

## ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

**УДК 622.232.83.054.52**

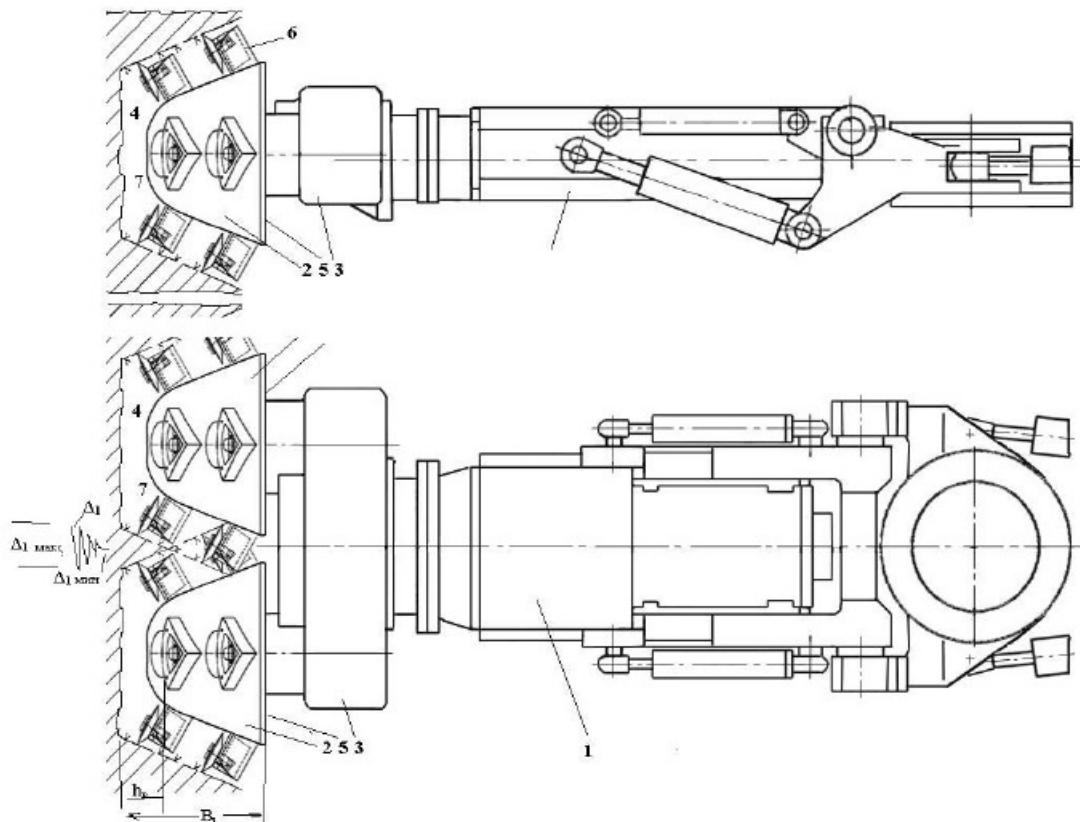
**В.И. Нестеров, Л.Е. Маметьев, А.А. Хорешок, А.Ю. Борисов**

### **ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ОРГАН ПРОХОДЧЕСКОГО КОМБАЙНА ДЛЯ СОВМЕЩЕНИЯ ПРОЦЕССОВ РАЗРУШЕНИЯ ЗАБОЯ С ДРОБЛЕНИЕМ НЕГАБАРИТОВ И ПОГРУЗКОЙ ГОРНОЙ МАССЫ**

При проходке горных выработок необходимо механизировать процессы разрушения, дробления негабаритов и погрузки разрушенного массива угольных пластов и присекаемых горных пород на транспортные средства. Это предъявляет повышенные требования к износостойкости породо-разрушающего инструмента, к элементам транспортирования и погрузки продуктов разрушения в призабойной зоне, к обеспечению механизированного способа дробления негабаритов.

На кафедре горных машин и комплексов КузГТУ разработаны варианты конструкций исполнительных органов проходческих комбайнов избирательного действия [1] для проведения горных выработок по углю и смешанному забою с крепкими и абрзивными породными прослойками и отдель-

ными включениями. Конструкции исполнительных органов позволяют расширить область применения проходческих комбайнов на разрушение структурно-неоднородных сред забойных массивов горных пород, включая негабариты, причиной появления которых являются процессы отжима и внезапных выбросов угля, породы, газа в призабойных пространствах подземных горных выработок [2]. На рис. 1 представлен общий вид исполнительного органа проходческого комбайна, содержащий стрелу 1, на которой с межцентровым расстоянием  $t_{жр}$  по осям установлены две разрушающе-погрузочные коронки 2, кинематически связанные между собой через раздаточный редуктор 3. Корпус каждой из разрушающе-погрузочных коронок 2 выполнен в виде усеченной конической поверхно-



*Рис. 1. Исполнительный орган проходческого комбайна избирательного действия*

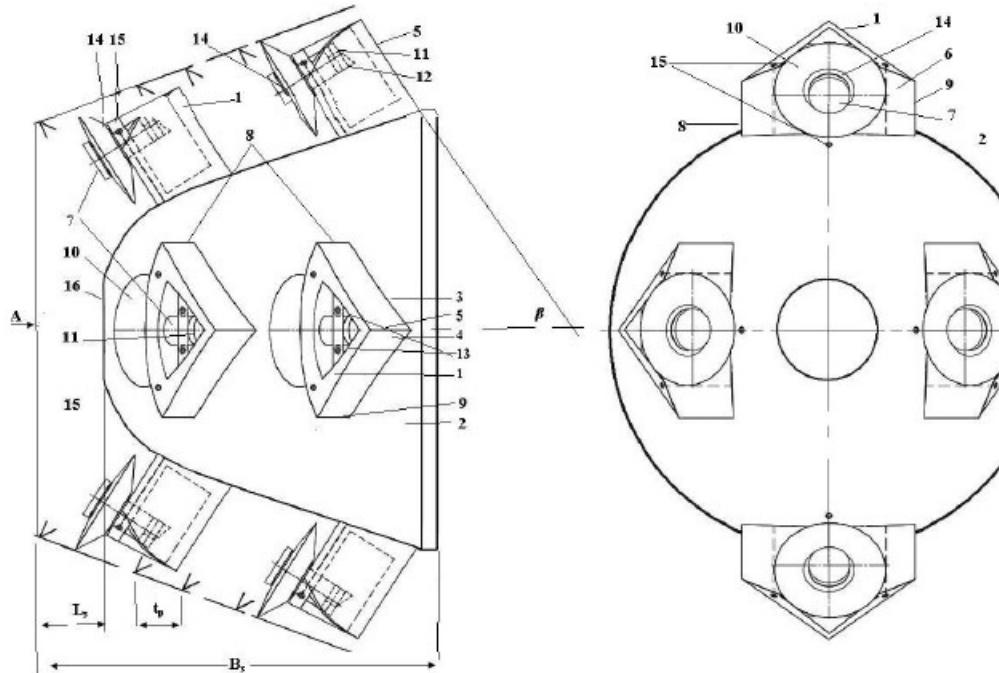


Рис. 2. Унифицированная коронка с нерегулируемой схемой набора трехгранных призм

сти, объединяющей меньшее основание 4 со стороны забоя с большим основанием 5 со стороны раздаточного редуктора 3 с длиной образующей, равной ширине захвата  $B_1$ . На наружных поверхностях каждой из разрушающе-погрузочных коронок 2 по ширине захвата  $B_1$  жестко приварены трехгранные призмы 6 с дисковыми инструментами 7 по одинаковым вариантам схемы набора. Исполнительный орган осуществляет проведение выработки циклически с поперечным перемещением разрушающе-погрузочных коронок 2 по ширине захвата  $B_1$ , вынимаемого слоя при вертикально-ступенчатой или горизонтально-ступенчатой траекториях движения стрелы 1. В процессе разрушения вертикально-ступенчатым направлением движения в межкорончатом пространстве образуется целик в виде выступа высотой  $h_1$ .

На рис. 2 каждая трехгранный призма 1 коронки 2 имеет две грани 3 и 4, которые являются прогрузочно-транспортирующими и имеют общее ребро 5. Линия, проходящая через ребро 5 пересекает продольную ось разрушающе-погрузочной коронки под острым углом  $\beta$  в направлении раздаточного редуктора (см. рис. 1), а плоскость, проходящая через ребро 5 и ось разрушающе-погрузочной коронки, симметрично размещена внутри двухгранных углов  $\varphi$ , образуемых гранями 3 и 4 трехгранный призмы 1. Третья грань 6 трехгранный призмы 1 обращена к забою и имеет сквозное отверстие для консольного размещения в забойной части оси-цапфы 7. Между собой грани 3 и 6 пересекаются по ребру 8, а грани 4 и 6 по ребру 9. При этом трехгранные призмы 1 размещены на образующих поверхностях разрушающе-

погрузочных коронок 2 по схемам набора, на которых ребра 8 образуют винтовую линию с разрывами спирали правого лопастного шнека, а ребра 9 образуют винтовую линию с разрывами спирали левого лопастного шнека. При этом на каждой коронке 2 трехгранные призмы 1 могут образовывать многозаходные лопастные спирали. На каждую ось-цапфу 7 свободно посажен дисковый инструмент 10, консольно установленный перед гранью 6. Крепежная часть оси-цапфы 7 размещена внутри трехгранный призмы 1 и жестко прикреплена планкой-замком 11 к перегородке 12 болтами 13. С обеих сторон дискового инструмента 10 установлены дистанционные торцевые кольца 14, выполняющие функцию упорных подшипников, воспринимающих осевые нагрузки при разрушении. На наружных поверхностях каждой из граней 6 трехгранных призм 1, а также на корпусах разрушающе-погрузочных коронок 2 установлены форсунки орошения 15. Дисковые инструменты 10, расположенные в одних плоскостях вращения, которые размещены по ширине захвата  $B_1$ , с определенным шагом  $t_p$  - шагом расстановки плоскостей вращения для кинематически и конструктивно увязанных трехгранных призм 1.

Дисковые инструменты 10 образуют опережающий вылет  $L_1$  от поверхности меньшего основания 16 корпуса разрушающе-погрузочной коронки 2, что способствует обеспечению беспрепятственной зарубки на требуемую ширину захвата  $B_1$ , поворотно-телескопическим способом во всех кинематических режимах эксплуатации разрушающе-погрузочных коронок 2.

На рис. 3 представлен процесс дробления негабаритов в межкорончатом пространстве, кото-

рый может быть совмещен с разрушением и погрузкой горной

массы. При этом в крайних плоскостях вращения разрушающе-погружочных коронок 1 со стороны их больших оснований 2 траектории движения трехгранных призм 3 с дисками 4 образуют зону геометрического и кинематического сопряжения по хорде с длиной  $L_x$ .

Трехгранные призмы 3 с дисковыми инструментами 4 расположены в зонах подвижного сопряжения с образованием лабиринтных зазоров в осевом  $\Delta_1$  (рис. 1) и радиальном  $\Delta_2$  (рис. 3) направлениях с переменными площадями сечений от максимальных до минимальных в направлении больших оснований корпусов разрушающе-погружочных коронок (рис. 1, 3).

При работе в межкорончатом пространстве предельная высота выступа  $h_s$  (рис. 1) зависит от межцентрового расстояния  $t_{mp}$  (рис. 1, 3) разрушающе-погружочных коронок и лабиринтных зазоров в осевом  $\Delta_1$  (рис. 1) и радиальном  $\Delta_2$  (рис. 3) направлениях, диаметров поверхностей разрушения по ширине захвата  $B_s$  (рис. 1, 2), определяемых вылетом реборд дисковых инструментов и поверхностей трехгранных призм по соответствующим шагам разрушения  $t_p$  (рис. 1, 3). Степень конструктивно-кинематического сопряжения взаимных траекторий перемещения трехгранных призм с дисковыми инструментами соответствует параметрам хорды  $L_x$  (рис. 3), изменение длины которой в направлении к меньшему основанию

конического корпуса коронки и ограничивает высоту  $h_s$  выступа целичка (рис. 1) и поверхность разрушаемого забоя в межкорончатом пространстве. Перед каждым рабочим циклом первоначально осуществляют зарубку на ширину захвата  $B_s$  разрушающе-погружочными коронками 2. Конструктивно-кинематическое сопряжение трехгранных призм 3 с дисковыми инструментами 4 (рис. 3) по линиям резания в пределах ширины захвата  $B_s$  (рис. 1, 2) обеспечивает эффективность дробления негабаритов (рис. 3) от максимальной величины в зоне меньших оснований 5 разрушающе-погружочных коронок 1 до минимальных величин в зоне больших оснований 2. Если, разрушающе-погружочные коронки 2 при этом размещены у почвы выработки, то процесс дробления негабаритов (рис. 3) совмещается с погрузкой и транспортированием (рис. 4) продуктов разрушения соответствующими гранями 3 или 4 (рис. 2) трехгранных призм 1 от забоя к приемному столу погружочного устройства проходческого комбайна.

Максимальная ширина фронта погрузки обеспечивается вращением разрушающе-погружочных коронок по направлениям  $\omega_1$  и  $\omega_2$  (рис. 3, 5), что создает внутренний транспортирующее-погружочный коридор в диапазоне параметра межцентрового расстояния  $t_{mp}$  (рис. 1, 3, 5) разрушающе-погружочных коронок.

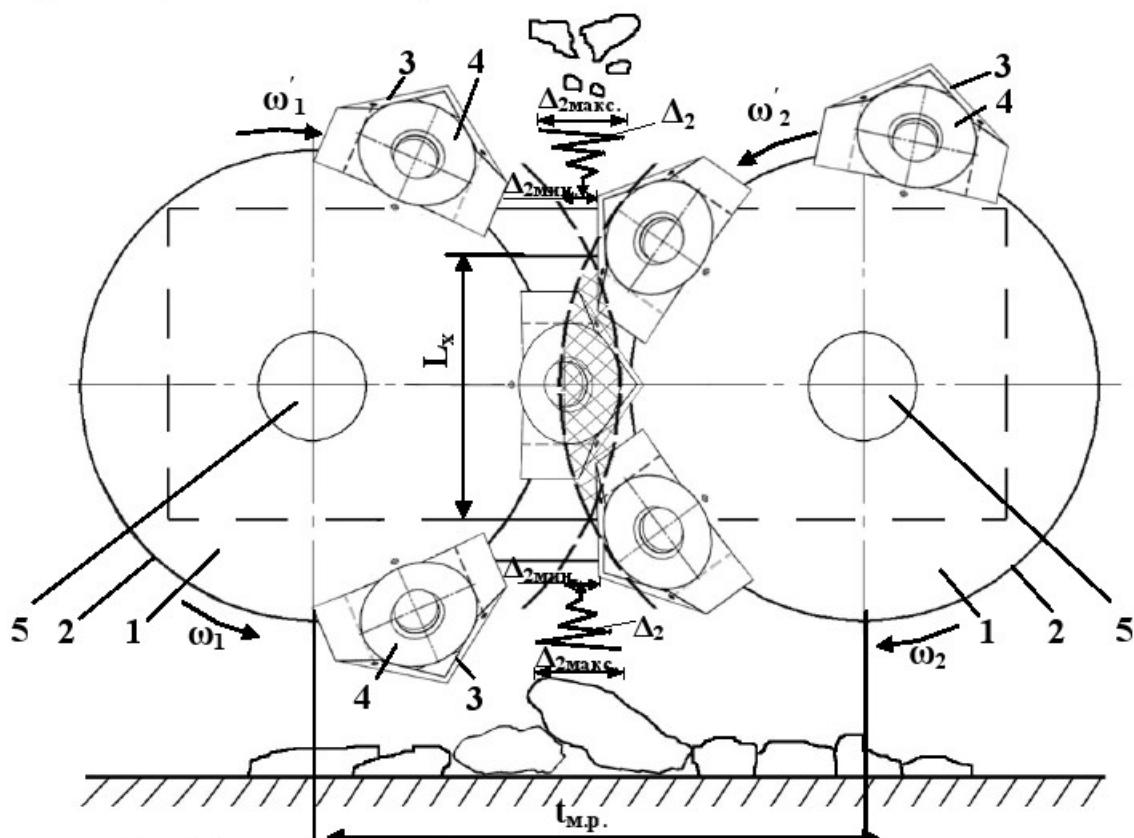


Рис. 3. Схема процесса дробления негабаритов в межкорончатом пространстве исполнительного органа

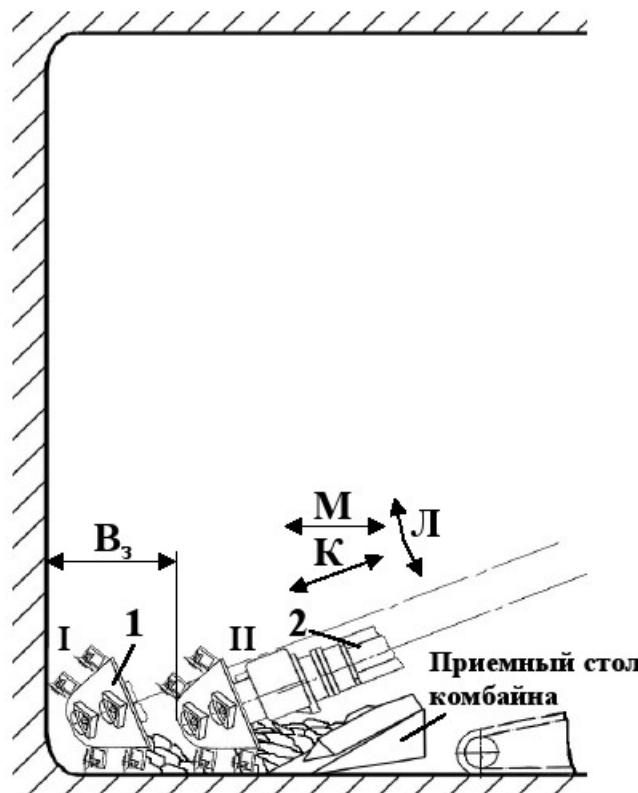


Рис. 4. Режим оформления поверхности почвы выработки и погрузки штабеля продуктов разрушения

На рис. 5 представлена схема транспортирования и погрузки продуктов разрушения (п.р.) на приемный стол погрузочного устройства проходческого комбайна. Здесь ребра 1 с гранями 2 трехгранных призм 3 обеспечивают транспортирование и погрузку продуктов разрушения (п.р.) по искусственным сдвоенным коническим поверхностям транспортно-погрузочных желобов 4 при вращении разрушающе-погрузочных коронок по часовой стрелке (рис. 3, 5), а ребра 5 с гранями 6 обеспечивают транспортирование и погрузку продуктов разрушения (п.р.) при вращении разрушающе-погрузочных коронок против часовой стрелки (рис. 3, 5).

Минимальная ширина фронта погрузки обеспечивается в случае направлений вращений  $\omega_1'$  и  $\omega_2'$  (рис. 3) разрушающе-погрузочных коронок, так как транспортирующе-погрузочной способностью будет обладать наружная поверхность только одной из них при перемещениях стрелы от борта к борту выработки. Изменение направлений взаимного вращения разрушающе-погрузочных коронок с  $\omega_1$  и  $\omega_2$  на  $\omega_1'$  и  $\omega_2'$  (рис. 3, 5) возможно в случае наличия негабаритов на почве выработки или в случае отжима негабаритов с обнаженной поверхности обрабатываемого забоя.

При оформлении поверхности почвы выработки и погрузки оставшихся продуктов разрушения (п.р.) (рис. 4), необходимо осуществлять возвратно-циклические перемещения разрушающе-погрузочных коронок 1 из положения I в положение II по

стрелке К механизмом телескопической раздвижности стрелы 2 с совместными возвратно-поворотными качательными движениями стрелы 2 в вертикальной плоскости по стрелке Л с синхронизацией, обеспечивающей направление суммарного перемещения по стрелке М в плоскости, позволяющей совместить поверхности разрушения разрушающе-погрузочных коронок 1 с плоской поверхностью почвы выработки по всей ширине диапазона поворота стрелы 1 в горизонтальной плоскости от одного борта выработки к другому.

В процессе зарубки и обработки забоя (рис. 1, 3, 4, 5) осуществляются совмещенные процессы: разрушение, дробление негабаритов (рис. 3) и погрузка продуктов разрушения (п.р.) (рис. 4). Разрушающе-погрузочные коронки могут иметь направления вращения  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  (рис. 3) при нисходящем режиме работы в случаях погрузочных операций и дроблении негабаритов на почве выработки и  $\omega_1'$ ,  $\omega_2'$  при восходящем режиме работы с дроблением верхнего потока негабаритов.

После окончательной зачистки почвы от продуктов разрушения (п.р.) по всей ширине горизонтальной выработки (рис. 4), проходческий комбайн подается вперед на забой, а стрела сокращает телескопическую раздвижность на величину  $B_3$ , и следующий рабочий цикл обработки забоя повторяется.

Несмотря на наличие многих научных школ и широкого спектра рассматриваемых проблем, многие авторы указывают на отсутствие исследо-

ваний, посвященных изучению влияния гранулометрического состава и формы частиц штабеля на процессы взаимодействия рабочего органа с погружаемым материалом [3].

В настоящее время за пределами приемных

столов погрузочных устройств комбайнов образуются "мертвые" зоны формирования штабелей продуктов разрушения на почвах выработок (рис. 6).

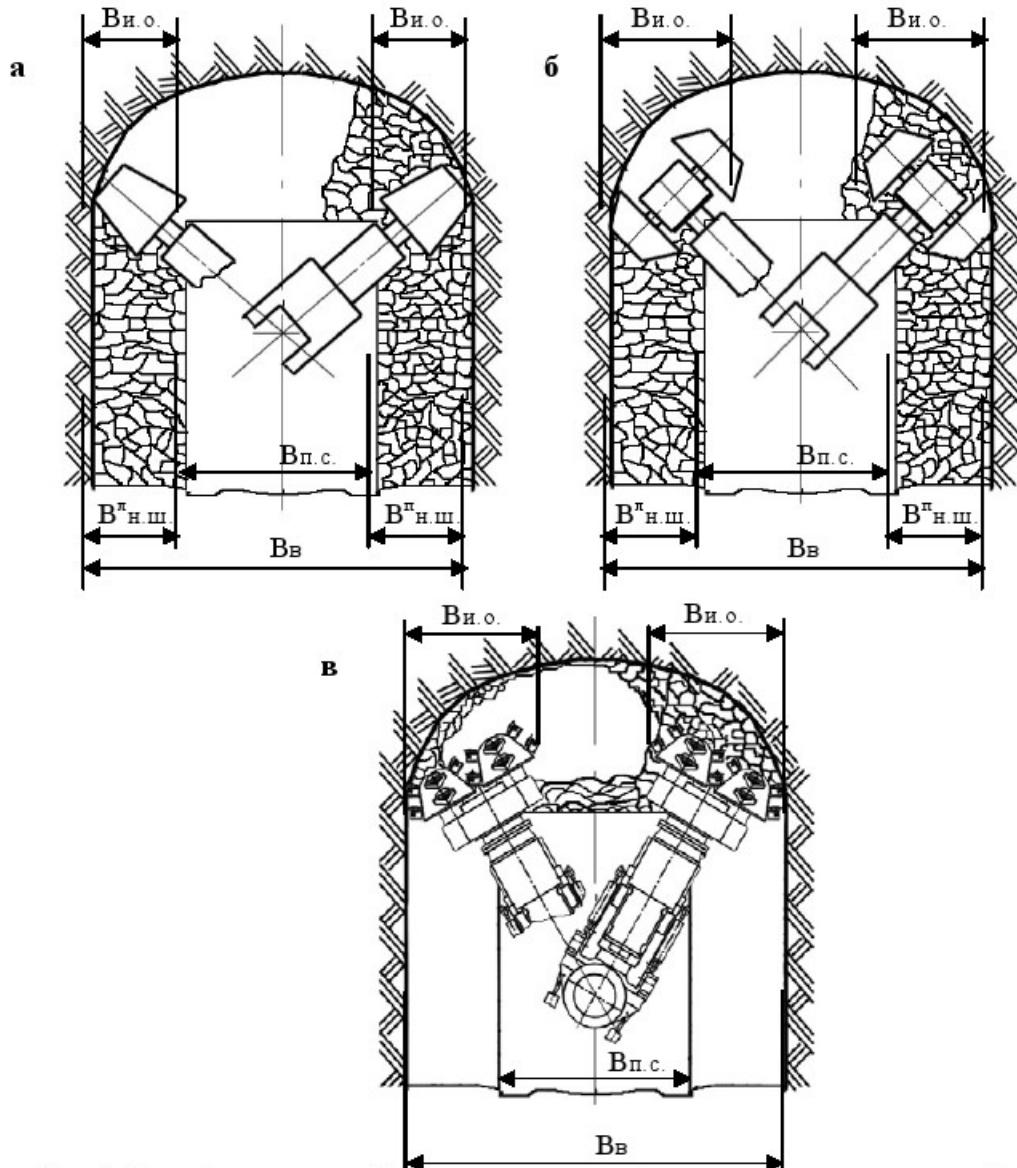


Рис. 6. Схема формирования фронта погрузки в прибортовом пространстве выработки

На рис. 6 приведены схемы формирования прибортовых полос из штабеля непогруженных продуктов разрушения типовыми исполнительными органами проходческих комбайнов избирательного действия: а – при эксплуатации радиальных коронок; б – при эксплуатации аксиальных коронок; в – при эксплуатации нового [2] двухкорончатого исполнительного органа. Процесс погрузки в прибортовых зонах проходческой выработки характеризуется следующими параметрами:  $B_{и.о.}$  – приборовая рабочая ширина исполнительного органа;  $B_{н.ш.}^n$  – ширина непогруженного штабеля продуктов разрушения у левого борта;  $B_{н.ш.}^p$  – ширина непогруженного штабеля продуктов

разрушения у правого борта;  $B_v$  – проектная ширина выработки;  $B_{п.с.}$  – ширина приемного стола питателя погрузочного устройства, характеризующая ширину зоны фронта погрузки.

На практике установлено наличие существенного штабеля непогруженных продуктов разрушения для первых двух типов исполнительных органов (рис. 6, а и б). Применение нового исполнительного органа (рис. 6, в) позволит обеспечить повышение эффективности погрузки продуктов разрушения из прибортовых зон проходческой выработки без использования ручного труда и сокращение затрат времени на маневровые заезды комбайна.

Целенаправленно изменяя направления вращения спаренных кинематически разрушающих погрузочных коронок исполнительного органа, можно регулировать ширину фронта погрузки от минимальной до максимальной величины, обеспечивая выгрузку продуктов разрушения из приборового пространства.

Предлагаемая конструкция двухкорончатого исполнительного органа может быть рекомендована в виде сменного конструктивного модуля к

широкому конструктивному спектру отечественных и зарубежных проходческих комбайнов избирательного действия.

Таким образом, рассмотренный вариант исполнительного органа проходческого комбайна позволяет повысить эффективность проведения горных выработок путем совмещения процессов разрушения забоя, дробления негабаритов и погрузки продуктов разрушения по всей ширине выработки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хорешок, А.А. Перспективы применения дискового инструмента для коронок проходческих комбайнов / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, В.В. Кузнецов, А.Ю. Борисов // Вестник КузГТУ. – Кемерово, 2010. – № 1. – С. 52–54.
2. Заявка на изобретение № 2010141881/03. Российская Федерация, МПК Е21C 27/00. Исполнительный орган проходческого комбайна / Маметьев Л.Е., Хорешок А.А., Борисов А.Ю., Кузнецов В.В., Мухортиков С.Г.; Заявитель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кузбасский государственный технический университет" (ГУ КузГТУ); Заявл. 12.10.2010; Решение о выдаче патента 13.02.2012; Опубл. 20.04.2012 Бюл. №11.
3. Хазанович, Г.Ш. Метод аналитического определения величины отпора штабеля при перемещении горной массы в плоскости плиты питателя погрузочной машины типа ПНБ / Г.Ш. Хазанович, Е.А. Ревякина // Горное оборудование и электромеханика. – 2009. – № 8. – С. 7–10.

Авторы статьи:

Нестеров  
Валерий Иванович,  
докт.техн.наук., профессор, президент КузГТУ,  
тел 8(3842) 39-69-40, 10-40;

Маметьев  
Леонид Евгеньевич,  
докт.техн.наук., профессор  
каф. горных машин и комплексов КузГТУ,  
тел 8(3842) 39-69-40, 10-40;

Хорешок  
Алексей Алексеевич,  
докт.техн.наук., профессор,  
зав. каф. горных машин и комплексов КузГТУ, тел 8(3842)  
39-69-40, 10-40;

Борисов  
Андрей Юрьевич,  
ст. преподаватель каф. горных машин и комплексов  
КузГТУ.  
E-mail: [bau.asp@rambler.ru](mailto:bau.asp@rambler.ru)