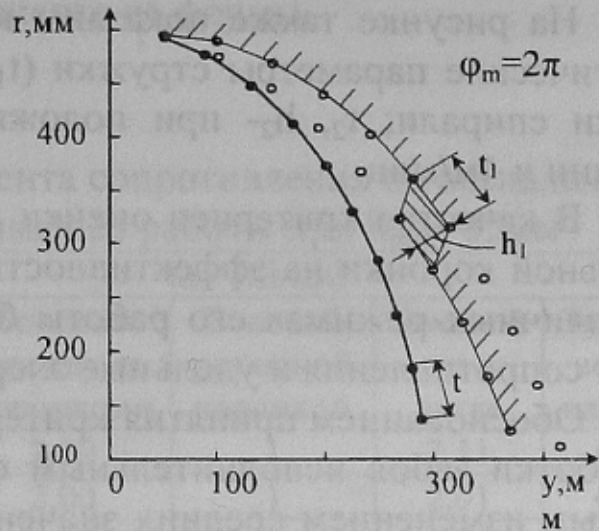
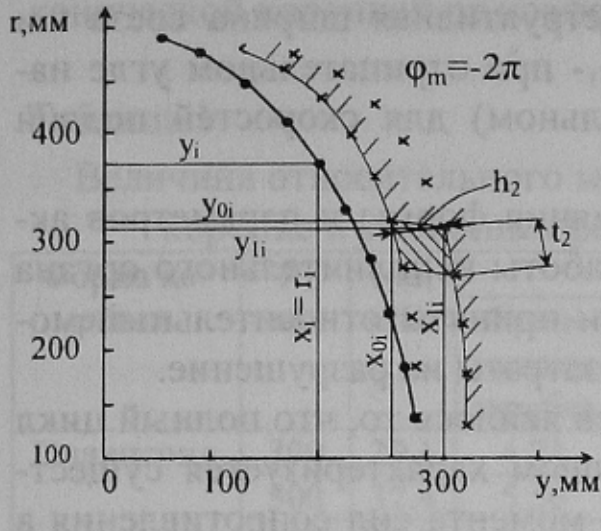


Рисунок 1 - Зависимости относительных удельных энергозатрат k_w от максимальной толщины стружки на резцах при боковом резе аксиальными коронками с различной формой и параметрами

В качестве примера на рис. 2 приведены сечения забоя при конической форме боковой поверхности коронки, имеющей радиус $R_k = 500\text{ мм}$, параметр формы $K = 300\text{ мм}$ и конструктивную ширину

$N_3=2, V_n=2\text{м/мин}$



$N_3=4, V_n=4\text{м/мин}$

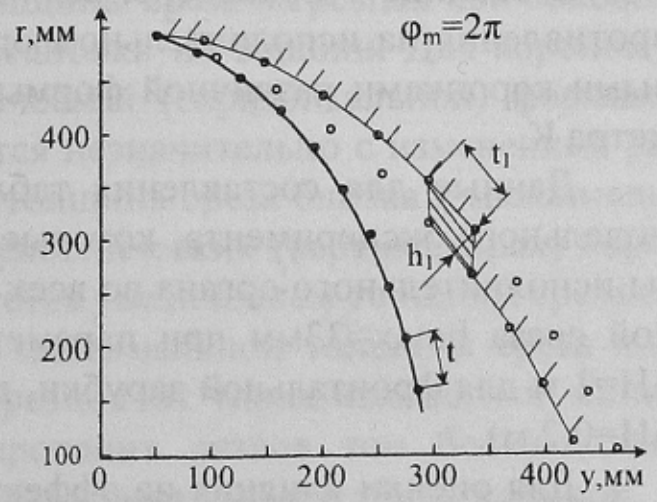
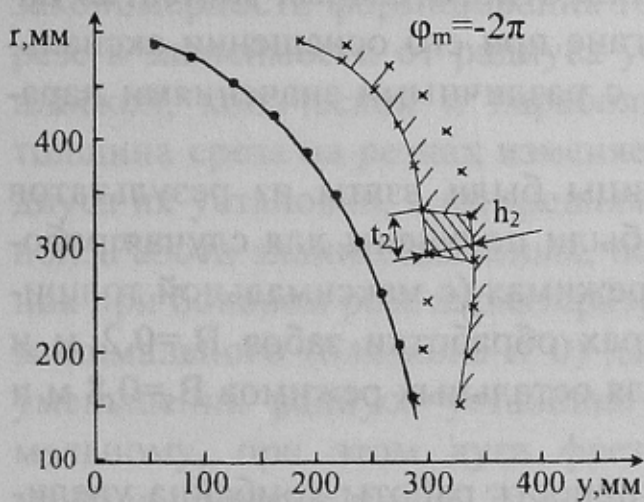


Рисунок 2 – Форма поверхности забоя и параметры среза, образуемые при боковом резе резцами лопасти эллипсоидальной коронки (в горизонтальном сечении, проходящем через ее ось вращения), при различных значениях заходности N_3 , направления и величины угла навивки ϕ_m спирали

среза $t=40$ мм при различных значениях N_3 (2; 4) и φ_m (-4π ; -2π ; 2π ; 4π). На рисунке также показаны конструктивная ширина среза t и фактические параметры стружки (t_1 , h_1 - при отрицательном угле навивки спирали; t_2 , h_2 - при положительном) для скоростей подачи 2м/мин и 4м/мин.

В качестве критериев оценки влияния формы и параметров аксиальной коронки на эффективность работы исполнительного органа в различных режимах его работы были приняты относительный момент сопротивления и удельные энергозатраты на разрушение.

Обоснованием принятия критериев явилось то, что полный цикл обработки забоя исполнительным органом характеризуется существенным изменением средних значений момента сил сопротивления в различных режимах при условии его работы с одной и той же максимальной толщиной среза, а максимальная величина вращающего момента двигателя ограничена его перегрузочной способностью.

Величина относительного момента сопротивления для различных режимов работы исполнительного органа определялась как отношение момента сопротивления на исполнительном органе в рассматриваемом режиме M_i к моменту сопротивления в режиме бокового реза той же коронкой M_b . При определении этой величины значение момента сопротивления в различных режимах принималось при условии, что максимальная толщина среза на резцах коронки одна и также для всех режимов.

В таблице 1 приведены величины относительных моментов сопротивления на исполнительном органе при его оснащении аксиальными коронками различной формы, с различными значениями параметра K .

Данные для составления таблицы были взяты из результатов модельного эксперимента, которые были получены для случая работы исполнительного органа во всех режимах (с максимальной толщиной среза $h_{\max} \approx 33$ мм при параметрах обработки забоя $V_3=0,2$ м и $\Delta H=1$ м для фронтальной зарубки, для остальных режимов $V_3=0,8$ м и $\Delta H=0,2$ м).

Для оценки влияния на эффективность работы комбайна увеличения момента сопротивления и удельных энергозатрат разрушения массива в режимах зарубки были построены зависимости снижения скорости подачи исполнительного органа для аксиальных коронок различной формы от величины параметра формы K , приведенные на рис 3. На этом рисунке так же приведена, для сравнения зависимость

снижения скорости подачи исполнительного органа при боковом резе конической коронкой от коэффициента ее формы.

Таблица 1

Величина относительного момента сопротивления на аксиальной коронке в различных режимах ее работы при $h_{max}=33\text{мм}$

Форма коронки	К, мм	Мб, кНм	$k_m = M_i / M_b$				
			Фронтальная зарубка	Боковой рез двумя коронками	Боковой рез одной коронкой	Боковой рез в кутке	Зарубка вертикальная
Эллипсоид	300	29.1	4.71	2.00	1	2.11	4.26
	500	37.4	5.56	2.00	1	2.01	4.97
	700	42.7	6.56	2.00	1	1.82	5.85
Конус	300	27.0	3.28	2.00	1	2.22	3.01
	500	33.3	3.75	2.00	1	2.16	3.40
	700	38.5	4.18	2.00	1	2.22	3.79
Параболоид горизонтальный	300	30.6	3.73	2.00	1	2.19	3.37
	500	38.1	4.36	2.00	1	2.08	3.94
	700	46.6	4.72	2.00	1	2.02	4.29
Параболоид вертикальный	300	27.4	4.27	2.00	1	2.10	3.87
	500	34.5	5.01	2.00	1	1.99	4.20
	700	41.0	5.63	2.00	1	1.94	5.05

Выводы и направление дальнейших исследований.

1. Форма боковой поверхности аксиальных коронок определяет закономерности формирования толщины среза на резцах при боковом резе в зависимости от радиуса установки их вершин. Для коронок с плоской, конической и параболической (горизонтальной) формами толщина среза на резцах изменяется незначительно с изменением радиуса их установки, а их средняя толщина среза близка к максимальной. Работа эллипсоидальных, параболических (вертикальных) коронок при боковом резе характеризуется увеличением толщины среза от минимального (близкого к 0) до максимальной толщины среза при уменьшении радиуса установки резцов от максимального к минимальному, при этом дуга фрезерования резцов тем больше, чем меньше толщина среза. Это обуславливает работу таких коронок, в рассматриваемом режиме, с большим удельным весом разрушения массива с малыми толщинами среза и значительное уменьшение средней толщины среза в сравнении максимальной. Увеличение параметра формы К этих коронок приводит к увеличению удельного

веса разрушения массива с малыми толщинами среза и, как следствие, к снижению эффективности разрушения.

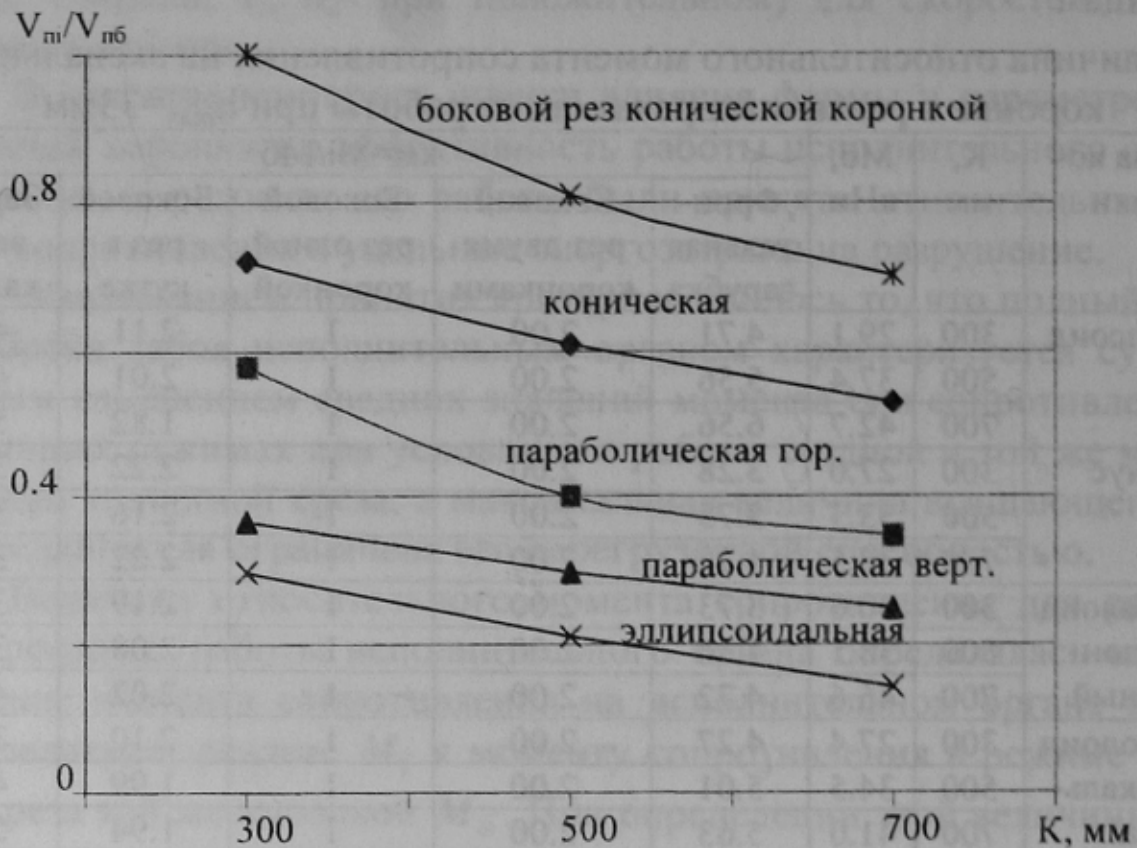


Рисунок 3 – Залежності відносної швидкості подачі виконавчого органу при боковому різі конічної коронкою і зарубці вверх коронками різної форми від величини параметра їх форми K ($R_k=500\text{мм}$)

2. Кількість спіралей, напрямлення і величина кута їх навивки, оказують суттєве впливання на параметри процесу стружкоутворення при боковому різі виконавчого органу, оснащеного аксіальними коронками. При позитивному напрямленні навивки спіралей (зсув резов спіралей, по мірі зменшення радіуса установки їх вершини, протилежно напрямленню обертання коронки) товщина стружки на резах зменшується, а її ширина збільшується порівняно з конструктивною. При негативному напрямленні навивки спіралей, товщина стружки збільшується, а ширина среза зменшується. Інтенсивність цих змін збільшується з ростом кількості спіралей і величини кута їх навивки.

3. Величина удільних енергозатрат на руйнування масиву виконавчим органом оснащеним аксіальними коронками суще-

ственно зависит от режима работы. При полном использовании двигателя, в режимах отличных от бокового реза одной коронкой, удельные энергозатраты выше в сравнении с этим режимом. Разрушение массива с наибольшими удельными энергозатратами происходит в режимах фронтальной и вертикальной зарубок. При этом наименьшее увеличение удельных энергозатрат для режимов зарубки имеет место при конической форме коронки и наибольшее при эллипсоидальной. Для всех исследованных форм коронок, увеличение параметра формы K приводит к относительному росту удельных энергозатрат.

Таким образом, при оптимизации конструктивных и режимных параметров исполнительного органа с аксиальными коронками, форма коронки, ее геометрические параметры, количество лопастей, направление и величина максимального угла их навивки, должны рассматриваться переменными проектирования, в значительной степени определяющих эффективность процесса разрушения массива. Оптимизация этих параметров должна выполняться с учетом возможных максимальных кинематических изменений углов резцов как ограничивающих факторов, а так же с учетом многообразия режимов работы исполнительного органа и зависимостей для определения силы резания, особенно при малой толщине среза на резцах, для конкретных условий эксплуатации комбайна.

Список источников.

1. ОСТ 12.44.197-81. Комбайны проходческие со стреловидным исполнительным органом. Расчет эксплуатационной нагруженности трансмиссии исполнительного органа. Методика. – М., 1981. – 48 с.
2. Семенченко А.К., Шабаев О.Е., Витковский В.Л. и др. Математическая модель резового исполнительного органа // Сб. научн. трудов НГА Украины. – Днепропетровск: РИК НГА Украины. - №3, Т.6. - С.53-57.
3. Горбатов П.А. Динамические взаимодействия резца шнековых исполнительных органов очистных комбайнов с горным массивом// Известия вузов. Горный журнал. – 1990. - № 10. – С. 105-109.
4. Гуляев В.Г., Семенченко Д.А. Определение удельных энергозатрат и вектора внешнего возмущения корончатого исполнительного органа проходческого комбайна в различных режимах обработки забоя. // Наукові праці ДонДТУ. Серія гірничо-електромеханічна. Донецьк - 2001. - Вип.35. - С.38-47.
5. Семенченко Д.А. Влияние кинематических изменений заднего и переднего углов поворотного резца на формирование усилия подачи// Наукові праці ДонДТУ. Серія гірничо-електромеханічна. Донецьк - 2001. - Вип.27. - С.340-344.