

ШНЕКОВЫЕ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОРГАНЫ ОЧИСТНЫХ КОМБАЙНОВ СОВРЕМЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ

Вассерман И.Г., канд. техн. наук, Головин В.Л., инженер,
Рябченко А.С., инженер, ГП "ДОНГИПРОУГЛЕМАШ",
Кондрахин В.П., докт. тех. наук., проф., Донецкий
национальный технический университет

Приведено обоснование технических решений, использованных при создании шнековых исполнительных органов для комбайнов нового поколения.

The basis of the technical solutions, used for design screw working units of the new generation cutter loaders is given.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

За период 2001-2003 гг. созданы и прошли промышленные испытания на ряде шахт Украины очистные комбайны современного технического уровня УКД300, КДК500, КДК700 [1,2]. Характерные особенности этих машин:

- повышенный ресурс (до 15 тыс. часов) за счет применения высококачественных материалов и комплектующих узлов как отечественного, так и зарубежного производства;
- использование частотно-регулируемого электрического преобразователя для плавного регулирования скорости подачи в широком диапазоне (от 0 до 10-15 м/мин), поддержания нагрузки двигателей резания на определенном уровне, регулирование скорости подачи в функции нагрузки двигателей резания, а также рекуперативное торможение электропривода, защиты от поломок элементов трансмиссий;
- блочно-модульная конструкция;
- повышенная энерговооруженность по отношению к серийным машинам.

Выпускаемые серийно шнековые исполнительные органы не были использованы по ряду причин:

- повышенная мощность двигателей, установленных в редукторах резания (до 180 кВт – УКД300, до 250 кВт – КДК500, до 355 кВт – КДК700), требует сравнительно больших габаритов выход-

ного вала, а, следовательно, и диаметров ступиц исполнительных органов;

- отсутствие надежного крепления резцов в резцедержателях, несмотря на многообразие конструкций;
- интенсивный износ рабочих поверхностей лопастей;
- отсутствие исполнительного органа с шириной захвата 0,7 м, конструктивно необходимого для комбайна УКД300.

Высокая производительность новых комбайнов и интенсивные режимы их работы логично потребовали создания новых исполнительных органов.

Анализ исследований и публикаций. Исследования по определению факторов, влияющих на выбор параметров шнековых исполнительных органов, и закономерностей этого влияния, широко проводились в Московском горном университете, ИГД им. А.А. Скочинского, ДонНТУ и Кузбасском государственном техническом университете. Проблеме проектирования шнековых исполнительных органов очистных комбайнов посвящено большое количество работ [3,4,5 и др.]. Однако спроектированные с использованием традиционных методик и подходов шнеки имеют недостаточную надежность. По данным шахт “Трудовская” ГП “Донецкуголь”, “Павлоградская” ОАО “Павлоградуголь” и многих других шахт, срок службы шнекового исполнительного органа очистных комбайнов не превышает двух-трех месяцев. В связи с этим возникла необходимость в разработке новых технических решений, обеспечивающих повышение надежности и эффективности шнековых исполнительных органов очистных комбайнов современного технического уровня.

Постановка задачи. Задачей настоящей работы является разработка и обоснование технических решений, обеспечивающих повышение технического уровня новых шнековых исполнительных органов.

Изложение материала и результаты. Одним из основных вопросов при проектировании исполнительных органов очистных комбайнов является выбор типа режущего инструмента. При проектировании решено было оснащать шнековые органы тангенциальными резцами типа РГ501, поскольку “применение тангенциальных резцов позволяет улучшить сортность сланцев и углей, уменьшить энергоемкость выемки и снизить пылеобразование” [3]. Кроме того, длительный опыт эксплуатации радиальных резцов типа ЗР4.80 показал ненадежную их работу в кутковой зоне при выполнении комбайном

самозарубки "косыми заездами". Поэтому на исполнительных органах и в забойной части, и на лобовине устанавливаются резцы тангенциального типа.

Резцедержатель выполнен комбинированным [6], что позволяет разместить в его корпусе резец, втулку и форсунку одновременно. Высокая твердость закаленной втулки практически исключает пластические деформации посадочного места и заклинивание резца во время работы. Форсунка, установленная непосредственно за резцом, обеспечивает пылеподавление и искрогашение (форма факела – "конус"). Такое расположение форсунки надежно защищает ее от износа при работе шнекового органа. Крепление резца и форсунки в корпусе резцедержателя с целью сокращения затрат времени на их замену выполнено с помощью пружинных фиксаторов.

Погрузочные поверхности лопастей шнековых органов защищены сменными приварными листами из износостойкой стали, что, во-первых, продлевает срок службы исполнительного органа, во-вторых, более гладкие поверхности листов улучшают погрузочную способность органа [4]. Однако при применении этих листов рабочее пространство между лопастями уменьшается, как минимум, на 20 мм. Для повышения долговечности исполнительных органов торцевые поверхности лобовин имеют наплавку из легированных износостойких материалов.

Для указанных шнеков была разработана схема расстановки резцов [7,8], имеющая в зоне кутковых резцов (на лобовине) отличия от традиционной схемы расстановки с увеличенным количеством крайних кутковых резцов. Резцы расположены на лобовине таким образом, что образуют не только обратный веер по отношению к забойным резцам, а также содержат один или два так называемых "разгрузочных" резца.

На рис.1 приведены схемы разрушения забоя, соответствующие максимальной толщине серповидной стружки, для традиционной (а) и новой (б) схем расстановки кутковых резцов с учетом их геометрических и установочных параметров [9]. Параметры Н и L, характеризующие размеры кутковой зоны, на обеих схемах приняты одинаковыми. Цифрами на схеме обозначена очередность снятия стружек.

При работе исполнительного органа с традиционной схемой расстановки резцов между резцом, расположенным в кутковой группе последним по угловой координате (сечение 11 на рис.1а), и резцом,

расположенным в начале лопасти шнека (сечение 7 на рис.1а), образуется целик полезного ископаемого шириной, которая почти в два раза превышает ширину стружки для забойных резцов. Поэтому резец, расположенный в начале лопасти исполнительного органа (сечение 7 на рис.1а), осуществляет наиболее энергоемкий блокированный вид разрушения. При этом соответствующие резец и резцедержатель испытывают значительные динамические нагрузки.

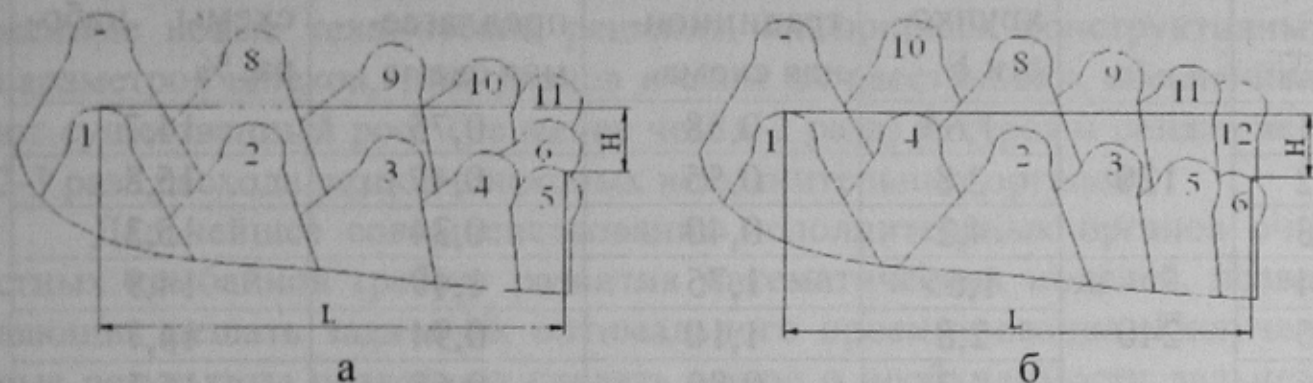


Рисунок 1 – Схемы разрушения забоя в кутковой зоне:
 а) традиционная; б) предлагаемая

Как видно из рис.1б, указанные выше “разгрузочные” резцы (сечения 4,10) устраняют данный недостаток, образуя для резца, расположенного в начале лопасти (сечение 7) дополнительную плоскость обнажения. По сути дела, в предлагаемой схеме расстановки резцов реализована комбинированная (последовательная и шахматная) схема разрушения забоя, в то время как в традиционной – последовательная схема разрушения.

Для сравнительного анализа традиционной и новой схем набора кутковых резцов при прочих равных условиях определялись ширина, толщина и площадь сечения стружки. Для каждого из резцов по методике [10] определялась сила резания Z . Для обоснования необходимости применения новой схемы расстановки кутковых резцов и ориентировочной оценки ее эффективности использован наиболее часто употребляемый показатель – удельные энергозатраты (энергоёмкость) резания $H_w = 0,00272 \cdot Z/S$, кВт·ч/м³ [3]. Результаты расчетов сведены в таблицу 1.

Анализ силовой уравновешенности серийных и новых шнековых исполнительных органов производился путем определения и сравнения коэффициента вариации суммарной силы резания $v_{1и}$, определенного по методике [10]. Так, при прочих равных условиях для серийного шнека ШМ148К и нового для комбайна КДК500, имеющих диаметр 1400 мм, ширину захвата 0,8 м, 54 резца, пятнадцать из ко-

торых установлены на лобовине, коэффициент $v_{ли}$ составляет соответственно 0,0075 и 0,0064.

Таблица 1 – Анализ удельных энергозатрат при резании в кутковой зоне

№ п/п	A _p , кН/м	Показатель степени хрупкости E	Энергоемкость разрушения H _w , кВт·ч/м ³ , для резцов в кутковой зоне		Снижение энергоемкости для новой схемы набора, %
			традиционная схема	предлагаемая схема	
1	120	1,65	0,88	0,75	14,7
2		2,8	0,55	0,47	15,8
3		4,2	0,40	0,34	15,3
4	240	1,65	1,75	1,49	14,9
5		2,8	1,10	0,94	14,7
6		4,2	0,80	0,68	15,3
7	360	1,65	2,62	2,24	14,5
8		2,8	1,66	1,41	15,1
9		4,2	1,20	1,02	15,0

Таким образом, использование новой схемы обеспечивает снижение удельных энергозатрат на разрушение угля в кутковой зоне примерно на 15 %, снижение силовой неуравновешенности шнеков не менее чем на 10 %, что наряду с новыми конструктивными решениями позволило существенно повысить их надежность. В настоящее время выпущено более двадцати шнеков новой конструкции диаметром 0,8-2,0 м. Опыт эксплуатации подтвердил высокую эффективность новых исполнительных органов. Так, на шахте "Трудовская" ГП "Донецкуголь" выемка столба длиной 1600м при длине лавы 210м и мощности пласта 1,45-1,5м произведена комбайном РКУ10 с установленным на нем шнеком конструкции института ГП "ДОНГИ-ПРОУГЛЕМАШ" без замены исполнительного органа. В то же время, шнеки традиционной конструкции на этой же шахте в аналогичных условиях после выемки 90 м столба приходилось демонтировать для ремонта или полной замены. В целом опыт эксплуатации показал, что шнеки новой конструкции по сравнению с серийными обладают как минимум в 2 раза большей долговечностью и в 2-3 раза меньшим расходом режущего инструмента.

Опыт создания шнеков новой конструкции показал важность разработки математических моделей, позволяющих на стадии проектирования выбирать оптимальные параметры исполнительных орга-

нов и других узлов комбайна. При этом одной из нерешенных проблем является учет пространственных перемещений исполнительного органа в пространстве забоя, в том числе в направлении оси его вращения. В работе [11] предложен алгоритм определения толщины стружки с учетом указанных перемещений, пригодный для дискретного представления траекторий в виде отрезков прямых линий.

Выводы и направление дальнейших исследований. Предложенные новые технические решения, касающиеся конструктивных параметров шнеков, типа резцов и схем их расстановки, обеспечивают существенный рост (не менее чем в 2 раза) ресурса и снижение в 2-3 раза расхода резцов шнековых исполнительных органов.

Дальнейшее совершенствование исполнительных органов очистных комбайнов требует развития математических моделей, позволяющих решать задачи их оптимального проектирования. Полученные результаты позволяют сделать вывод о необходимости дальнейшего исследования режимов работы шнековых исполнительных органов с новой схемой расстановки резцов в кутковой зоне.

Список источников.

1. Костюков В.М., Сошенко И.Н. Высокопроизводительные очистные комбайны нового поколения КДК500 и КДК700 для пластов мощностью 1,35 – 4,3 м. / Уголь Украины. – №9 – 2003 г. – с.13-16.
2. Стадник Н.И., Бойко Г.Г., Рябченко А.С. Очистные комбайны УКД200 и УКД300 для эффективной отработки тонких пластов. / Уголь Украины. – №9 – 2003 г. – с.19-22.
3. Позин Е.З., Меламед В.З., Тон В.В. Разрушение углей выемочными машинами / Под ред. Е.З. Позина. – М.: Недра, 1984. – 288 с.
4. Миничев В.И. Угледобывающие комбайны. Конструирование и расчет. М., “Машиностроение”, 1976. – 248 с.
5. Исполнительные органы очистных комбайнов для тонких пологих пластов / Бойко Н.Г., Болтян А.В., Шевцов В.Г., Марков Н.А. – Донецк, “Донецчина”, 1996. – 223 с.
6. Патент Украины №60825 от 27.02.2003г. на изобретение “Держатель резца со встроенной форсункой”, опубл. 15.10. 2003г.
7. Патент Украины №56953 от 08.01.2003г. на изобретение “Шнековый исполнительный орган очистного комбайна”, опубл. 15.05. 2003г.
8. Патент Украины №56954 от 08.01.2003г. на изобретение “Шнековый исполнительный орган очистного комбайна”, опубл. 15.05. 2003г.
9. В.З.Меламед, Я.Л. Цыпин. Нагруженность поворотных резцов типа РКС при разрушении углей исполнительными органами очистных комбайнов. / Вопросы разрушения углей и горных пород. Научные сообщения. Вып.249 – 1986 г. – с.29-34.
10. КД 12.10.040-99. Изделия угольного машиностроения. Комбайны очистные. Методика выбора параметров и расчета сил резания и подачи на исполнительных органах. Введен с 01.01.2000. – Донецк: Минуглепром Украины, 1999. – 75с.
11. Кондрахин В.П., Головин В.Л. Математическая модель процесса стружкообразования, учитывающая осевые перемещения исполнительного органа горного комбайна. Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: “Гірничо-електромеханічна”. Випуск 83. – Донецьк: ДонНТУ, 2004. – 306 с.