

который не относится к геометрическим параметрам барабана, однако зависит от угла  $\beta_b$  – выступ исполнительного органа за контур геохода  $h_{\text{выст}}$  (рис. 4).

### 3. Влияние угла $\beta_b$ на величину $h_{\text{выст}}$

Согласно рис. 4 имеем

$$h_{\text{выст}} = d_b \sin \beta_b,$$

или, с учетом (3),

$$h_{\text{выст}} = \frac{h_b}{1,2n} \cos \beta \sin 2\beta_b \quad (5)$$

Зависимость (5) представлена на рис. 5 для значений  $h_b=0,8$  м,  $n = 2$  и  $\beta = 4,55^\circ$ .

При увеличении угла  $\beta_b$  величина выступа  $h_{\text{выст}}$  увеличивается нелинейно.

Полученные зависимости позволяют оценить

влияние  $\beta_b$  на геометрические параметры барабана и величину выступа ИО за контур геохода  $h_{\text{выст}}$ .

В дальнейшем необходимо определить влияние смещения барабанов (расстояния между осью барабана и осью геохода)  $a$  на  $l_b$ ,  $d_b$ ,  $h_{\text{выст}}$ . Это позволит описать геометрию барабана в зависимости от установочных параметров и определить рациональные геометрические параметры барабанных ИО по фактору их установочных характеристик.

Полученные результаты достигнуты в ходе реализации комплексного проекта при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ. Договор №02.G25.31.0076.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Винтоворотные проходческие агрегаты / А.Ф. Эллер, В.Ф. Горбунов, В.В. Аксёнов. – Новосибирск : ВО «Наука». Сибирская издательская фирма, 1992. – 192 с.
2. Формирование требований к основным системам геохода / Бегляков В.Ю., Аксенов В.В., Блашук М.Ю., Тимофеев В.Ю., Ефременков А.Б., Садовец В.Ю. // Горный информационно-аналитический бюллетень. Перспективы развития горно-транспортных машин и оборудования. – Москва : МГТУ, 2009 – № ОВ 10. С. 107-118.
3. Бегляков, В.Ю. Обоснование параметров поверхности взаимодействия исполнительного органа геохода с породой забоя : дис. ... канд. техн. наук. – КузГТУ, Кемерово, 2012.
4. Использование параметров поверхности взаимодействия исполнительного органа геохода с породой забоя для формирования исходных данных к проектированию разрушающего модуля / Аксенов В.В., Ананьев К.А., Бегляков В.Ю. // Горный информационно-аналитический бюллетень. Перспективы развития горно-транспортного оборудования. – Москва : «Горная книга», 2012 – № ОВ 2. – С. 56-62.

### □Авторы статьи

Ермаков  
Александр Николаевич,  
аспирант. каф. горных  
машин и комплексов  
КузГТУ.  
E-mail: cnnb@yandex.ru

Аксёнов  
Владимир Валерьевич,  
д.т.н., профессор, зав.  
лаб.угольной геотехники  
Института угля СО РАН,  
профессор Юргинского  
технологического инсти-  
тута (филиала) ТПУ.  
E-mail: [55vva42@mail.ru](mailto:55vva42@mail.ru)

Хорешок  
Алексей Алексеевич,  
д.т.н., профессор, директор  
Горного института КузГТУ  
E-mail: [haa.omit@kuzstu.ru](mailto:haa.omit@kuzstu.ru)

Ананьев  
Кирилл Алексеевич,  
ст. преподаватель. каф. гор-  
ных машин и комплексов.  
КузГТУ  
E-mail: [ananiev\\_k@rambler.ru](mailto:ananiev_k@rambler.ru)

**УДК: 622.23.054**

**А.Н. Ермаков, В.В. Аксёнов, А.А. Хорешок, К.А. Ананьев**

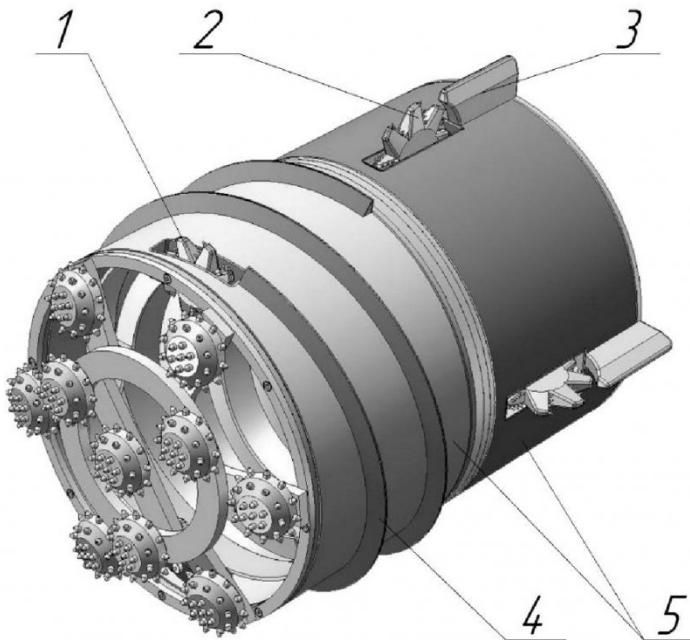
## ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ИСПОЛНИТЕЛЬНЫМ ОРГАНАМ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАКОНТУРНЫХ КАНАЛОВ ГЕОХОДА

В результате ряда исследований [1,2], сформирован новый подход к проведению горных выработок – геовинчестерная технология, базовым элементом которой является геоход. Геоходом называют проходческий агрегат, перемещение которого в горных породах осуществляется за счёт взаимодействия с геосредой (рис. 1).

Данное взаимодействие реализуется через систему лопастей на геоходе и систему образуе-

мых законтурных каналов в проводимой выработке.

Непосредственно за разрушение пород в законтурном массиве для формирования каналов с заданными профилем, размерами и требованиями к поверхностям канала и извлечение разрушенной породы из призабойного пространства отвечают исполнительные органы формирования законтурных каналов (ЗИО).



1 – исполнительный орган формирования законтурных каналов внешнего движителя; 2 – исполнительный орган формирования законтурных каналов для лопастей противовращения; 3 – лопасть противовращения; 4 – лопасть внешнего движителя; 5 – головная и хвостовая секции геохода.

Рис. 1. Схемное решение геохода

Проблема формирования каналов за контурами выработки является уникальной для горнодобывающих агрегатов и связана с особенностями работы двух систем геохода: внешнего движителя и системы элементов противовращения (рис. 1). Винтовые каналы внешнего движителя участвуют в создании напорного усилия геохода, а прямые продольные каналы элементов противовращения служат для стабилизации хвостовой секции геохода. В соответствии с данными задачами выделяют ЗИО формирования каналов внешнего движителя и ЗИО формирования каналов элементов противовращения.

Рядом авторов были сформированы общие требования к системам геохода [3], требования к исполнительным органам разрушения забоя геохода [4], часть требований к ЗИО присутствует в работах [4, 5]. Необходима более детальная характеристика условий работы и формирование требований, что позволит производить качественную и количественную оценку схемных и конструктивных решений ЗИО, сравнивать и в конечном итоге принимать решение о применимости того или иного исполнительного органа.

Формирование канала требуемого профиля на заданной траектории, с рациональной скоростью движения – основное требование, связанное с назначением рассматриваемых исполнительных органов и определяющее работоспособность системы и машины в целом. На данном этапе рассматриваются различные профили законтурных каналов и лопастей, что необходимо учитывать при создании и включать в порядок оценки схемных решений ЗИО. Кроме того, непрерывный, винто-

вой характер подачи исполнительных органов внешнего движителя и необходимость взаимодействия стенок сформированного канала с лопастями геохода обуславливают одновременно и сложность и важность выполнения данного требования. Необходимо так же учитывать неодинаковые скорости подачи ЗИО разного назначения на одной машине. Так, например, при угле подъёма винтовой лопасти  $\beta = 4^\circ$ , скорость подачи ЗИО внешнего движителя окажется более чем в 14 раз выше скорости подачи ЗИО элементов противовращения. В ходе дальнейших исследований данное требование может быть расширено за счёт применения законтурных каналов для управления геоходом по трассе выработки.

Такие параметры резания, как величина срезаемой стружки и шаг резания, определяющие фракционный состав разрушенной породы, находятся в тесной зависимости с конструктивными параметрами исполнительного органа. Это позволяет оценивать склонность той или иной конструкции ЗИО к формированию неудовлетворительного выхода породы. Слишком крупный размер кусков пород приведёт к невозможности транспортирования и заштыбовки канала, большое количество мелких фракций не позволит соответствовать гигиеническим требованиям по пылеобразованию.

Параметры резания так же определяют требование, характерное для всех типов разрушающих исполнительных органов, к минимальной энергоёмкости разрушения. Энергозатраты являются одним из наиболее важных показателей работы любой системы или машины, способным обоснов-

вать целесообразность той или иной конструкции. Отбитая исполнительным органом порода должна эффективно удаляться из призабойной зоны. Невыполнение этого требования может привести, как к снижению энергоэффективности машины за счёт потерь энергии на циркуляцию штыба, и увеличенного трения элементов машины о породу, так и к полной её остановки из-за невозможности входа лопасти в канал. В некоторых породах необходимо учитывать также адгезионные процессы и предусматривать системы очистки режущего инструмента от налипающих пород, либо корректировать частоты вращения для очистки инструмента за счёт центробежных сил.

Некоторые требования продиктованы условиями эксплуатации машины. Любой режущий инструмент подвержен износу и требует периодической замены. Обслуживание осложнено условиями горных выработок, а в случае контурных исполнительных органов геохода ещё и их расположением за оболочкой машины. Необходимо обеспечить доступ к исполнительному органу для замены режущего инструмента и эффективную работу ЗИО в период между регламентированными обслуживаниями.

Помимо специфических требований, характерных только для исполнительных органов, существует ряд общих требований, предъявляемых ко всем системам геохода.

Так как принцип перемещения геохода не предполагает участия массы машины в создании напорного усилия, с целью упрощения операций монтажа и демонтажа, и удешевления конструкции (за счёт снижения металлоёмкости), необходимо

дима минимизация массы исполнительных органов и систем привода.

Внутри оболочки геохода находятся системы транспорта, приводы исполнительных органов разрушения забоя и ряд других систем. Ко всем системам должен обеспечиваться доступ для обслуживания и ремонта. С этим связано требование обеспечения свободной зоны внутри оболочки геохода.

На основании специфики работы геохода и особенностей ЗИО разработаны следующие требования, предъявляемые к ЗИО геохода:

- формирование канала заданного профиля на заданной траектории, с заданной скоростью движения;
- эффективное удаление разрушенной породы от забоя;
- небольшая масса ЗИО и привода;
- минимальные габарит ЗИО с приводом в плоскости забоя;
- обслуживаемость, возможность замены режущего инструмента в рабочих условиях;
- гигиенические требования (уровни пыли, шума, вибраций);
- низкая энергоёмкость разрушения.

Сформулированные требования позволяют производить оценку схемных и конструктивных решений ЗИО и должны учитываться при разработке новых решений.

Полученные результаты достигнуты в ходе реализации комплексного проекта при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ. Договор №02.G25.31.0076.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Винтоворотные проходческие агрегаты / А.Ф. Эллер, В.Ф. Горбунов, В.В. Аксёнов. – Новосибирск: ВО «Наука». Сибирская издательская фирма, 1992. – 192 с.
2. Аксёнов В.В. Геовинчестерная технология проведения горных выработок. – Кемерово: Институт угля и углемеханизации СО РАН, 2004. - 264 с.,
3. Разработка требований к основным системам геохода / Аксёнов В. В., Ефременков А. Б., Бегляков В. Ю., Блащук М. Ю., Тимофеев В. Ю., Сапожкова А. В // Современные проблемы техносферы и подготовки инженерных кадров: Сборник трудов III Международного научно-методического семинара в г. Сусс с 22 октября по 1 ноября 2009. – Донецк: ДонНТУ, 2009. - с. 123-129.
4. Формирование требований к основным системам геохода/ Бегляков В.Ю., Аксёнов В.В., Блащук М.Ю., Тимофеев В.Ю., Ефременков А.Б., Садовец В.Ю // Горный информационно-аналитический бюллетень. Перспективы развития горно-транспортных машин и оборудования / Москва, МГГУ, 2009 – ОВ №10. С. 107-118
5. Требования к внешнему движителю геохода/ Аксёнов В.В., Ефременков А.Б., Дугина А.Ю. // Вестник КузГТУ, 2008. - № 5 (69).. С. 3-7

### Авторы статьи

Ермаков  
Александр Николаевич,  
аспирант. каф. горных  
машин и комплексов  
КузГТУ.  
E-mail: [cnnb@yandex.ru](mailto:cnnb@yandex.ru)

Аксёнов  
Владимир Валерьевич,  
д.т.н., профессор, зав.  
лаб. угольной геотехники  
Института угля СО РАН,  
профессор Юргинского  
технологического института (филиала) ТПУ.  
E-mail: [55vva42@mail.ru](mailto:55vva42@mail.ru)

Хорешок  
Алексей Алексеевич,  
д.т.н., профессор, директор  
Горного института  
КузГТУ  
E-mail: [haaomit@kuzstu.ru](mailto:haaomit@kuzstu.ru)

Ананьев  
Кирилл Алексеевич,  
ст. преподаватель. каф. гор-  
ных машин и комплексов.  
КузГТУ  
E-mail: [ananiev\\_k@rambler.ru](mailto:ananiev_k@rambler.ru)