

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 622.002.5

В.В. Аксенов, А.А. Хорешок, М.Ю. Блашук, В.Ю. Тимофеев, Д.А. Михеев

СХЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ ТРАНСМИССИИ ГЕОХОДА С ГИДРОПРИВОДОМ

Освоение подземного пространства, связанное с добычей полезных ископаемых и со строительством подземных сооружений различного назначения, базируется на технологии проведения работ и проходческих машинах.

Темпы формирования и освоения подземного пространства постоянно увеличиваются. Остро встают задачи повышения скорости проходки и

снижения стоимости работ. Существующие горнопроходческие системы и технологии проведения горных выработок требуют модернизации, необходимо искать новые подходы к процессу проходки и создавать новые технологии проходки

На основании ряда проведенных исследований [1–3] коллективом ученых была предложена геовинчестерная технология проведения горных вы-

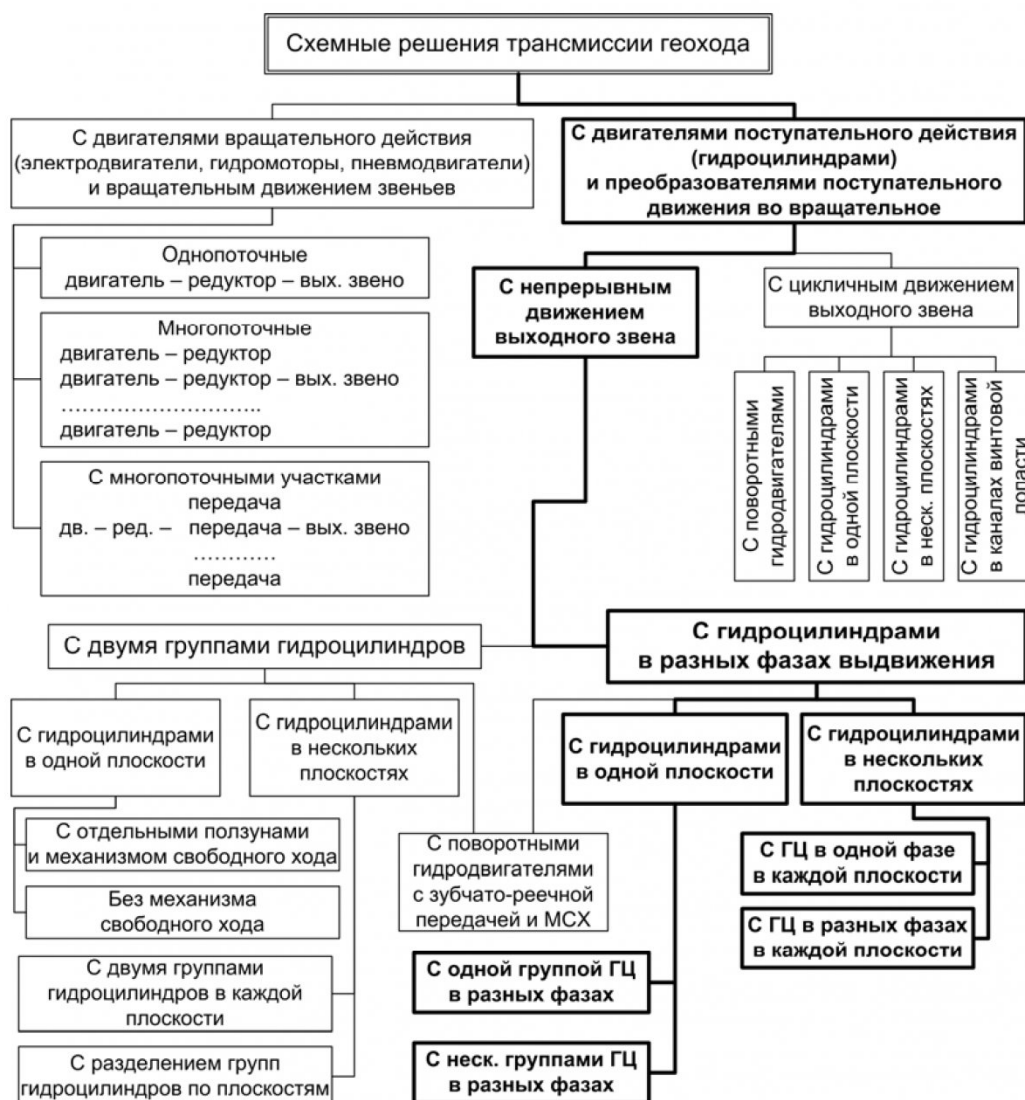


Рис.1. Возможные варианты схемных решений трансмиссии геоходов

работок, в которой изначально проходка рассматривается как процесс движения твердого тела (проходческого оборудования) в твердой среде (геосреде).

Базовым функциональным элементом данной технологии является геоход.

Одной из основных систем геохода является его трансмиссия. Трансмиссия обеспечивает передачу усилия внешнему движителю и формирование напорного усилия на исполнительном органе. Отсутствие обоснованных конструктивных решений трансмиссий является сдерживающим фактором в создании геоходов нового поколения, поэтому исследования в этом направлении являются актуальными.

На основе особенностей предложенной авторами геовинчестерной технологии [1, 2] были сформулированы требования к основным системам геохода, в частности, и к трансмиссии [4].

Имеющиеся на данный момент технические решения трансмиссии, примененные в геоходах ЭЛАНГ-3, ЭЛАНГ-4 имели ряд недостатков. Основные проблемы были связаны с особенностями использования гидроцилиндров для получения вращательного движения головной секции, а именно, с отсутствием непрерывной подачи геохода на забой, сложностью синхронизации работы гидроцилиндров хвостовой и промежуточной секций (ЭЛАНГ-3), отсутствием запаса по развиваемым усилиям. Кроме того, секции геоходов ЭЛАНГ имели сопряжение по «пенальному» принципу, что вызывало дополнительные потери на трение, а также изменение пространственного положения гидроцилиндров, и как следствие, изменение развиваемого вращающего момента по мере выдвижения штоков гидроцилиндров.

Тем не менее, использование гидропривода с гидроцилиндрами в трансмиссии геохода дает следующие преимущества:

- создание вращающих моментов, достаточных для вращения головной секции и перемещения всего геохода;

- возможность получения очень низких скоростей вращения головной секции, а также возможность регулировки скорости;

- не загромождается призабойное пространство и пространство внутри геохода;

Необходимо отметить, что гидроцилиндры нашли широкое применение в приводах исполнительных органов и системах перемещения традиционных проходческих щитов [5], в механизированных крепях, в распорно-шагающих устройствах комбайнов, а также в приводах рабочего оборудования экскаваторов, дорожно-строительных и подъемно-транспортных машин, т.е. везде, где требуется создание больших усилий, и малых скоростей движения.

Были рассмотрены варианты построения схемных решений на основе редукторов и электро-, гидро- и пневмоприводов, нашедших применение в очистных, проходческих комбайнах и проходческих щитах [6], а также на основе гидроцилиндров, расположенных по хордам аналогично трансмиссиям геоходов ЭЛАНГ (рис. 1).

Проведенный анализ [7] установил, что использование в конструкции геохода электро- и пневмоприводов в сочетании с редукторами, построенными на основе зубчатых, планетарных, червячных передач весьма затруднительно.

Это связано в первую очередь с требованием реализации высоких вращающих моментов и низких частот вращения, что потребует создания многоступенчатых редукторов с передаточными числами свыше десятков тысяч и очень большими размерами и массой, а это противоречит требованиям о снижении массы и обеспечении достаточного внутреннего пространства.

Использование в трансмиссии высокомомент-

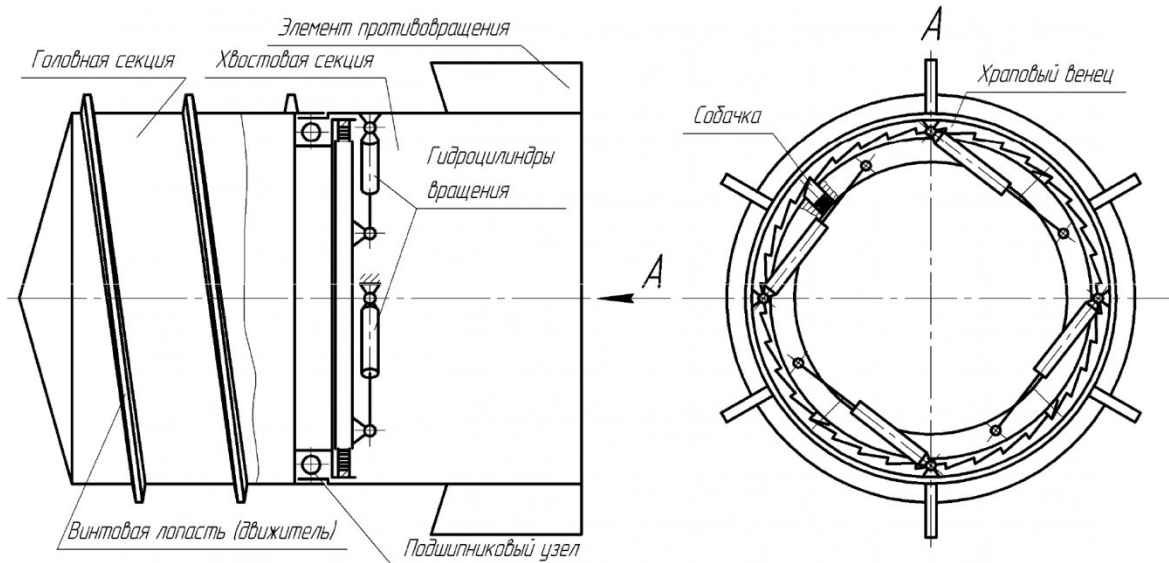


Рис.2. Схемное решение трансмиссии с циклической подачей на забой с механизмом свободного хода

ных низкооборотистых радиально-поршневых гидромоторов также затруднительно, хотя и позволит уменьшить передаточные числа редукторов. Габариты редукторов ввиду передачи больших вращающих моментов будут значительны, кроме того, размеры и масса радиально-поршневых гидромоторов также достаточно велики. Все это приведет к значительному сокращению внутреннего пространства геохода и увеличению массы агрегата. Очевидно, что такие трансмиссии не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к трансмиссии геоходов [4].

Другим перспективным направлением видится разработка новых конструктивных решений трансмиссии геохода на основе гидроцилиндров вращения с устранением имеющихся недостатков трансмиссий геоходов ЭЛАНГ-3, ЭЛАНГ-4 и учетом новых требований, причем, количество возможных конструктивных решений геоходов с такой трансмиссией может быть очень большим, а их детальная проработка достаточно трудоемка. Поэтому предшествующим этапом должна стать разработка схемных решений, которые необходимо проанализировать на соответствие новым требо-

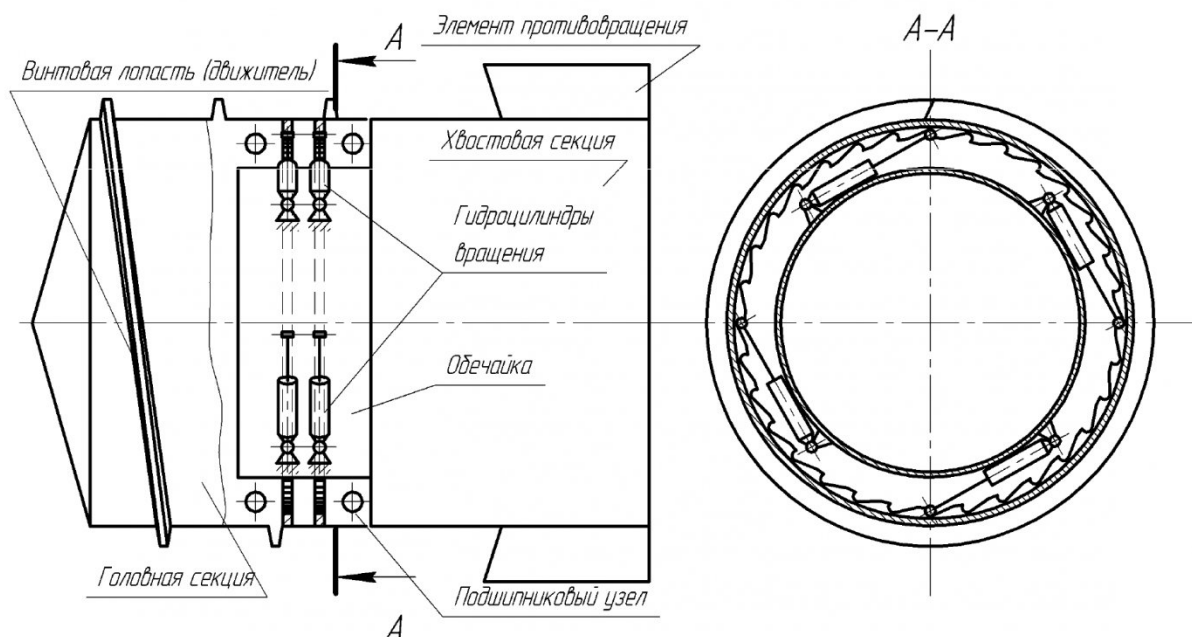


Рис. 3. Схемное решение трансмиссии с циклической подачей на забой с двумя рядами гидроцилиндров

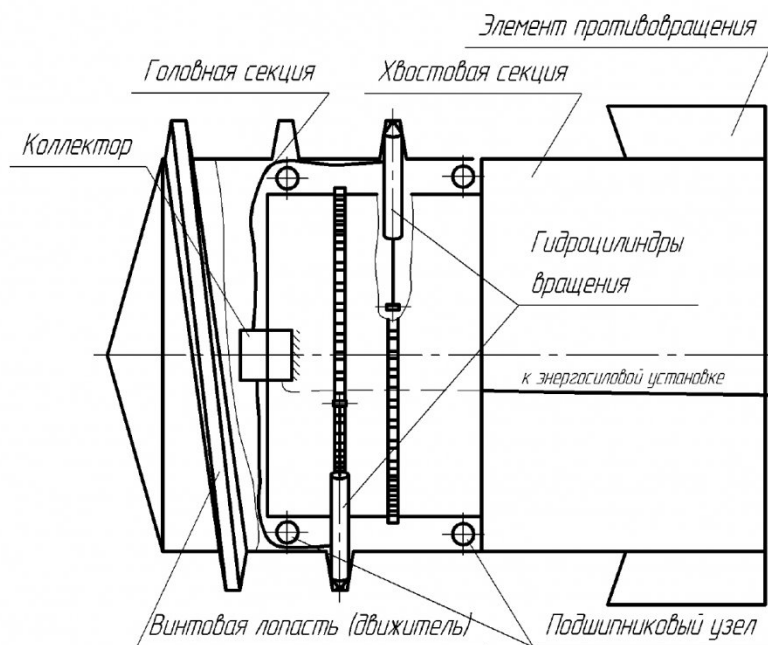


Рис.4. Схемные решения с циклической подачей на забой с гидроцилиндрами в полости винтовой лопасти

ваниям и выявить наиболее перспективные. При этом новые схемные решения геохода в целом должны базироваться на уже проверенных и доказавших свою работоспособность конструктивных решениях геоходов ЭЛАНГ.

Разработанные схемные решения отражают особенности взаимного расположения элементов трансмиссии относительно секций геохода, а также, учитывают наличие дополнительных элементов, расширяющих возможности трансмиссии или обеспечивающих выполнение требований, предъявляемых к трансмиссии геохода. Все разработанные компоновочные решения имеют следующие общие черты:

- гидроцилиндры вращения, как и в геоходах ЭЛАНГ, расположены по хордам окружности на периферии секций. Такое решение обосновано требованием обеспечения достаточного простран-

ства внутри геохода, а также требованием обеспечения необходимого вращающего момента на головной секции, так как с увеличением расстояния от продольной оси гидроцилиндров увеличивается развиваемый вращающий момент. Подобные конструктивные решения с расположением гидроцилиндров по хордам помимо геоходов ЭЛАНГ встречаются и в традиционных проходческих щитах в приводах роторного исполнительного органа [6], например, в щите ПЩМ-2,1, а также в щите фирмы «Кумагай Гуми» (Япония).

- геоход имеет в узле сопряжения головной и хвостовой секций подшипниковый узел. Таким образом, головная секция имеет возможность совершать только вращательное движение относительно хвостовой секции, и при работе геохода хвостовая секция будет подтягиваться непрерывно вслед за головной, соответственно, отсутствуют

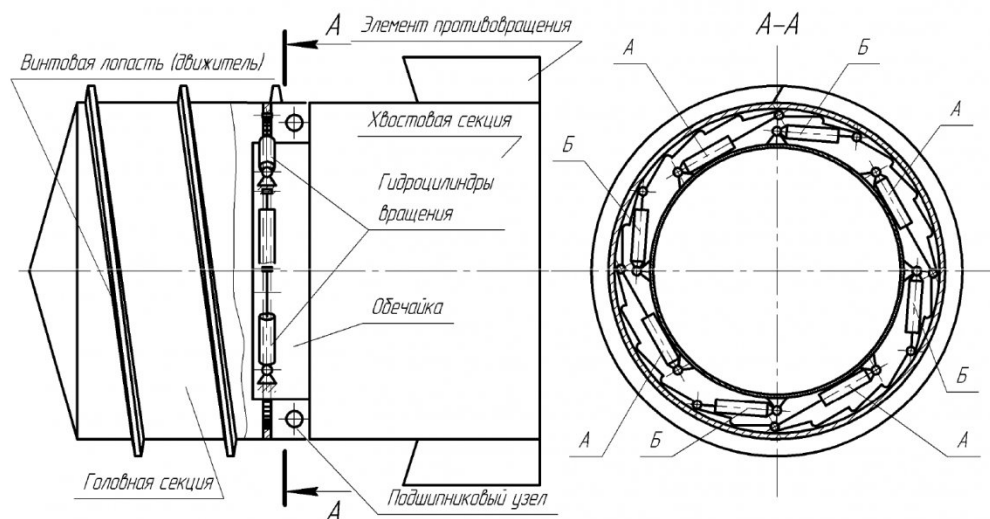


Рис. 5. Схемное решение трансмиссии с непрерывной подачей на забой с двумя группами гидроцилиндров в одной плоскости

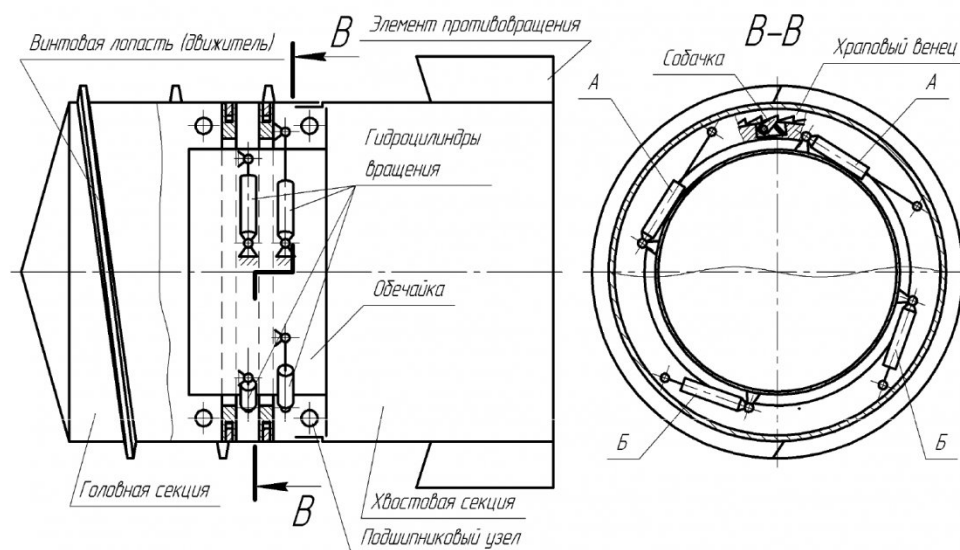


Рис. 6. Схемное решение трансмиссии с непрерывной подачей на забой с двумя группами гидроцилиндров в двух плоскостях и механизмом свободного хода

необходимость в гидроцилиндрах надвига, которые в геоходе ЭЛАНГ-4 служили для подтягивания хвостовой секции, по мере продвижения головной.

При этом возможны схемы с периодическим вращением головной секции и различным расположением гидроцилиндров относительно секций в одной или в нескольких плоскостях (рис. 2-4).

Естественно, больший интерес представляют схемные решения, реализующие непрерывное вращение головной секции геохода, а, следовательно, непрерывную подачу геохода на забой (рис.1). Здесь также возможно два основных направления развития схемных решений. Первое: для обеспечения непрерывности подачи геохода, необходимо организовать работу гидроцилиндров так, что они будут находиться в противоположных фазах движения, т.е. одна группа (А) будет совершать рабочий ход, а другая (Б) – обратный – холостой. Схемное решение трансмиссии показано на рис. 5.

Основным недостатком таких схем является использование для рабочего хода только половины всех гидроцилиндров, т.е. общее количество гидроцилиндров должно быть вдвое больше. С другой стороны, данная схема имеет потенциал в части увеличения развиваемых вращающих моментов (если это необходимо) за счет переключения схемы управления гидроцилиндрами и включения в работу всех гидроцилиндров. В результате, схема преобразовывается к предыдущей, показанной на рис. 2, например, с потерей непрерывности подачи геохода.

Также возможны варианты схемных решений с группировкой гидроцилиндров в двух отдельных плоскостях (рис. 6). В этом случае упрощается применение механизмов свободного хода.

Для компоновочных схем, приведенных на рисунках 5,6 характерным является то, что группы гидроцилиндров поочередно участвуют в формировании вращающего момента на головной секции. Для устранения этого недостатка необходимо

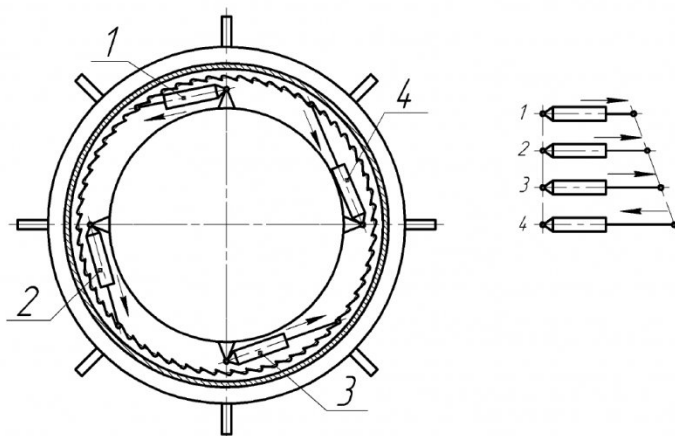


Рис. 7. Схема трансмиссии с гидроцилиндрами, работающими в разных фазах

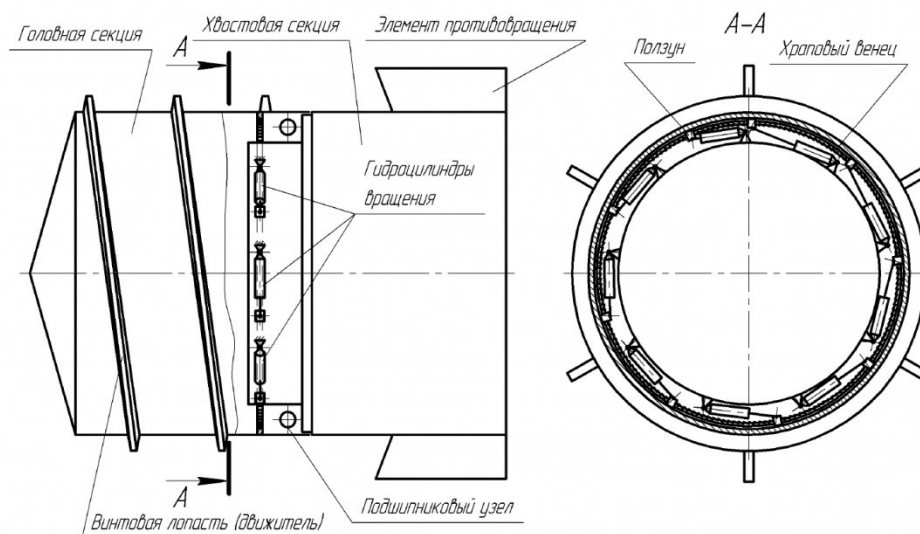


Рис. 8. Схема трансмиссии с непрерывной подачей на забой с разными фазами выдвигания гидроцилиндров.

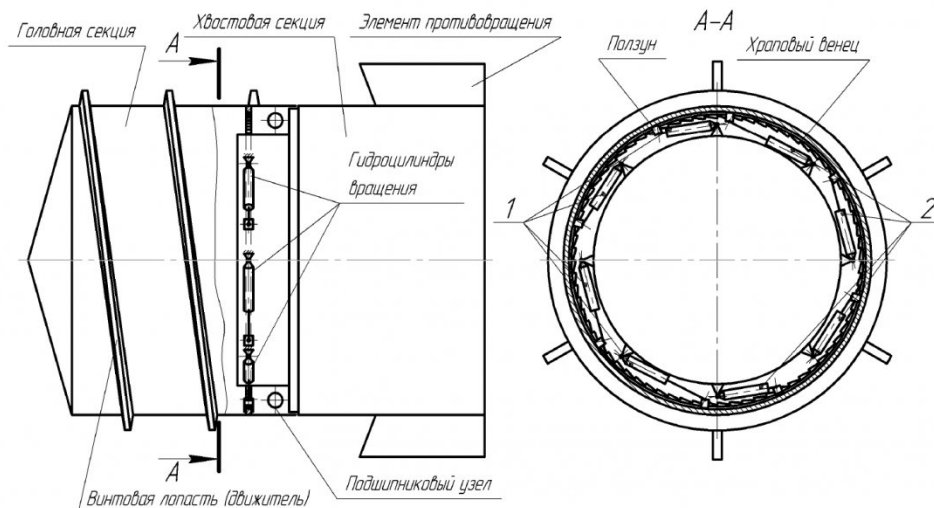


Рис. 9. Схема трансмиссии геолода с непрерывной подачей на забой с двумя группами гидроцилиндров в разных фазах выдвижения в одной плоскости.

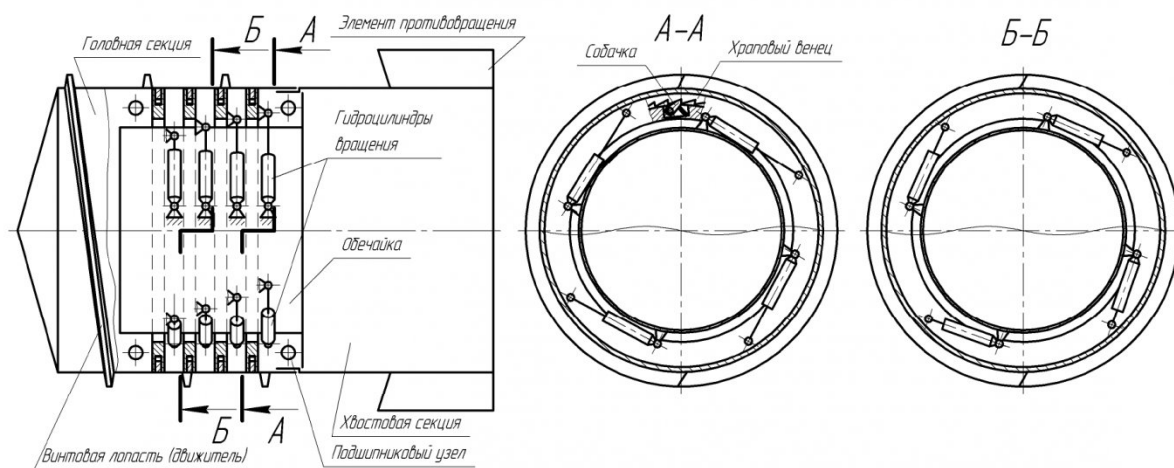


Рис. 11. Схема трансмиссии геолода с гидроцилиндрами в разных фазах выдвижения, сгруппированных в четырех плоскостях.

задействовать в формировании вращающего момента наибольшее количество гидроцилиндров, при этом совершать обратный ход должно минимальное количество гидроцилиндров – один (два, три). Для этого штоки гидроцилиндров должны быть выдвинуты на разную величину, т.е. находиться в разных фазах выдвижения (рис. 7).

На рис. 7 штоки гидроцилиндров 1–3 выдвигаются, совершая рабочий ход, а шток гидроцилиндра 4 втягивается, совершая обратный ход. Данный принцип работы трансмиссии реализован в схемном решении на рис. 8. В схеме всего использовано девять гидроцилиндров, корпусами шарнирно закрепленных на цилиндрической обечайке хвостовой (якорной) секции. Штоки восьми гидроцилиндров, участвующих в формировании вращающего момента выдвинуты на разную величину, увеличивающуюся от предыдущего к следующему. Вращение от гидроцилиндров переда-

ется через ползуны с собачками храповому венцу головной (вращающейся) секции. По мере выдвижения штоков до конечного положения, каждый из гидроцилиндров совершит по очереди обратный ход.

При возврате штоков двух и более гидроцилиндров, все гидроцилиндры будут образовывать группы, находящиеся в разных фазах выдвижения. При этом группы могут образовываться как в одной плоскости, так и в нескольких (рис. 9). На схемное решение, показанное на рис. 10 получен патент на полезную модель [8].

Особый интерес представляет схема с группировкой гидроцилиндров, находящихся в одной стадии выдвижения в разных плоскостях (рис. 6). При этом число групп (плоскостей) должно быть больше двух, а в каждой группе может размещаться необходимое количество гидроцилиндров. Тем самым реализуется непрерывность вращения

головной секции, достаточный запас по развиваемому моменту, а также лучшая равномерность передачи усилий от гидроцилиндров оболочке головной секции. Штоки гидроцилиндров каждой плоскости кинематически связаны с механизмом свободного хода (храповым, например). Сами гидроцилиндры и механизмы свободного хода размещены между оболочкой головной секции и цилиндрической обечайкой, связанной с хвостовой секцией. Обечайка представляет по конструкции длинный стакан, опирающийся через подшипниковые узлы на головную секцию.

Так как число положений штоков (фаз) может быть только целым числом, то при возврате штока одного гидроцилиндра общее количество гидроцилиндров может быть любым, начиная с трёх штук.

При одновременном возврате штоков двух гидроцилиндров общее число гидроцилиндров $n_{ГЦ}$ должно быть чётным и не меньше шести штук. При возврате штоков трех гидроцилиндров

общее число гидроцилиндров $n_{ГЦ}$ должно быть кратно трём и не меньше девяти.

Таким образом, общее количество использованных в трансмиссии гидроцилиндров должно быть кратно числу гидроцилиндров, совершающих обратный (холостой) ход или числу групп гидроцилиндров, находящихся в разных фазах выдвигания.

В рамках одного компоновочно-конструктивного решения трансмиссии возможна реализация различных схем работы гидроцилиндров, а также изменение этих схем в процессе работы, путем коммутации цепей управления, что позволяет наиболее рационально задействовать энергетические ресурсы трансмиссии в зависимости от требуемых условий.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эллер А.Ф., Горбунов В.Ф., Аксенов В.В. Винтоповоротные проходческие агрегаты. Новосибирск: Наука. Сибир. издат. фирма, 1992. 192 с.
2. Аксенов В.В. Геовинчестерная технология проведения горных выработок. – Кемерово: Институт угля и углехимии СО РАН, 2004, 264 с., ил.
3. Аксенов В.В., Ефременков А.Б. Геовинчестерная технология и геоходы - наукоемкий и инновационный подход к освоению недр и формированию подземного пространства // Уголь/ Москва, 2009– №2. С.26-29.
4. Разработка требований к основным системам геохода / В.В. Аксенов, А.Б. Ефременков, В.Ю. Бегляков, М.Ю. Блащук, В.Ю. Тимофеев, А.В. Сапожкова // Горное оборудование и электромеханика/ Москва, 2009– №5. С.3-7.
5. Обзор трансмиссий горной техники / В.В. Аксенов, А.Б. Ефременков, В.Ю. Тимофеев, М.Ю. Блащук // Горный информационный аналитический бюллетень. Горное машиностроение / Москва, МГТУ, 2010 – ОВ №3. С. 55-66.
6. Бреннер В.А., Жабин А.Б., Щеголевский М.М., Поляков Ал.В., Поляков Ан.В. Щитовые проходческие комплексы: Учебное пособие. – М.: Изд-во «Горная книга», 2009. 447 с.: ил.
7. К вопросу о применении редукторного привода в трансмиссии агрегата для проведения аварийно-спасательных выработок (геохода) / В.В. Аксенов, М.Ю. Блащук, В.Ю. Тимофеев, В.Ф. Горбунов // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2011, Вып. ОВ9 - С. 25-35.
8. Патент на полезную модель № 112269 RU / Проходческий щитовой агрегат / В.В. Аксенов, А.Б. Ефременков, М.Ю. Блащук, В.Ю. Бегляков, Б.Ф. Лелюх. – Оpubл. 10.01.2012, Бюл. №1.
9. Определение геометрических параметров размещения гидроцилиндров трансмиссии геохода / В.В. Аксенов, А.А. Хорешок, В.И. Нестеров, М.Ю. Блащук // Вестник КузГТУ, 2012, №4. С. 17-20.
10. Силовые параметры трансмиссии геохода с гидроприводом / В.В. Аксенов, А.А. Хорешок, В.И. Нестеров, М.Ю. Блащук // Вестник КузГТУ. 2012. №4. С. 21-24

□ Авторы статьи

Аксенов Владимир Валерьевич, докт. техн. наук, вед. научн. сотр. Инсти- тута угля СО РАН. E-mail: v.aksenov@icc.kemsc.ru ,	Хорешок Алексей Алексеевич, докт.техн. наук, про- фессор., зав. кафедрой горных машин и ком- плексов КузГТУ, тел. 8(3842) 39-69-40.	Блащук Михаил Юрьевич, ст. преп. каф. горно- шахтного оборудо- вания ЮТИ ТПУ. E-mail: mby.tpu@gmail.com	Тимофеев Вадим Юрьевич, ст. преп. каф. горно- шахтного оборудо- вания ЮТИ ТПУ. Email: atv-ytitpu@mail.ru	Михеев Денис Александрович. студент ЮТИ ТПУ. Email: mby.tpu@gmail.com
---	--	---	--	---