

# МЕХАНИЗАЦИЯ ГОРНЫХ РАБОТ. ГОРНЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ

---

УДК 622.23.054

## РАЗРАБОТКА СХЕМНЫХ РЕШЕНИЙ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ ГЕОХОДОВ

**В. В. АКСЕНОВ, А. А. ХОРЕШОК, К. А. АНАНЬЕВ, А. Н. ЕРМАКОВ**

*Коротко рассмотрены принципиальные схемы различных типов исполнительных органов, предназначенных для разрушения пород с коэффициентом крепости  $f = 1-5$  по шкале М. М. Протодяконова. Определена возможность их применения в проходческих агрегатах нового класса – геододах, выделены достоинства и недостатки. Методом экспертных оценок проведен предварительный анализ рассматриваемых исполнительных органов с целью определения соответствия предъявляемым к ним требованиям. По результатам анализа определен ряд типов исполнительных органов для дальнейшего изучения.*

**Ключевые слова:** геодоход; исполнительный орган разрушения забоя.

В настоящее время ведутся работы по созданию геодоходов. Геодоход – это аппарат нового поколения, движущийся в подземном пространстве с использованием геосреды, который применяют для формирования горных выработок в породах с коэффициентом крепости  $f = 1-5$  по шкале М. М. Протодяконова [1]. Исполнительный орган разрушения забоя (ИО) является системой, напрямую определяющей работоспособность геодохода.

Отсутствие схемных решений исполнительного органа геодохода препятствует дальнейшим работам по созданию геодоходов нового поколения. Это делает разработку схемных решений ИО геодоходов для пород с коэффициентом крепости  $f = 1-5$  по шкале М. М. Протодяконова актуальной задачей.

Исполнительный орган геодохода должен удовлетворять следующим основным требованиям [2]:

- возможность непрерывного перемещения геодохода на забой, в том числе в неустойчивых породах;
- доступ к функциональным элементам исполнительного органа для ремонта, замены и модификации;
- работа в строгом соответствии с характером и параметрами подачи геодохода на забой;
- соответствие геометрических параметров ИО геодохода параметрам внешнего движителя;

---

**Аксенов Владимир Валерьевич** – доктор технических наук, заведующий лабораторией угольной геотехники Института угля СО РАН, профессор кафедры горно-шахтного оборудования Юргинского технологического института Томского политехнического университета. 650065, г. Кемерово, Ленинградский просп., 10, Институт угля СО РАН.

**Хорешок Алексей Алексеевич** – доктор технических наук, директор горного института Кузбасского государственного технического университета, профессор кафедры горно-шахтного оборудования Юргинского технологического института Томского политехнического университета. 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28, Кузбасский государственный технический университет.

**Ананьев Кирилл Алексеевич** – старший преподаватель кафедры горных машин и комплексов. 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28, Кузбасский государственный технический университет. E-mail: Ananiev\_k@gambler.ru

**Ермаков Александр Николаевич** – аспирант кафедры горных машин и комплексов. 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28, Кузбасский государственный технический университет.

Таблица 1

## Типы исполнительных органов геогодов

| Тип  | Достоинства   | Недостатки   |
|--|---|--|
| Барабанный<br>  | Возможность разрушения пород средней крепости<br>Высокая производительность<br>Возможность формирования заданной формы забоя (условно)<br>Формирование уступа   | Неравномерность загрузки на разных расстояниях от оси (при определенных формах можно выровнять)<br>Ограничения по форме забоя  |
| Многокорончатый<br>   | Возможность формирования заданной формы забоя<br>Равномерное распределение нагрузки по поверхности забоя<br>Возможность частичного использования сил резания для создания тяговых усилий<br>Формирование уступа<br>Широкий диапазон применяемых разрушающих элементов и разрушаемых пород | Сложность в проектировании и изготовлении<br>Отсутствие методик расчета<br>Требуется большое число приводов либо сложного редуктора  |
| Роторный<br>  | Известные методики проектирования<br>Формирование забоя заданной формы  | Не образует уступ<br>Большая масса<br>Требуется дополнительное вращение относительно оси подачи (следовательно, узла сопряжения ИО с корпусом)<br>Необходима высокая приводная мощность<br>Рабочий инструмент по радиусу нагружен неравномерно |
| С подвижными коронками<br><br> | Известные методики проектирования<br>Относительно малая мощность привода<br>Формирование уступа<br>Возможность формирования заданной формы забоя<br>Возможность работы с переменным шагом<br>Возможность отработки контурного пространства для маневрирования                             | Не согласуется с характером движения геогода на забой<br>Производительность достаточно только при небольших скоростях геогода<br>Занимает центральную часть полезного пространства головной секции<br>Сложная система управления               |
| Корончатый с зафиксированными коронками<br>   | Формирование уступа<br>Известные методики определения параметров<br>Возможность отработки контурного пространства для маневрирования  | Не согласуется с характером движения геогода на забой<br>Неравномерная загрузка инструмента  |
| Баровый<br>   | Возможность работы на вязких и крепких породах<br>Возможность формирования забоя любого профиля<br>Равномерное распределение нагрузки по площади забоя<br>Возможность отработки корпусного пространства для маневрирования<br>Формирование уступа   | Высокая энергоемкость<br>Высокое пылеобразование<br>Сложный профиль бара   |

– обязательное формирование и разрушение уступа на забое выработки;  
 – снижение массово-габаритных характеристик;  
 – разрушение пород с коэффициентом крепости  $f$  до 5 по шкале М. М. Прото-  
 дыконова.

В качестве вариантов исполнительных органов геогодов рассматриваются следующие типы ИО: барабанные; роторные; корончатые (многокорончатые, с подвижными коронками, с зафиксированными коронками); баровые.

В табл. 1 обобщенно приведены сведения по рассматриваемым схемам ИО.

Анализ вариантов на соответствие основным требованиям, предъявляемым к ИО геогодов, проведенный методом экспертных оценок, представлен в табл. 2.

Таблица 2

## Анализ конструктивных решений ИО геогодов на соответствие основным требованиям

| Требования  | Тип ИО          |                           |               |                                  |  |              |
|---|-----------------|---------------------------|---------------|----------------------------------|--|--------------|
|   | Бара-<br>банные | Много-<br>корон-<br>чатые | Ротор-<br>ные | С подвиж-<br>ными ко-<br>ронками | Корончатые<br>с зафиксиро-<br>ванными<br>коронками | Баро-<br>вые |
| Обеспечение непрерывного перемещения на забой               | +               | +                         | +             | +/-                              | +  | +            |
| Соответствие характеру подачи геогода на забой              | +               | +                         | +             | -                                | +/-  | +            |
| Формирование и разрушение уступа на забое выработки         | +               | +                         | -             | +                                | +  | +            |
| Обеспечение заданной высоты уступа на разных участках забоя | +               | +                         | -             | +                                | -  | +            |
| Управление ориентацией разрушающих напряжений               | +/-             | +                         | -             | +                                | +  | +            |
| Доступ к функциональным элементам ИО                        | +               | -                         | +/-           | +                                | +  | +            |
| Погрузочная способность                                     | +               | -                         | -             | -                                | +  | +            |
| Выполненные/невыполненные требования                        | 7/1             | 5/2                       | 3/5           | 5/3                              | 6/2  | 7/0          |

«+» – удовлетворяет; «+/-» – удовлетворяет не полностью; «-» – не удовлетворяет.

Исходя из результатов проведенного анализа, дальнейшего рассмотрения требуют три варианта ИО: корончатые с зафиксированными коронками; барабанные; баровые.

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

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аксенов В. В., Ефременков А. Б., Бегляков В. Ю., Бурков П. В., Блашук М. Ю., Сапожкова А. В. Компоновочные решения машин для проведения горных выработок на основе геовинчестерной технологии // ГИАБ. 2009. № 1. С. 251–259.

2. Аксенов В. В., Ефременков А. Б., Садовец В. Ю., Тимофеев В. Ю., Бегляков В. Ю., Блашук М. Ю. Формирование требований к основным системам геогода // ГИАБ. 2009. № 12. С. 107–118.

Поступила в редакцию 29 ноября 2013 г.

## DEVELOPMENT OF SCHEMES OF EXECUTIVE BODIES OF SUBTERRENEAS

Aksenov V. V. – Institute of Coal of the Siberian Branch of RAS, Kemerovo, Russia.

Khoshok A. A., Ananyev K. A., Yermakov A. N. – Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russia.  
 E-mail: Ananiev\_k@rambler.ru

Principle schemes of different types of executive bodies, designed to destroy rocks with the density of 1–5 units on M. Protodjakonov's scale are briefly explained. The possibility of their application in a new class of underground travelling machines, subterrenes, is defined; the advantages and disadvantages are highlighted. Using the method of expert estimates, a preliminary analysis of the case of the executive bodies was carried out to determine the compliance with requirements imposed on them. According to the results of the analysis, a number of types of executive bodies have been identified for further study.

**Key words:** subterrene; executive body of the mine face destruction.

#### REFERENCES

1. Aksenov V. V., Efremkov A. B., Begliakov V. Iu., Burkov P. V., Blashchuk M. Iu., Sapozhkova A. V. *Gornyi Informatsionno-analiticheskii Bulletin – Mining Information-analytical Bulletin*. 2009. no. 1. pp. 251–259.
  2. Aksenov V. V., Efremkov A. B., Sadovets V. Iu., Timofeev V. Iu., Begliakov V. Iu., Blashchuk M. Iu. *Gornyi Informatsionno-analiticheskii Bulletin – Mining Information-analytical Bulletin*. 2009. no. 12. pp. 107–118.
-

ISSN 0536-1028

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

# ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ

3  
2014



# ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ

Научно-технический журнал. Издаётся с 1958 года

Выходит 8 раз в год

№ 3, 2014

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| <b>РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ</b>   |    |
| <i>Артемов В. Г.</i> Способ разработки пологих калийных пластов при отсутствии исходных данных для расчета несущей способности ленточных целиков .....  | 4  |
| <i>Корнилков С. В., Соколов И. В., Славиковская Ю. О., Никитин И. В.</i> Обоснование технико-экономической целесообразности возобновления эксплуатации Квайсинского свинцово-цинкового месторождения на основе геoinформационного моделирования ..... | 9  |
| <b>СТРОИТЕЛЬСТВО ШАХТ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ</b>  |    |
| <i>Корнилков М. В., Петряев В. Е., Боликов В. Е., Рябухин Д. Ю., Канков Е. В.</i> Контроль качества установки железобетонных анкеров электрометрическим способом .....  | 18 |
| <b>МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ДЕЛО И ГЕОДЕЗИЯ</b>   |    |
| <i>Жабко А. В.</i> Расчет устойчивости неоднородных и анизотропных откосов .....  | 22 |
| <b>ГЕОМЕХАНИКА</b>  |    |
| <i>Протосеня А. Г., Шоков А. Н.</i> Геомеханическое обоснование параметров предохранительного целика при комбинированной открыто-подземной отработке Ньюкпахкского месторождения .....  | 30 |
| <i>Соломойченко Д. А., Долгий И. Е.</i> Охрана и поддержание подготовительных горных выработок в условиях Восточного Донбасса .....   | 35 |
| <b>ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И МОДЕЛИ</b>   |    |
| <i>Журавков М. А., Коновалов О. Л., Круподеров А. В., Хвесеня С. С.</i> Исходные данные для построения цифровой геологической модели породного массива .....  | 40 |
| <i>Латышев О. Г., Карасев К. А.</i> Математическая модель ударного бурения горных пород .....   | 48 |
| <b>РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД. БУРОВЗРЫВНОЕ ДЕЛО</b>   |    |
| <i>Шапурин А. В., Васильчук Я. В.</i> Комплексный алгоритм оптимизации параметров буровзрывных работ .....  | 55 |
| <i>Миронов П. С.</i> Закономерности дробления горных пород взрывом .....  | 62 |
| <i>Хохуля А. В., Фролов С. Г.</i> Обоснование влияния силовых характеристик потока жидкости на выбор параметров пусковых узлов гидроударного бурового снаряда ПБС-127 .....   | 66 |
| <b>МЕХАНИЗАЦИЯ ГОРНЫХ РАБОТ. ГОРНЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ</b>  |    |
| <i>Аксенов В. В., Хорешок А. А., Ананьев К. А., Ермаков А. Н.</i> Разработка схемных решений исполнительных органов геоходов .....  | 73 |
| <i>Тиунов Е. А., Хазин М. Л.</i> Применение методов термографии для диагностики газотурбинных двигателей горных и нефтегазовых машин .....  | 77 |
| <b>ГОРНАЯ МЕХАНИКА</b>  |    |
| <i>Корнилова Т. А., Макаров В. Н., Горбунов С. А.</i> Методика расчета критериев подобия и оптимизации течения в радиально-вихревых вентиляторах местного проветривания .....   | 81 |
| <b>АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ</b>   |    |
| <i>Браславский И. Я., Костылев А. В., Хабаров А. И.</i> Исследование экстремальной скалярной системы управления асинхронным электроприводом в условиях изменения параметров объекта .....   | 85 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>РУДОПОДГОТОВКА И ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ</b>  |     |
| <i>Пелевин А. Е., Мушкетов А. А.-мл.</i> Кинетика измельчения классов крупности титано-магнетитовой руды .....  | 91  |
| <b>ГОРНОПРОМЫШЛЕННАЯ ГЕОЛОГИЯ, ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА</b>  |     |
| <i>Романов А. М., Романова М. А.</i> Сопоставление физических свойств горных пород гидротермальных месторождений урана.....                                 | 97  |
| <i>Вишнев В. С., Дьяконова А. Г., Сурина О. В.</i> Использование полей помех электрифицированной железной дороги при электроразведочных исследованиях ..... | 103 |
| <b>ВЫСШЕЕ ГОРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ</b>  |     |
| <i>Нестерова Т. В.</i> Использование трехмерного проектирования при подготовке инженеров-механиков.....   | 110 |
| <b>ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГОРНОГО ДЕЛА</b>  |     |
| <i>Шайдуров В. Н.</i> Георгий Петрович Гельмерсен: ученый, педагог, администратор .....   | 114 |

## CONTENTS

|  |    |
|--|----|
| <b>DEVELOPMENT OF MINERAL DEPOSITS AND TECHNOGENOUS FORMATIONS</b>   |    |
| <i>Artemov V. G.</i> Method of development of shallow potash layers in the absence of initial data for calculation of load-bearing capacity of rib pillars .....   | 4  |
| <i>Kornilkov S. V., Sokolov I. V., Slawikowskaja Yu. O., Nikitin I. V.</i> Technical and economic feasibility of resuming of use of Kvaisinskii lead-zinc deposit.....                                     | 9  |
| <b>CONSTRUCTION OF SHAFTS AND UNDERGROUND STRUCTURES</b>   |    |
| <i>Kornilkov M. V., Petriaev V. E., Bolikov V. E., Riabukhin D. Iu., Kankov E. V.</i> Quality control of the unit of concrete anchors using the electrometric method .....                                 | 18 |
| <b>MINE SURVEYING AND GEODESY</b>  |    |
| <i>Zhabko A. V.</i> Calculation of stability of inhomogeneous and anisotropic slopes.....  | 22 |
| <b>GEOMECHANICS</b>  |    |
| <i>Protosenya A. G., Shokov A. N.</i> Geomechanical substantiation of parameters of safety pillars with combined open-underground mining at Niorkpakhkskii deposit.....                                    | 30 |
| <i>Solomoichenko D. A., Dolgij I. E.</i> Protection and maintenance of preparatory mining works in conditions of Eastern Donbass.....  | 35 |
| <b>GEOINFORMATIONAL SYSTEMS AND MODELS</b>   |    |
| <i>Zhuravkov M. A., Konovalov O. L., Krupoderov A. V., Khvesenia S. S.</i> Initial data for construction of digital geological model of rock mass.....   | 40 |
| <i>Latyshev O. G., Karasev K. A.</i> Mathematical model of churn drilling of rocks.....  | 48 |
| <b>DESTRUCTION OF ROCKS. DRILLING-AND-BLASTING OPERATIONS</b>  |    |
| <i>Shapurin A. V., Vasilchuk Ia. V.</i> Comprehensive algorithm of optimization parameters of drilling and blasting operations .....   | 55 |
| <i>Mironov P. S.</i> Laws of rock crushing by a blast.....   | 62 |
| <i>Khokhulia A. V., Frolov S. G.</i> Rationale for the influence of power characteristics of the fluid flow on the selection of parameters of the launchers of a hydropercussion tool string HTS-127 ..... | 66 |
| <b>MECHANISATION OF MINING. MINING MACHINES AND COMPLEXES</b>  |    |
| <i>Aksenov V. V., Khoreshok A. A., Ananyev K. A., Yermakov A. N.</i> Development of schemes of executive bodies of subterrenes.....  | 73 |
| <i>Tiunov E. A., Khazin M. L.</i> Application of methods of thermography for diagnosis of gas-turbine engines of mining and oil and gas machines .....   | 77 |
| <b>MINING MECHANICAL ENGINEERING</b>   |    |
| <i>Kornilova T. A., Makarov V. N., Gorbunov S. A.</i> Method of calculation and optimization of similarity criteria in the radial-vortex flow of a local ventilation fan .....                             | 81 |

---

---

|   |     |
|---|-----|
| <b>AUTOMATION OF PRODUCTIVE PROCESSES</b>   |     |
| <i>Braslavskii I. Ia., Kostylev A. V., Khabarov A. I.</i> Study of extreme scalar control system by the asynchronous electric drive when changing object parameters ..... | 85  |
| <b>ORE PREPARATION AND MINERAL DRESSING</b>   |     |
| <i>Pelevin A. E., Mushketov A. A.-Jr.</i> Kinetics of grinding of size classes of titanomagnetite ore...  | 91  |
| <b>APPLIED MINING GEOLOGY, HYDROGEOLOGY AND GEOPHYSICS</b>  |     |
| <i>Romanov A. M., Romanova M. A.</i> Comparison of physical properties of rocks of hydrothermal deposits of uranium.....  | 97  |
| <i>Vishnev V. S., Dyakonova A. G., Surina O. V.</i> Use of interference fields of electric railway at electric exploratory research.....                                  | 103 |
| <b>HIGHER MINING EDUCATION</b>  |     |
| <i>Nesterova T. V.</i> Using three-dimensional design in training of mechanical engineers .....   | 110 |
| <b>HISTORICAL ASPECTS OF MINING</b>   |     |
| <i>Shaydurov V. N.</i> Georgy Petrovich Gelmersen: scientist, teacher, administrator .....  | 114 |

---



---

---

Р е д а к ц и я  
Главный редактор М. В. Корнилков  
Зам. главного редактора О. Г. Латышев, М. Г. Бабенко  
Ответственный секретарь Л. А. Решеткина  
Редактор Л. Г. Соколова  
Корректор О. Г. Пихтовникова

Компьютерная верстка Ю.Б. Швецовой

---

**Подп. в печать 23.04.2014. Формат 70 x 108 1/16. Печать офсетная  
7,06 усл. печ. л., 8,3 уч.-изд. л. Тираж 500. Заказ 5074.**

**Свидетельство о регистрации № 1077 от 07.12.90**

**Редакция «Изв. вузов. Горный журнал»  
620144, Екатеринбург, ГСП-126, ул. Куйбышева, 30, тел.(факс) (343) 257-65-59  
E-mail: [gornij\\_journal@ursmu.ru](mailto:gornij_journal@ursmu.ru)  
<http://science.ursmu.ru/publishing.html>**

**Типография ООО "Издательство УМЦ УПИ"  
620078, г. Екатеринбург, ул. Гагарина, 35а, оф. 2**