

УДК 622.23.05

## КЛАССИФИКАЦИЯ СХЕМНЫХ РЕШЕНИЙ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ГЕОХОДА ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ МЯГКИХ ПОРОД

Пашков Д.А., аспирант Институт угля ФИЦ УУХ СО РАН,  
Научный руководитель: Аксенов В.В., д.т.н., Главный научный сотрудник  
Институт угля ФИЦ УУХ СО РАН  
г. Кемерово

Многолетние труды группы авторов [1-10] направлены на разработку технических устройств нового класса горнодобывающей техники – геоходов. Данная техника создана для образования полости в подземном пространстве.

При разработке геоходов необходимо учитывать винтовое движение машины в породном массиве [11-16]. В связи с этим, обоснования технических и конструктивных элементов геохода являются актуальными работами.

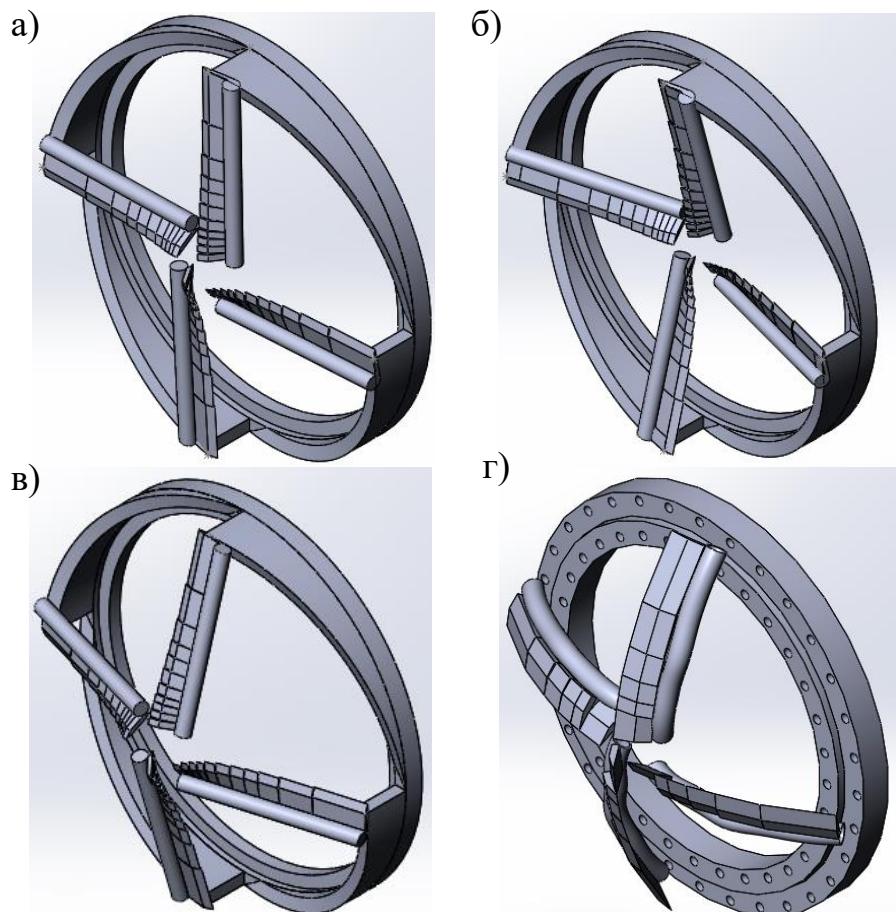
Исполнительный орган (ИО) – один из основных элементов геохода, оказывающий влияние на силовые параметры подземного аппарата [17-23]. Для разрушения мягких пород геоходами выбран ножевой исполнительный орган [24-29].

С учетом конструкционной возможности изменения геометрии ножа, появляется возможность получить ряд вариантов схемных решений ножевых ИО геоходов для разрушения мягких пород, некоторые из которых представлены на рисунках 1 и 2.

На рисунке 1 представлены варианты четырехлучевого ножевого ИО геохода, которые образуют различные формы забоев. Так вариант, образующий плоскую форму забоя (Рисунок 1, а) является традиционной формой при проходке тоннелей щитовым способом. При данной схеме ножи расположены перпендикулярно оси вращения геохода. При наклоне ножей на угол  $\gamma$  ИО формирует забой конической формы. Конус может быть как выпуклым (рисунок 1, б), так и вогнутым (обратным) (Рисунок 1, в) относительно геохода. Данные схемы позволяют удерживать направление относительно оси геохода, но при этом уменьшая маневренность машины. Напротив ИО геохода (Рисунок 1, г), образующий забой формой выпуклого шара, повышает маневренность.

Непосредственно ИО геохода может состоять из разного числа лучей. Так на рисунке 2 показаны схемные варианты трехлучевого ножевого ИО геохода для разрушения мягких пород. Схемные варианты ИО геохода (Рисунок 2, а, б) образуют забой конусной формы. Ножевые ИО геохода, образующие забой формы тора (Рисунок 2, в, г) отличаются от ИО шаровой формой тем, что на периферии образуют шаровую форму, а в центре конус. ИО формой выпуклого тора (Рисунок 2, в) так же как и ИО геохода формой выпуклого шара повышают маневренность машины, но при этом ближе к оси выработки образовывая рациональную форму

образующей [30], которая приводит к смещению главных напряжений в сторону растяжения.



а) – плоская форма; б) – форма обратного конуса; в) – форма выпуклого конуса; г) – форма выпуклого шара

Рисунок 1 – Схемные варианты четырехлучевого ножевого ИО геохода с различной геометрией ножа

На основании предложенных схемных вариантов ножевого исполнительного органа геохода (Рисунок 1, 2) предложена классификация ножевых исполнительных органов геоходов по видимым признакам, т.е. признаки, которые дают общую характеристику ножевых ИО геоходов на качественном уровне, определяют тип формируемого забоя по наличию или отсутствию тех или иных признаков;

Признаки классификации ножевого ИО геохода:

1. Расположение относительно поверхности забоя:

- выпуклое в массив (Рисунок 1,в,г; Рисунок 2,а,в);
- прямое (Рисунок 1,а);
- вогнутое (Рисунок 1,б; Рисунок 2,б,г).

2. Форма ножа:

- прямая (Рисунок 1,а);
- наклонная (Рисунок 1,б,в; Рисунок 2,а,б);
- радиально-конусная;

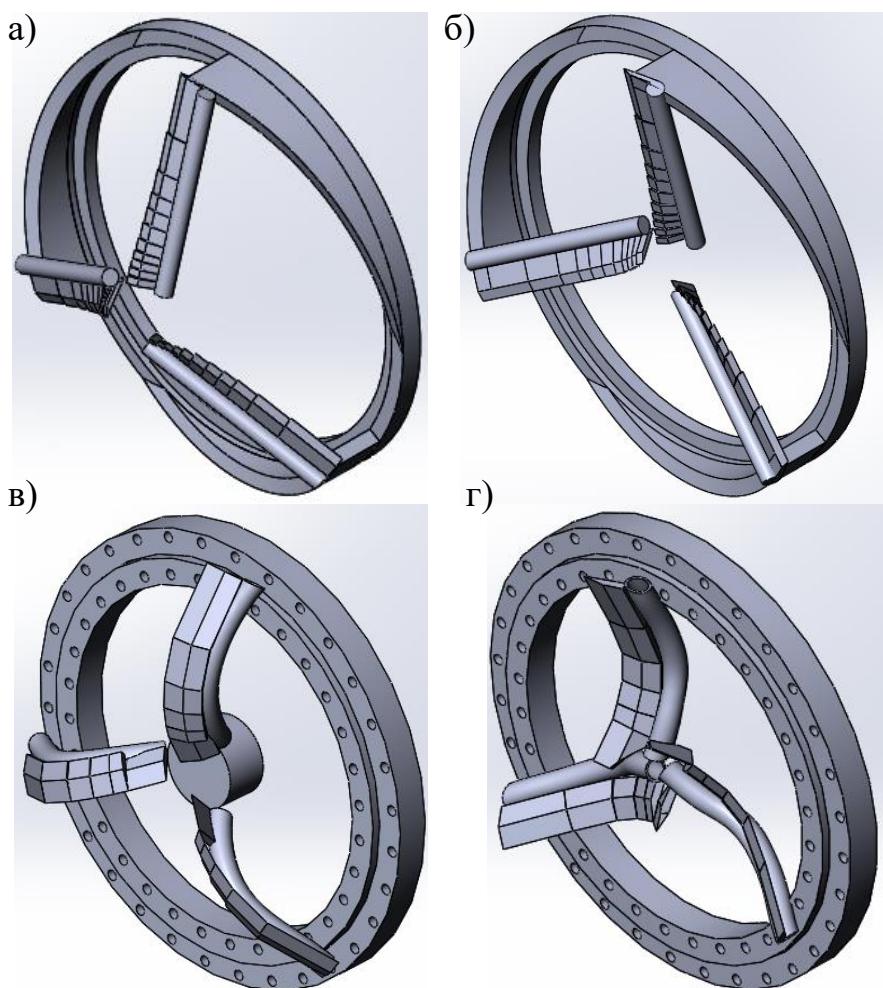
- вогнутая (форма шара) (Рисунок 1,г);
- окружная (форма тора) (Рисунок 2,в,г).

3. Количество лучей:

- двухлучевой;
- трехлучевой (Рисунок 2);
- четырехлучевой (Рисунок 1);
- многолучевой.

4. Наличие геликоидности:

- прямой;
- геликоидный (Рисунок 1,2).



а) – форма выпуклого конуса; б) – форма обратного конуса; в) – форма тора выпуклого; г) – форма тора вогнутого

Рисунок 2 – Схемные варианты трехлучевого ножевого ИО геохода с различной геометрией ножа

**Выходы.** Предложена классификация ножевых ИО геоходов для разрушения мягких пород. Для дальнейших исследований необходимо разработать схемные варианты поверхности взаимодействия ИО геохода с породой забоя; оценить каждое

схемное решение ножевого ИО геохода для разрушения мягких пород на соответствие предъявляемым к ним требованиям.

#### Список литературы

1. Аксенов В.В. Концепция создания перспективного технологического уклада формирования (освоения) подземного пространства на базе опережающего развития новых подходов в строительной геотехнологии и геотехнике. Часть 1 / В.В. Аксенов, А.А. Хорешок, В.Ю. Бегляков // Вестник КузГТУ. - 2018. - №4. - С. 105-113.
2. Аксенов В.В. Концепция создания перспективного технологического уклада формирования (освоения) подземного пространства на базе опережающего развития новых подходов в строительной геотехнологии и геотехнике. Часть 2 / В.В. Аксенов, А.А. Хорешок, В.Ю. Бегляков // Вестник КузГТУ. - 2018. - №5. - С. 43-51.
3. Nesterov V., Aksenov V., Sadovets V., Pashkov D. SOLUTION FOR THE LOCATION OF ROCK CUTTING ELEMENTS RELATIVE TO THE ROTATION CENTER OF GEOHOD // В сборнике: E3S Web of Conferences IVth International Innovative Mining Symposium. 2019. С. 03001.
4. Nesterov V., Aksenov V., Sadovets V., Pashkov D., Beysebayeva Zh. DETERMINATION OF THE ENERGY CAPACITY OF FACE ROCK BREAKING BY THE GEOKHOD'S KNIFE OPERATING ELEMENT AND ITS DEPENDENCE ON THE EXTERNAL PROPELLER'S PITCH // В сборнике: E3S Web of Conferences IVth International Innovative Mining Symposium. 2019. С. 03024.
5. Aksenov V.V., Efremenkov A.B., Sadovets V.Yu., Pashkov D.A., Efremenkov V.A. IMPACT OF THE NUMBER OF BLADES OF THE GEOKHOD CUTTING BODY ON THE ENERGY INTENSITY OF THE ROCK DESTRUCTION // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering The conference proceedings ISPCIET 2019. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslav-the-Wise Novgorod State University". 2019. С. 012002.
6. Aksenov V.V., Efremenkov A.B., Sadovets V.Yu., Pashkov D.A., Efremenkov V.A. IMPACT OF THE INCLINATION ANGLE OF A BLADE OF THE GEOKHOD CUTTING BODY ON THE ENERGY INTENSITY OF ROCK DESTRUCTION // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering The conference proceedings ISPCIET 2019. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Yaroslav-the-Wise Novgorod State University". 2019. С. 012003.
7. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Пашков Д.А. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНОЙ ПОРОДЫ НОЖЕВЫМ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫМ ОРГАНОМ ГЕОХОДА // Горное оборудование и электромеханика. 2019. № 2 (142). С. 30-38.
8. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Прейс Е.В., Пашков Д.А. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ НОЖЕВОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ГЕОХОДА // Горное оборудование и электромеханика. 2018. № 5 (139). С. 16-22.
9. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Пашков Д.А., Резанова Е.В. ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРНЫХ ТОЧЕК НОЖЕВОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ГЕОХОДА // Горное оборудование и электромеханика. 2018. № 5 (139). С. 16-22.

ТЕЛЬНОГО ОРГАНА ГЕОХОДА // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2018. № 2 (126). С. 166-173.

10. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Пашков Д.А. ОБОСНОВАНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПРИКЛАДЫВАЕМЫХ К ЗАБОЮ НАГРУЗОК ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИНСТРУМЕНТА И ПОРОДЫ // Техника и технология горного дела. 2018. № 1 (1). С. 11-19.

11. Aksenov V., Sadovets V., Pashkov D. REASONING OF THE MODEL SIZES IN MODELING THE INTERACTION BETWEEN TOOL AND ROCK // В сборнике: E3S Web of Conferences Electronic edition. 2018.

12. Аксенов В.В., Садовец В.Ю. СТРУКТУРНАЯ МАТРИЦА ГЕОХОДОВ // В сборнике: СЛУЖЕНИЕ ДЕЛУ Сборник материалов, посвященный 80-летию со дня рождения доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники Российской Федерации М.С. Сафохина. Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева. Кемерово, 2006. С. 90-100.

13. Садовец В.Ю., Бегляков В.Ю., Пашков Д.А. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОРНЫХ ПОРОД МАЛОЙ КРЕПОСТИ // В сборнике: Перспективы инновационного развития угольных регионов России Сборник трудов V Международной научно-практической конференции. Ответственные редакторы Пудов Е. Ю., Клаус О. А.. 2016. С. 142-147.

14. Садовец В.Ю. ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ И СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ НОЖЕВЫХ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ ГЕОХОДОВ // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Кузбасский государственный технический университет. Кемерово, 2007.

15. Аксенов В.В., Ефременков А.Б., Садовец В.Ю., Резанова Е.В. ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРНОГО ПОРТРЕТА ГЕОХОДОВ // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2010. № 1 (77). С. 35-41.

16. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Пашков Д.А. ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ СОЗДАНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ГЕОХОДА ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ ПОРОД МАЛОЙ КРЕПОСТИ // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2016. № 6 (118). С. 8-15.

17. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Бегляков В.Ю. ВЛИЯНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ФОРМИРУЮЩИХСЯ В РАБОЧИХ РЕЖИМАХ, НА СИЛОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ НОЖЕВОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ГЕОХОДА // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. № S10. С. 91-106.

18. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Буялич Г.Д., Бегляков В.Ю. ВЛИЯНИЕ УСТУПА НА НДС ПРИЗАБОЙНОЙ ЧАСТИ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. № S2. С. 55-67.

19. Аксенов В.В., Садовец В.Ю. МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ ГЕОХОДА // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2007. № 1 (59). С. 20-22.

20. Аксенов В.В., Ефременков А.Б., Бегляков В.Ю., Бурков П.В., Блащук М.Ю., Сапожкова А.В. КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ МАШИН ПРОВЕДЕНИЯ

ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК НА ОСНОВЕ ГЕОВИНЧЕСТЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. № 1. С. 251-259.

21. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Бегляков В.Ю. СИНТЕЗ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ ГЕОХОДОВ // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2010. № S3. С. 49-54.

22. Аксенов В.В., Ефременков А.Б., Тимофеев В.Ю., Блащук М.Ю. РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ ВАРИАНТОВ ГИДРОПРИВОДА В ТРАНСМИССИИ ГЕОХОДА // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2010. № S3. С. 184-193.

23. Aksenov V., Sadovets V., Pashkov D. THE INFLUENCE OF PARAMETERS ON THE GENERATRIX OF THE HELICOID FORM GUIDE OF GEOKHOD BAR WORKING BODY // В сборнике: E3S Web of Conferences The Second International Innovative Mining Symposium. 2017.

24. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Пашков Д.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ НОЖЕВОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ГЕОХОДА ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ ПОРОД МАЛОЙ КРЕПОСТИ // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2017. № 3 (121). С. 116-126.

25. Аксенов В.В., Бегляков В.Ю., Пашков Д.А. СПОСОБ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНОЙ ВЫРАБОТКИ И ЩИТОВОЙ ПРОХОДЧЕСКИЙ АГРЕГАТ ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ // Патент на изобретение RU 2703027 15.10.2019.

26. Пашков Д.А. ВЛИЯНИЕ ШАГА ВНЕШНЕГО ДВИЖИТЕЛЯ НА ЭНЕРГОЕМКОСТЬ РАЗРУШЕНИЯ ПОРОДЫ ЗАБОЯ НОЖЕВЫМ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫМ ОРГАНОМ ГЕОХОДА // В сборнике: Россия молодая Сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Редакционная коллегия: Костюк Светлана Георгиевна отв. редактор, Останин Олег Александрович, Хорешок Алексей Алексеевич, Дворовенко Игорь Викторович, Кудреватых Наталья Владимировна, Черкасова Татьяна Григорьевна, Стенин Дмитрий Владимирович, Покатилов Андрей Владимирович, Бобриков Валерий Николаевич, Бородин Дмитрий Андреевич. 2019. С. 10309.

27. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Пашков Д.А. РАЗРАБОТКА БУКВЕННОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ ХАРАКТЕРНЫХ ТОЧЕК НОЖЕВОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ГЕОХОДА // В сборнике: Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. Редколлегия: Д.М. Дубинкин [и др.]. 2019. С. 209-215.

28. Осипов Р.С., Пашков Д.А., Садовец В.Ю., Аксенов В.В., Бегляков В.Ю. ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ УВЕЛИЧЕНИЯ МАНЕВРЕННОСТИ ГЕОХОДА // В сборнике: Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. Редколлегия: Д.М. Дубинкин [и др.]. 2019. С. 233-237.

29. Садовец В.Ю., Пашков Д.А. ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ СОЗДАНИЯ БАРОВОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ГЕОХОДА ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ ПОРОД КРЕПОСТЬЮ ДО 1 ПО ШКАЛЕ ПРОФЕССОРА ПРОТОДЬЯКО-

НОВА // В сборнике: ИННОВАЦИИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ, МАШИНОСТРОЕНИИ И АВТОТРАНСПОРТЕ сборник материалов Международной научно-практической конференции. Кузбасский государственный технический университет им Т.Ф. Горбачева. 2017. С. 381-385.

30. Бегляков В.Ю. ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОВЕРХНОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА ГЕОХОДА С ПОРОДОЙ ЗАБОЯ // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Кузбасский государственный технический университет. Юрга, 2012.