

ГОРНЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ

УДК 622.002.5

В.В. Аксенов, А.Б. Ефременков, В.Ю. Садовец, Е.В. Резанова

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРНОГО ПОРТРЕТА ГЕОХОДОВ

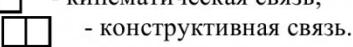
В настоящее время коллективом авторов, занимающихся созданием новых видов горнопроходческой техники, предложено рассматривать проходку горной выработки как процесс движения твердого тела (горнопроходческого оборудования) в твердой среде (окружающем массиве горных пород) [1]. Такой подход жестко требует за базовую операцию в проходческом цикле принимать перемещение.

Такие попытки предприняты в работе [2]. Но руководящей идеей у авторов была необходимость приближения к забою и отвода горнопроходческих машин по технологической необходимости.

Для лучшего понимания и восприятия структурных формул горнопроходческих систем считаем необходимым перейти на символическое обозначение технологических операций, функциональных устройств и элементов [3].

В то же время, исходя из необычности данного предложения, на переходном этапе предлагается оставить для основных технологических операций, как у авторов [4], - буквенное обозначение, а для обозначения функциональных устройств (ФУ) ввести символы.

Все структурные единицы, входящие в состав горнопроходческой системы, находятся во взаимосвязи друг с другом посредством технологической, кинематической или конструктивной связи. Примем следующие обозначения связей:

-  - технологическая связь;
-  - кинематическая связь;
-  - конструктивная связь.

В данной работе ограничимся введением символического обозначения для механического способа разрушения забоя.

Структуру горнопроходческой системы обычно представляют тремя функциональными машинами, которые выполняют следующие технологические операции: отделение горной массы, уборку (транспортировку) и крепление образовавшегося пространства. Символическое обозначение этих устройств, а также базовой операции проходческого цикла, представлено в табл. 1.

Функциональные устройства, входящие в структуру средств уборки отделенной горной массы, являются унифицированными и включают, как правило, два функциональных элемента. Породоуборочные машины состоят из погрузочного и

транспортирующего органа, а также органа перемещения породоуборочной машины.

В общем случае технологическая операция по возведению постоянной крепи осуществляется двумя функциональными устройствами, которые выполняют следующие функции: создание геомеханической системы «крепь-порода» и возведение ограждающих средств. Символьное обозначение основных функциональных устройств операций уборки и крепления представлены в табл. 1.

Согласно иерархии, конечным элементом при рассмотрении структурного строения проходческих систем являются функциональные элементы. Каждое функциональное устройство операционной машины состоит из достаточно обозримого числа элементов. Но структура функциональных устройств, зависящая от способа проведения выработки, используемых средств уборки и крепления, а также ряда других факторов, является такой многообразной, что введение символического обозначения для функциональных элементов мы оставим для разработчиков конкретных проходческих систем.

Проходческая система в целом представляет достаточно сложную структуру, состоящую из функциональных устройств и элементов, которые посредством связей взаимодействуют друг с другом. Представляется удобным изобразить горнопроходческую систему в виде окружности, разбитой на четыре сектора. Каждый сектор обозначает технологическую операцию или функциональную машину. Функциональные устройства и элементы горнопроходческой системы при составлении общей структурной схемы следует располагать соответственно занимаемому уровню иерархии. Такое представление структуры проходческой системы назовано «структурным портретом» (рис. 1).

Структурный портрет – это функциональные устройства и конструктивные элементы проходческих систем, расположенные в соответствии с занимаемым уровнем иерархии, взаимосвязанные между собой и представленные в виде символов.

Структурный портрет изображается в виде спила ствола дерева. В центре располагается символ, обозначающий базовую операцию - перемещение. Удаляясь от центра к периферии, на круговых сегментах располагаются буквы, обозначающие основные технологические операции, а также символы, которым присвоено значение функци-

Таблица 1. Буквенно-символьное обозначение способов перемещения, средств отделения, уборки и крепления

№ пп	Технологи- ческая опе- рация	Буквенное обозначение	Символьное обозначение (ФУ)	Наименование функционального устройства
1	Переме- щение	П		Перемещение на гусеничном ходу (проходческие комбайны)
				Машина на колесном (пневматическом) ходу (уборочные, транспортные машины и т.д.)
				Колесно-рельсовый способ перемещения (буровзрывные проходческие системы и т.д.)
				Гусеничный ход. Вторая гусеница сверху (проходческие комбайны и т.д.)
				Распорно-шагающий способ перемещения (проходческие щиты и т.д.)
				Распорный способ перемещения
				Перемещение с использованием геосреды (геоходы ЭЛАНГ)
2	Отделение	О		Орган разрушения – исполнительный модуль, посредством которого осуществляется отделение и дробление горной массы от забоя
				Орган навалки – орган перемещения разрушенного горного массива от забоя и навалки его на уборочную машину
3	Уборка	У		Орган загрузки (зачерпывание) – орган навалки породы на транспортирующий орган
				Транспортирующий орган – орган перемещения груза от органа разрушения и относительно органа разрушения
4	Крепление	К		Ограждение от вывалов и возведение ограждающих средств в выработке
				Заполнение пространства между ограждающими элементами и вмещающими породами.

нальных устройств и элементов. По радиусу расположена геосреда, которая контактирует с технологическими операциями отделения, перемещения и крепления.

В качестве примера использования буквенно-символьного обозначения, на рис. 2 представлен структурный портрет проходческого комбайна ГПК, на рис. 3 – щитового проходческого комплекса ТЩБ-3.

Такой вид представления совокупности элементов, входящих в состав проходческой системы, а также характер их взаимодействия, дает представление об иерархичности структуры горнопро-

ходческого оборудования. Введение дополнительных технологических операций, новых функциональных элементов в дальнейшем можно показывать в виде вновь образуемых дополнительных круговых сегментов, аналогично росту ствола дерева.

Для дальнейшего развития и наработки вариантов обоснованных технических и компоновочных решений по новому классу горнопроходческой техники представляется целесообразным рассмотреть геоход как структурный объект.

Существует два подхода к формированию структуры будущей машины: функциональный и

конструктивный [5].

Функциональный подход основывается на выполнении машиной, устройством или элементом какой либо технологической операции.

Конструктивный подход, основываясь на существующих конструкциях машин, устройств и элементов, формирует гипотетическую структуру будущей технологической единицы.

Для создания структурного портрета геохода представляется возможным и необходимым объединить два подхода – функциональный и конструктивный. В результате получена функционально-конструктивную модель будущей машины.

С точки зрения функционального подхода любая горнопроходческая система должна обладать иерархичностью структуры. Для геохода иерархичность заключается в том, что в его структуре выделяются подсистемы, которые рассматриваются как самостоятельные функциональные единицы.

Геоход обладает вполне логичным числом уровней иерархии. Выделим основные из них:

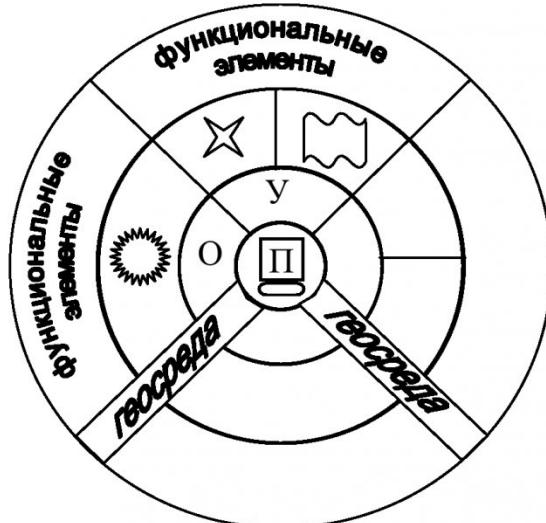


Рис. 2 . Структурный портрет комбайна ГПК

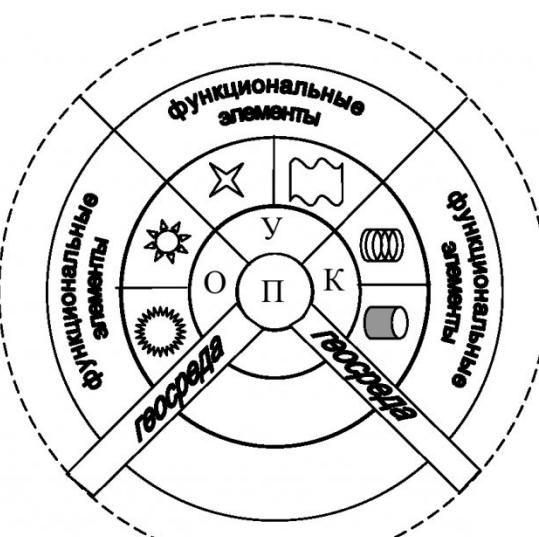


Рис. 1. Структурный портрет горнопроходческой системы



Рис. 3 . Структурный портрет щитового проходческого комплекса ТЩБ-3

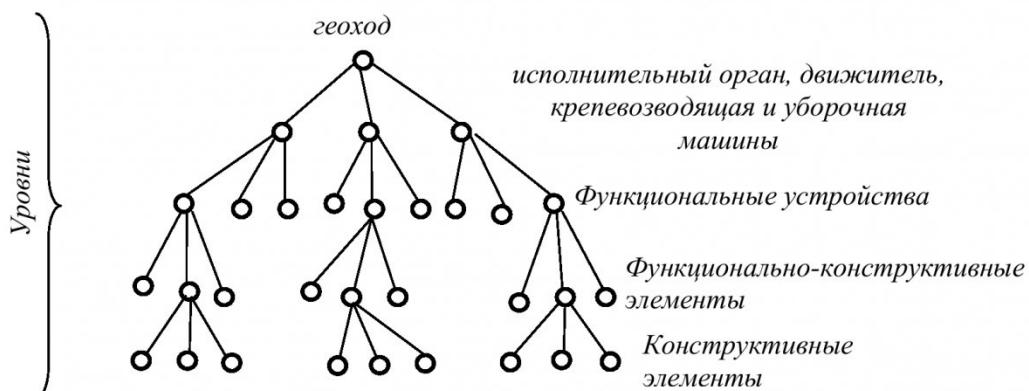


Рис. 4 . Иерархические уровни структуры геоходов

функциональные машины, функциональные устройства, функционально-конструктивные элементы и конструктивные элементы (рис. 4).

Основной технологической операцией, если рассматривать проведение горных выработок как

движение твердого тела (проходческого оборудования) в твердой среде, является перемещение.

Поэтому, при структурной систематизации перемещение было принято за базовую функциональную операцию.

машина по отделению горной массы или исполнительный орган (ИО), состоит из:

- основного элемента, непосредственно разрушающего забой;
- винтореза – инструмента, нарезающего винтовые каналы за контуром выработки;

Структуру движителя геохода, обеспечивающего его перемещение в геосреде, необходимо представлять как совокупность трех функциональных устройств:

- винтовой лопасти;
- устройств противовращения;
- привода.

Функциональные устройства, входящие в структуру средств уборки отделенной горной массы включают два функциональных элемента. Породоуборочная машина состоит из органа загрузки и транспортирующего органа.

В общем случае технологическая операция по

возведению постоянной крепи в геовинчестерной технологии осуществляется за счет функциональных устройств, выполняющих следующие операции: создание геомеханической системы «крепь-порода» и возведение ограждающих средств.

Обозначение функциональных устройств (ФУ), входящих в структуру геохода, произведено с использованием системы буквенно-символьного обозначения, которое представлено в табл. 2.

Согласно принципу иерархии, каждое ФУ состоит из определенного числа функционально-конструкционных элементов, которые являются его конструктивной реализацией.

Для ИО геохода можно выделить следующие функционально-конструктивные элементы:

- расположение ИО относительно продольной оси геохода;
- количество разрушающих элементов;
- тип исполнительного органа геохода;

Таблица 2 . Обозначения функциональных устройств геоходов

№ пп	Технологическая операция	Буквенное обозначение	Символьное обозначение (ФУ)	Наименование функционального устройства и его особенности
1	Перемещение	П		Внешний движитель – перемещение с использованием геосреды
2	Отделение	О		Орган разрушения – исполнительный орган, посредством которого осуществляется отделение от массива и дробление породы
				Винторез – устройство для формирования винтового канала за контуром проводимой выработки
				Забурник – устройство для разрушения забоя в центре проводимой выработки
3	Уборка	У		Орган загрузки (зачерпывание) – орган навалки породы на транспортирующий орган
				Транспортирующий орган – орган перемещения груза от органа разрушения и относительно органа разрушения
4	Крепление	К		Орган возведения ограждающих средств в выработке
				Устройство для выполнения операции по заполнению пространства между ограждающими элементами и вмещающими породами .
5	Движитель	П		Внешний движитель – обеспечивает возможность вращательно-поступательного перемещения геохода в геосреде
				Устройство противовращения - выполняет функции восприятия и перераспределения нагрузок, формирования продольного канала за контуром выработки
				Привод – передача, преобразование движения от двигателя (гидравлического, пневматического, дизельного) к внешнему движителю

Таблица 3. Символьное обозначение функционально-конструктивных элементов геохода

№ пп	Символьное обозначение (ФУ)	Символьное обозначение ФЭ	Особенности функционально-конструктивного элемента
1			расположение ИО относительно продольной оси геохода с указанием количества разрушающих элементов
			тип исполнительного органа геохода
			разрушающий инструмент (ножи, резцы, шарошки и т.д.)
			наличие и тип привода (активный или пассивный ИО)
2			расположение по окружности головной секции и число заходов винтовой лопасти
			наличие и тип привода (активный или пассивный винторез)
			расположение, если винторез связан с основным ИО геохода
3			тип функционального элемента в зависимости от вида средства уборки.
			наличие привода функционального элемента
4			тип функционального элемента в зависимости от вида средства уборки.
			наличие привода функционального элемента
5			тип функционального элемента в зависимости от вида средства крепления.
			наличие привода функционального элемента
6			тип функционального элемента в зависимости от вида средства крепления.
			наличие привода функционального элемента
7			Винтовая лопасть
			расположение захода винтовой лопасти по окружности головной секции и число ее заходов
			геометрическая форма винтовой лопасти
8			крыло
			исполнительный орган, нарезающий продольный канал за контуром выработки
			орган уборки и транспортирования отделенной горной массы
9			тип трансмиссии
			тип двигателя (пневматический, дизельный, гидравлический)

- применение различного инструмента (ножи, резцы, шарошки);
- наличие собственного привода у ИО геохода.

Символьное обозначение конструктивно-функциональных элементов исполнительного органа, уборочной машины, крепевозводящей машины и движителя геохода представлено в табл. 3.

Рассмотрим функциональные элементы, входящие в структуру винтореза. Основная и единст-

венная функция этого инструмента – нарезка (формирование) винтового канала за контуром проводимой выработки. Расположение винтореза зависит от геометрического места начала захода внешнего движителя (одно- или двухзаходного). Число заходов определяет количество винторезов на головной секции геохода.

С технологической точки зрения винторез может быть пассивным или активным, в зависи-

ности от наличия привода. Символьное обозначение элементов технологической операции нарезания винтового канала представлено в табл. 3.

Рассмотрим функциональные элементы средств уборки горной массы и крепления образовавшегося пространства, входящие в структуру геохода. Любое из средств уборки горной массы или средств крепления выработанного пространства можно представить в виде двух элементов. Это тип функционального элемента и наличие привода, который позволяет механизировать технологические процессы уборки и крепления.

Наличие собственного привода не означает, что средство по уборке горной массы и креплению выработки находится обособлено от всей системы. Символьное обозначение функциональных элементов ($\Phi\mathcal{E}$) средств уборки горной массы и крепления выработок представлено в табл. 3.

Тип органа загрузки, или навалки, отделенной горной массы может быть различным, так же как и орган транспортирования. При проведении выработок геоходами возможно применение как существующих, так и новых средств механизации уборки отделенной горной массы, а также крепления образовавшегося пространства.

В связи с тем, что набор функциональных элементов технологических операций по уборке отделенной горной массы и креплению выработки аналогичны (состоит из двух типов элементов: тип и наличие привода), то существует возможность введения одинакового символического обозначения для функциональных элементов этих операций. При построении структурной схемы присоединение символического обозначения функционального элемента к определенному функциональному устройству определит, к какой технологической операции относится данный элемент.

Рассмотрим функциональные элементы, входящие в состав винтовой лопасти. По сути их два – это количество заходов винтовой лопасти и геометрическая форма профиля винтовой лопасти. Эти структурные элементы больше являются кон-

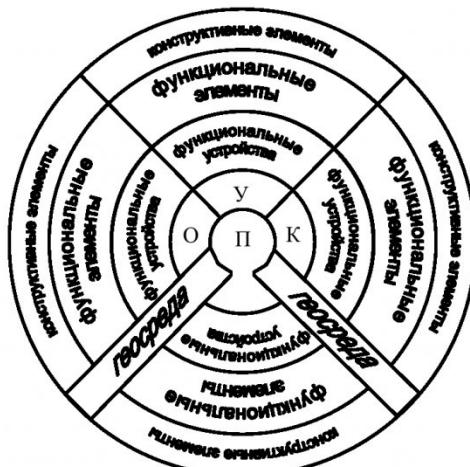


Рис.5. Структурный портрет геохода

структурными, чем функциональными, но именно они будут влиять на силовые и ходовые характеристики всего геохода.

Функциональное устройство противовращения включает в себя как минимум три функциональных элемента:

- крыло, непосредственно воспринимающее и перераспределяющее на массив нагрузки от силового оборудования;
- исполнительный орган, формирующий каналы за контуром выработки;
- орган уборки и транспортирования отделенной горной массы.

Структура привода геохода определяется двумя функциональными элементами – типом трансмиссии и типом двигателя.

Наглядно и доступно строение геохода можно представить в виде структурного портрета, используя в ней буквенно-символьное обозначения функциональных машин, устройств и элементов. Такой вид структуры геохода позволяет не только проводить анализ существующих конструкций геоходов, но и дает возможность синтеза новых технических и конструктивных решений (рис. 5).

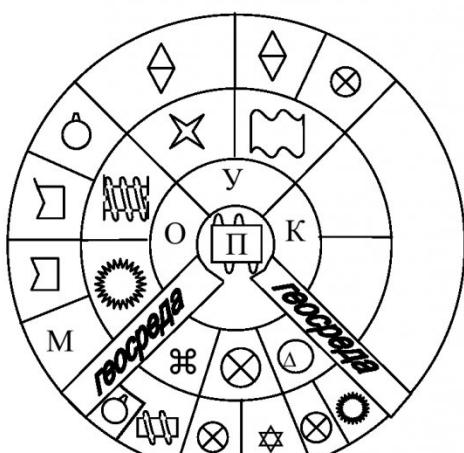


Рис. 6. Структурный портрет геохода ЭЛАНГ-3

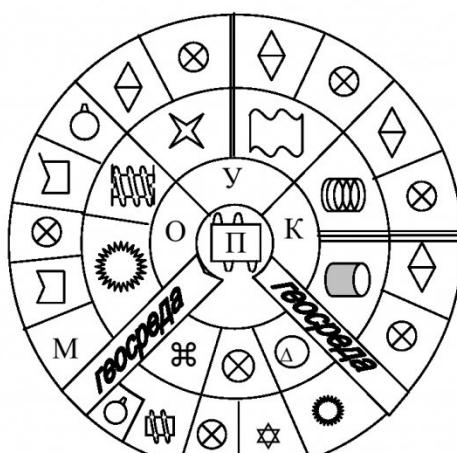


Рис. 7. Структурный портрет геохода ЭЛАНГ-4Т

В качестве примера представим структурные портреты геоходов ЭЛАНГ-3 (рис. 6) и ЭЛАНГ-4Т (рис. 7), куда введена геосреда, которая является опорным элементом для создания напорных усилий на ИО при перемещении геохода на забой, используя внешний движитель.

Так как корпус геохода является временной проходческой крепью, то в структурном портрете оставлено место для обозначения операции крепления. На самом деле оборудование по возведению крепи в структуре опытного образца геохода ЭЛАНГ – 3 не предусмотрено.

Операция уборки в конструкции геохода ЭЛАНГ – 3 осуществляется двумя функциональными устройствами: погрузочными лопатками и пресспогрузчиком. Процесс навалки отделенной горной массы на пресспогрузчик осуществляется погрузочными лопатками, которые не имеют собственного привода, а пресспогрузчик имеет.

Исполнительный орган геохода ЭЛАНГ – 3 состоит из винтореза, не имеющего собственного привода (структурное обозначение привода отсутствует), и ножей, которые также не имеют своего привода. Также структурный портрет дает возможность представить геометрическое расположение винтореза и ножей ИО относительно продольной оси геохода.

Основными отличиями структурного портрета геохода ЭЛАНГ – 4Т (Т - тоннельный), от структурного портрета геохода ЭЛАНГ – 3 являются:

- собственный привод у ИО (при этом возникает необходимость обозначения типа ИО);
- роторный погрузчик, осуществляющий погрузку отделенной горной массы на вагонетку или другое транспортирующее устройство (что отмечено технологической связью);
- винторез, технологически, кинематически и конструктивно связанный с основным ИО;

- отсутствие забурника;
- функциональные устройства по возведению постоянной крепи (тюбингоукладчик).

Выводы

1 Объединение функционального и конструктивного подходов к структурной систематизации горнопроходческих систем позволило получить структурный портрет, который является функционально-конструктивной моделью существующих горнопроходческих систем и машин.

2 Отображение средств механизации с использованием структурного портрета, изображенного в виде окружности, разбитой на секторы, и с применением буквенно-символьного обозначения, позволяет получить наглядную картину о структуре функциональной машины.

3 Структурный портрет геоходов позволил выявить необходимость введения новых функционально-конструктивных устройств и элементов, а также открыть большое поле деятельности и широкие возможности в направлении создания исполнительных органов геохода, уборочной и крепевозвращающей машин, а также вариантов движителя и устройств противовращения нового класса горнопроходческой техники.

4 Использование структурного портрета геоходов, а также проработка его фрагментов, позволило синтезировать новые технические решения и наработать варианты конструктивных решений функциональных устройств геоходов.

5 Возможность создания большого числа вариантов конструктивных и технических решений структуры геохода приводит к необходимости разработки методик расчета силовых и геометрических параметров как отдельных функциональных устройств нового класса горнопроходческой техники, так и создания модели их совместного функционирования и взаимодействия с геосредой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Эллер, А. Ф. Винтоворотные проходческие агрегаты / А. Ф. Эller, В. Ф. Горбунов, В. В. Аксенов. – Новосибирск: ВО «Наука». Сибирская издательская фирма, 1992 г. – 192 с.
- 2 Воронова, Э. Ю. Синтез и оценка эффективности технических решений при агрегатировании буровзрывных проходческих систем: автореф ... дис. канд. техн. наук / Э. Ю. Воронова; Юж-Рос. гос. техн. ун-т. - Новочеркасск, 2004. - 21 с.
- 3 Горбунов, В. Ф. Структурная матрица горнопроходческих систем / В. Ф. Горбунов, В. В. Аксенов, В. Ю. Садовец // Служение делу. – Кемерово: ГУ КузГТУ, 2006. - С. 77-84.
- 4 Солод, В. И. Проектирование и конструирование горных машин и комплексов / В. И. Солод, В. Н. Гетопанов, К. М. Рачек . – М.: Недра, 1983. - 351с.
- 5 Горбунов, В. Ф. Основы проектирования буровзрывных проходческих систем / В. Ф. Горбунов, А. Ф. Эller, В. М. Скоморохов. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1985.- 254 с.

□ Авторы статьи:

Аксенов

Владимир Валерьевич
- докт. техн. наук, в.н.с. ИУУ
СО РАН, профессор Юргин-
ского технологического ин-
ститута филиала ТПУ
Тел. 8-908-953-55-22

Ефременков

Андрей Борисович
- канд.техн.наук, доцент,
директор Юргинского
технологического
института филиала ТПУ
Тел. 8-(384-51)-6-26-83

Садовец

Владимир Юрьевич
- к.т.н., доцент каф. прикладной
механики КузГТУ, доцент Юр-
гинского технологического
института филиала ТПУ
e-mail: vsadovec@yandex.ru

Резанова

Елена Викторовна
- ст. преподаватель
каф. прикладной
механики КузГТУ
Тел.
8-904-572-60-76