

УДК 622.23.05

## РАССМОТРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БАРОВЫХ ЦЕПЕЙ В ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНАХ ГЕОХОДА

Е.В. Соколов, студент, ГЭс-151

Научный руководитель: Садовец В.Ю., к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева

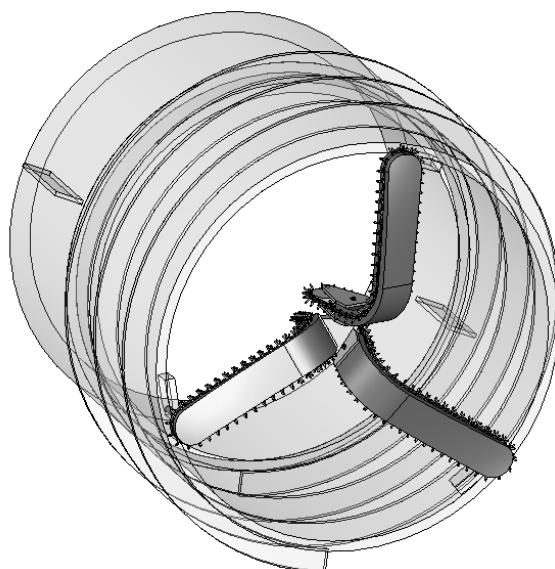
г. Кемерово

Выбор типа и принципиальной схемы исполнительного органа горной машины – является одной из первых и наиболее важных задач для определения качественных и количественных показателей проходки горных выработок.

Для создаваемого нового вида проходческой техники геохода, работы над которым ведутся под руководством д.т.н. В.В. Аксеновым, эта задача является приоритетной [1-5].

Одним из вариантов технического решения исполнительного органа геохода, является баровый исполнительный орган (ИО). Но, исходя из сформулированных требований к ИО геохода [6,7], возможности формирования забоя сложной формы, является невозможным при применении известных решений барового ИО. Главной причиной является отсутствия конструкций режущих цепей, которые могли бы двигаться по сложной траектории. Поэтому выбор и адаптация конструктивного решения режущей цепи для барового ИО геохода является актуальной задачей.

Конструктивная схема барового ИО геохода [8-10] представлена на рисунке 1.

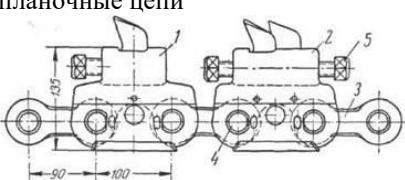
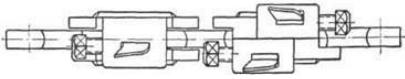
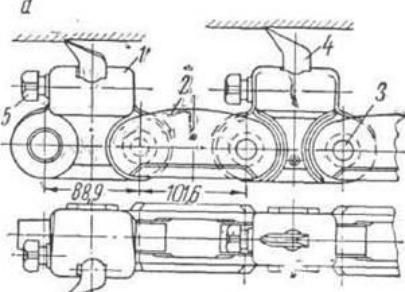
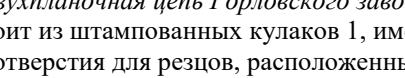
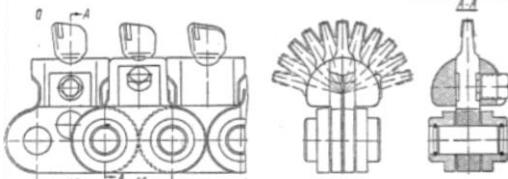
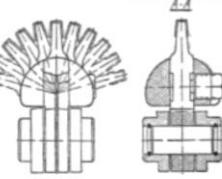


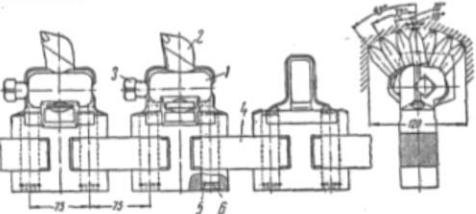
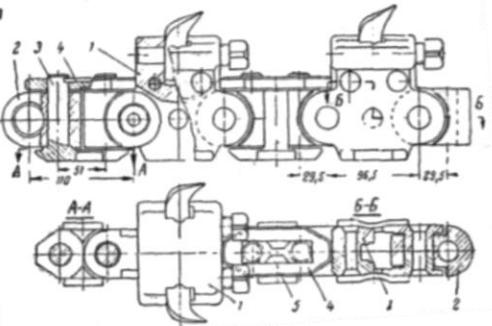
**Рисунок 1 – Вариант реализации на геоходе сплошной схемы разрушения баровым исполнительным органом**

Важнейшим элементом барового исполнительного органа является режущая цепь, в кулаках которой закреплены резцы.

В современных врубовых исполнительных органах получил распространение ряд конструкций режущих цепей. Некоторые конструктивные решения, которых представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Конструкции цепей баровых исполнительных органов**

№	Название, схема	Область применения	Достоинства	Недостатки
1	<b>Однопланочные цепи</b>   <p><i>Однопланочная цепь Копейского завода</i> Состоит из однорезцовых 1 и двухрезцовых 2 кулаков, планок 3, связанных с кулаками соединительными валиками 4, и пружинных колец. Для крепления резцов используются стопорные винты 5.</p>	Врубовые машины КМП-1, КМП-2 и КМП-3.	Легко собирается и разбирается в шахтных условиях	Крупным недостатком цепи является наличие литых элементов. неравенство шагов планок и кулаков (90 и 100 мм), что, может приводить к появлению значительных дополнительных усилий в цепи за счет периодического изменения длины цепного контура.
2	<b>Двухпланочные цепи</b>   <p><i>Двухпланочная цепь Горловского завода</i> Состоит из штампованных кулаков 1, имеющих отверстия для резцов, расположенные под углами 0, 10, 19 и 43° к плоскости резания, и планок 2, цилиндрические выступы (бонки) которых входят в проушины кулаков и соединяются друг с другом заклепками 3. Резцы 4 в кулаках закрепляются стопорными винтами 5, которые ввинчены в специальное резьбовое отверстие кулака со стороны, противоположной направлению движения.</p>	Врубовые машины (ГТК-Зм, ГТК-35м, ПМГ-2, ПМГ-3); они применяются также в отрезных барах комбайнов «Донбасс» и в верхних плоских барах комбайнов УКМГ и др.	Простота изготовления, хороший вынос штыба (он скапливается между планками, откуда затем выталкивается зубом звездочки), отсутствие литых элементов	Склепанные друг с другом планки цепи представляют собой раму и при растижении цепи подвергаются сложному напряженному состоянию, причем возможно неравномерное распределение усилий между планками. Это снижает прочность цепи; в шахтных условиях сборка и разборка цепи затруднена. Холодная клепка не обеспечивает надежного соединения; цепь не уравновешена в продольном и поперечном направлениях.
3	<b>Беспланочные цепи</b>   <p><i>Беспланочная уравновешенная цепь Копейского завода</i></p>		Хорошо выносит штыбы; имеет надежное соединение элементов; высокую прочность. Особенность этой цепи состоит в том, что шарнир ее вынес-	

	<p>Такая цепь состоит из двух типов кулаков, последовательно чередующихся в цепи и связанных друг с другом соединительными валиками, крепящимися с помощью двух пружинных колец. Цепь имеет постоянный шаг и зацепляется со звездочкой с помощью цилиндрических выступов, имеющихся на кулаках.</p>		<p>сна за пределы ручья бара, где движется лишь хвостовая часть кулаков. Усилие передачи здесь передается на торцы плит бара.</p>	
4	<p>Одношарнирные - изгибающиеся в плоскости, перпендикулярной плоскости резания.</p>  <p><i>Режущая цепь для кольцевых и контурно-петлевых баров</i></p> <p>Эта цепь состоит из штампованных кулаков 1, в отверстиях которых с помощью стопорных болтов 3 закрепляются резцы 2; штампованных планок 4 и соединительных валиков 5, удерживаемых от выпадания пружинными кольцами 6. Ось шарнира цепи кольцевого бара лежит в плоскости резания, поэтому, несмотря на то, что кулаки могут поворачиваться вокруг шарнира в обе стороны, в плоскости резания цепь изгибаться не может, если износ не превышает допустимых размеров.</p>	<p>Кольцевые и контурные бары; кольцевые грузчики комбайнов</p>	<p>Высокая прочность, технологичность конструкции; имеет одинаковые шаги планки и кулака; хорошо выносит штыбы; одна степень свободы</p>	<p>Ось шарнира цепи кольцевого бара лежит в плоскости резания, поэтому, несмотря на то, что кулаки могут поворачиваться вокруг шарнира в обе стороны, в плоскости резания цепь изгибаться не может, если износ не превышает допустимых размеров. усилия резания на резцах, отклоненных от плоскости бара, стремятся развернуть кулаки относительно планок в плоскости, перпендикулярной плоскости резания, что иногда может вызвать дополнительные сопротивления.</p>
5	<p>С двумя степенями свободы (двухшарнирные) – изгибающиеся в двух плоскостях.</p>  <p><i>Двухшарнирная цепь</i></p> <p>Такая цепь рассчитана на зацепление с ведущей звездочкой при изгибе в плоскости резания. Цепь состоит из следующих основных элементов: кулака 1, уха шарнира 2, соединительного пальца 3, верхней планки 4 и пружинящей пластинки 5, у которой верхняя планка закрепляется на шарнирном пальце.</p>		<p>Шарнирное соединение уха шарнира с кулаками позволяет цепи изгибаться в плоскости резания при обегании ведущей звездочки и направляющего устройства бара, а соединение уха шарнира с шарнирным пальцем обеспечивает возможность изгиба цепи в плоскости, перпендикулярной плоскости резания;</p> <p>Две степени свободы</p>	<p>Сложность; повышенный расход энергии на выдавливание штыба из внутренних полостей кулаков; увеличенный шаг установки резцов и низкое разрывное усилие.</p>
6	<p>С тремя степенями свободы – цепи способные поворачиваться в продольном и поперечном направлении, а также вращаться относительно друг друга.</p>		<p>Возможность следования по сложной траектории</p>	<p>Сложность изготовления и сборки, невысокая прочность</p>

К исполнительному органу геохода предъявляется ряд требований [11,12], среди которых можно выделить следующие основные:

1. Наличие трех степеней свободы – это требование является важнейшим, потому что цепь должна следовать по сложной траектории;
2. Возможность установки различных резцов под разными углами и шагом – для создания нескольких линий резания;
3. Возможность разрушения пород крепости от 0 до 2 по шкале профессора Протодьяконова;
4. Самоочищение – для предотвращения заклинивания цепи;
5. Прочность – чтобы избежать разрыва конструкции;
6. Устойчивость – цепь не должна менять заданное положение при воздействии нагрузки;
7. Износостойкость – цепь должна иметь устойчивость к трению.

Особенно важным является требование 1, из-за сложной формы бара исполнительного органа геохода. Поэтому возможность применения цепей с 2-мя и менее степенями свободы (одношарнирные и двухшарнирные) в качестве цепи исполнительного органа геохода является невозможным. Поэтому рассматривая конструктивные решения цепей только с 3-мя степенями свободы, оказалось, что техническое решение цепи наиболее полно удовлетворяющие требованиям к цепям исполнительного органа геохода, является цепь по патенту US2778236A с шарнирным соединением звеньев (рисунок 2).

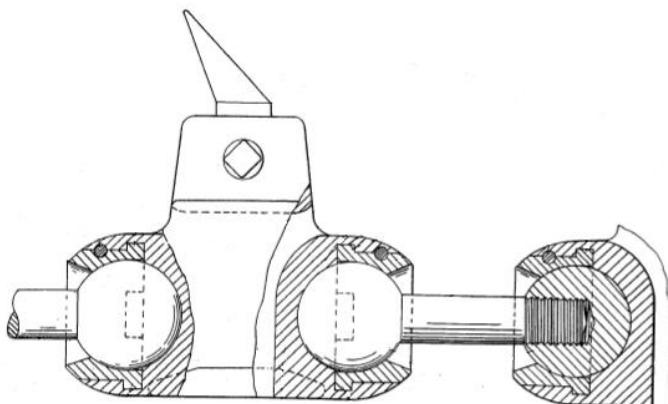


Рисунок 2 – Режущая цепь с шарнирным соединением по патенту US2778236A

В этом техническом решении существует ряд недостатков, основными из которых являются сложность изготовления и прочность.

Поэтому для дальнейших исследований в области обоснования конструктивных и силовых параметров цепей барового исполнительного органа геохода, необходимо решить следующие задачи:

1. Формулирование требований к цепям и направляющим баровых исполнительных органов геоходов.
2. Разработать схематичные и конструктивные решения цепи бара исполнительного органа геохода.
3. Разработать схемные и конструктивные решения направляющих барового исполнительного органа геохода.

4. Разработать методики расчета силовых параметров элементов цепи барового исполнительного органа геохода.

5. Разработка модели взаимодействия элементов барового исполнительного органа геохода между собой и геосредой.

#### Список литературы.

1. Садовец В.Ю., Аксенов В.В. Ножевые исполнительные органы геоходов: монография / В.Ю. Садовец, В.В. Аксенов // Издательство: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Germany. 2011. -141 с.
2. Аксенов В.В., Ефременков А.Б., Садовец В.Ю., Резанова Е.В. Формирование нового подхода к синтезу технических и конструктивных решений геоходов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2010. Т. 3. №12. С. 194-210
3. Аксенов В.В., Садовец В.Ю. Моделирование особенностей движения геохода // Вестник КузГТУ. - 2007. - №1. - С. 20-122.
4. Садовец В.Ю., Аксенов В.В., Бегляков В.Ю. Разработка модели взаимодействия ножевого исполнительного органа геохода с геосредой // Технологии и материалы. 2015. № 1. С. 36-41.
5. Аксенов В.В., Ефременков А.Б., Резанова Е.В. Опыт применения устройств противовращения в геоходах// Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2008. №2 (90). С. 19-24
6. Пашков Д.А. Анализ существующих баровых исполнительных органов // В сборнике: IX Всероссийской, 62 научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Россия молодая». С.Г. Костюк (отв. редактор). 2017. С. 35011.
7. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Бегляков В.Ю. Обоснования формы забоя выработки геохода/Сборник трудов Международной научно-практической конференции с элементами научной школы для молодых ученых «Инновационные технологии и экономика в машиностроении». -Томск: Изд-во ТПУ, 2010. -С. 492-496.
8. Аксенов В.В., Ефременков А.Б., Садовец В.Ю., Резанова Е.В. Формирование структурного портрета геохода//Вестник КузГТУ. 2010. № 1. С. 35-41.
9. Горбунов В.Ф., Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Структурная матрица горнопроходческих систем//Служение делу. Кемерово: КузГТУ, 2006. С. 77-84.
10. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Пашков Д.А. Обоснование необходимости создания исполнительного органа геохода для разрушения пород малой крепости // Вестник КузГТУ. - 2016. - №6. - С. 8-14.
11. Оценка применимости баровых исполнительных органов для геоходов / А.Н. Ермаков, А.В. Дементьев // IV Всероссийская научно-практическая конференция с элементами научной школы для студентов и учащейся молодёжи. - Томск: Изд-во Том. политехн. ун-та, 2013. - С. 160–162.
12. Рассмотрение возможности применения баровых исполнительных органов для геоходов / А.А. Хорешок, К.А. Ананьев, А.Н. Ермаков // Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности: сборник трудов

---

XI международной научно-технической конференции. - Екатеринбург: УГГУ,  
2013. - С. 13–16.