

ГОРНЫЕ МАШИНЫ

УДК 622.232.72:622.02.2

РАБОЧИЕ ОРГАНЫ ВЫЕМОЧНЫХ МАШИН
ДЛЯ ДОБЫЧИ ПРОЧНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Герике Борис Львович^{1,2},
д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник, e-mail: gbl_42@mail.ru
Клишин Владимир Иванович^{1,2},
член-корр. РАН, директор Института, зав. кафедрой, e-mail: klishinvi@icc.kemsc.ru

¹ Институт угля СО РАН. 650065 г. Кемерово, пр. Ленинградский, 10² Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы оснащения рабочих органов горных выемочных машин дисковым инструментом для добычи прочных полезных ископаемых. Приведены результаты промышленной апробации рабочих органов при непрерывном разрушении сложно структурированных угольных пластов, многолетнемерзлых песков и рудных тел различного литологического состава. Показано, что использование дискового инструмента позволяет эффективно разрабатывать прочные полезные ископаемые механическим способом.

Ключевые слова: выемочная машина, рабочий орган, дисковый инструмент, непрерывное механическое разрушение, прочные массивы полезных ископаемых.

Опыт эксплуатации очистных механизированных комплексов в нерегламентированных условиях (отработка угольных пластов сложного строения, выемка рудных и россыпных месторождений) [1-3] показывает, что работа очистных комбайнов характеризуется высокой энергоемкостью процесса разрушения и большим расходом рабочего инструмента. Альтернативой серийному режущему инструменту в столь тяжелых условиях эксплуатации может стать дисковый скалывающий инструмент, широко используемый на исполнительных органах разного рода проходческих машин и комбайнов [4].

Ранее выполненными исследованиями [5] доказано, что для дискового скалывающего инструмента, устанавливаемого на исполнительных органах очистных комбайнов, предназначенных для разрушения крепких горных массивов, наиболее эффективным является режим так называемого **малоциклового силового разрушения**, для которого характерным является создание предварительного напряженно-деформированного состояния массива и использование его при повторных проходах инструмента. При этом удается снизить потребности на разрушение энергозатраты в 15...20 раз по сравнению с режимом **свободного скалывания**, что делает возможным использование серийных выемочных комбайнов для отработки месторождений полезных ископаемых с пределом прочности на одноосное сжатие $\sigma_{сж} \leq 140$ МПа.

В результате стендовых исследований процесса разрушения различных литотипов горных пород дисковым скалывающим инструментом опре-

делена область режимных параметров его работы (шаг разрушения t_p и глубина внедрения h), в которой обеспечиваются минимальные энергозатраты, и сформулированы основные требования к компоновке исполнительных органов, на основе которых разработана концепция агрегированного инструмента, обрабатывающего кутковую часть забоя.

Для анализа различных компоновочных схем исполнительных органов и выбора рациональных режимов работы очистных комбайнов с учетом их энергетических и силовых характеристик разработана имитационная модель [6] формирования нагрузки на исполнительном органе. Входом модели является последовательность импульсов нагрузки, формирующихся на отдельных инструментах с учетом переменного сечения снимаемой стружки, параметры которых определяются согласно полученным в лабораторных условиях экспериментальным законам распределения, а выходом – случайная дискретная последовательность мгновенных значений мощности, потребляемой комбайновым электродвигателем.

Результаты исследования различных возможных вариантов компоновочных схем опорного узла с точки зрения обеспечения гарантированного вращения дискового скалывающего инструмента, в особенности расположенного в завальной части исполнительного органа, позволили остановиться на опорном узле, встроенном в корпус дисковой шарошки. При этом было установлено, что наиболее существенными факторами, определяющими работоспособность узла, являются трибо-

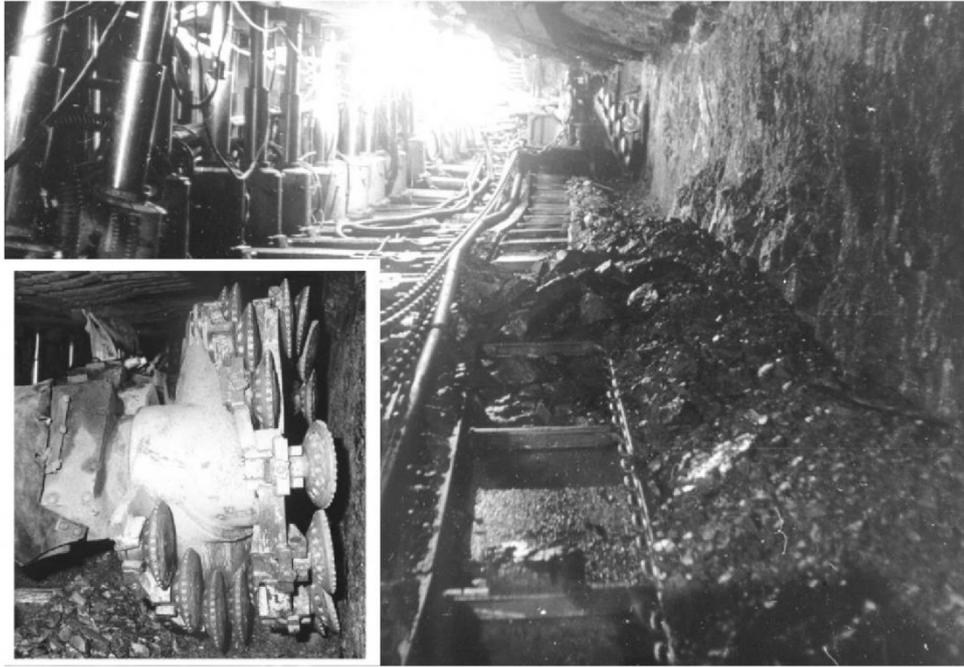


Рис. 1. Производственные испытания очистного механизированного комплекса для добычи руды на руднике «Приморский»

технические характеристики (высота микронеровностей сопрягаемых поверхностей, величина зазора, коэффициент трения и т.п.). Анализ влияния технологических процессов обработки на качество поверхностей и, как итог, на коэффициент трения в сопряжении, позволил сформулировать технические требования к опорному узлу.

На основании результатов лабораторных исследований определены геометрические параметры дискового скалывающего инструмента, обеспечивающие, помимо рационального режима разрушения, достаточную прочность лезвия.

Результаты производственных испытаний экспериментальных образцов рабочих органов на очистных комбайнах при выемке угольных пластов с породными прослойками и включениями [7], при отработке жилы метаморфизованного кварца [8] и россыпи многолетнемерзлых песков [9], а также при добыче сульфидной руды из маломощного жильного месторождения [10] (рис. 1) подтвердили основные рекомендации, положенные в основу проектирования дискового скалывающего инструмента и шнековых исполнительных

очистных узкозахватных комбайнов и позволили установить следующее:

- энергоемкость разрушения угольных пластов с прослойками мелкозернистого песчаника и твердыми включениями составила величину $H_w = 0,7...1,0$ кВтчас/м³;
- энергоемкость разрушения кварцевых метасоматитов (весьма хрупкие горные породы) составила в среднем $H_w = 0,85...1,25$ кВтчас/м³ и не превышала 4,5 кВтчас/м³ в экстраординарном режиме;
- удельные энергзатраты на разрушение россыпи многолетнемерзлых речных отложений (вязкие горные породы) составляют в среднем $H_w = 2,8...3,5$ кВтчас/м³ и не превышали 4,1 кВтчас/м³;
- удельное пылеобразование снизилось в среднем в 2 раза по сравнению с разрушением горного массива серийным режущим инструментом;
- удельный расход дискового скалывающего инструмента во время производственных испытаний не превышал 8 штук на 1000 м³ разрушенной горной массы;
- наработка на отказ опорного узла составляла 800...1000 м³ разрушенной горной массы.

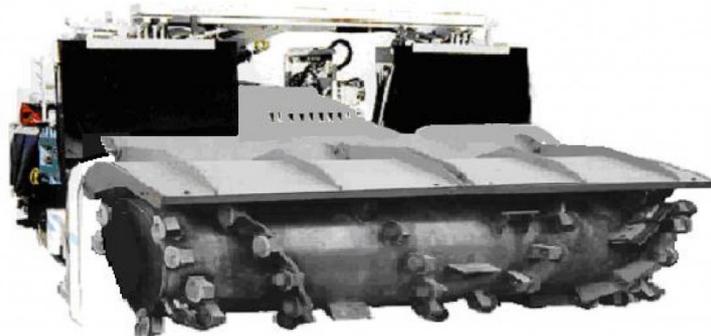


Рис. 2. Рабочий орган проходческо-очистного комбайна для отработки кимберлитовой руды

Удовлетворительные результаты разрушения достаточно вязких и прочных многолетнемерзлых россыпей пород послужили основанием для выполнения работ по созданию рабочего органа машины для подземной разработки кимберлитовых руд при безвзрывной технологии разработки подземным способом. Для подземной разработки кимберлитовых руд, отличающихся повышенной крепостью ($\sigma_{сж} \leq 50$ МПа) и заметной вязкостью ($\chi \geq 0,14$), могут быть использованы проходческо-очистные комбайны со стреловидным исполнительным органом, которые имеют ряд преимуществ:

- селективная послойная отработка полезного ископаемого;
- совмещение операций по отделению и транспортированию отбитой горной массы при перемещении рабочего органа по породному забою;
- высокая мобильность и технологичность на месторождениях с ограниченными запасами полезного ископаемого;
- бесступенчатое регулирование глубины снимаемого слоя.

В качестве рабочего инструмента их исполнительные органы должны быть оборудованы скальвающими дисками (рис. 2) по схеме, реализованной на экспериментальном образце машины ТМ-D25 [11].

Высокая износостойкость дискового инструмента, незначительное пылеобразование, а также возможность передачи на забой большей, по сравнению с режущим инструментом, энергии позволяют проектировать рабочие органы проходческо-очистных комбайнов, оснащенные скальвающими дисками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Испытания исполнительного органа с дисковыми шарошками / А.Н. Коршунов, В.И. Нестеров, Б.Л. Герике и др. // Угольное машиностроение. – М.: ЦНИЭИуголь, 1977. – Вып. 4. – С. 1-4.
2. Коршунов А.Н., Ревский Д.Ф., Нестеров В.И. и др. Опыт разработки песчано-глинистых пластов с твердыми включениями // Горный журнал – 1984. - № 4. – С. 6-9.
3. Кудлай Е.Д. О параметрах механического разрушения многолетнемерзлых крупнообломочных пород // Кольма – 1985. – № 10. – С. 4-6.
4. Логунцов Б.М.. Развитие проходческих комбайнов в 1971-1975 г.г. // Горное и нефтепромысловое машиностроение /Итоги науки и техники. – М.: ВИНТИ, 1976. – т. 4. – С. 7 – 98.
5. Логов А.Б., Герике Б.Л., Раскин А.Б. Механическое разрушение крепких горных пород. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1989. – 141 с.
6. Герике Б.Л., Лизункин В.М. Энергетическая оценка качества процесса механического разрушения горных пород. // Горный журнал – 1998. - № 6. – С. 51-54.
7. Нестеров В.И., Герике Б.Л. Выбор рациональных режимов разрушения твердых включений дисковым скальвающим инструментом // Теория и практика разрушения углей и горных пород / Материалы научного совета по проблеме «Новые процессы и способы производства работ в горном деле»: ГКНТ СССР. – М. – 1978. – С. 44-45.
8. Лизункин В.М., Волков Е.С., Кравцов В.М. и др. Испытания комбайнового способа выемки руд // Горный журнал – 1989. - № 2. – С. 36-38.
9. Герике Б.Л., Лизункин В.М., Лизункин М.В. Разрушение песков многолетнемерзлых россыпей дисковым скальвающим инструментом очистных комбайнов. //Кольма.-1995.- № 11-12. – С.20-24.
10. Лизункин В.М., Герике Б.Л., Уцын Ю.Б. Механизированная подземная разработка крепких руд маломощных месторождений. – Чита: ЧитГУ, 1999. – 238 с.
11. Концепция породоразрушающего исполнительного органа машины для подземной разработки ким-

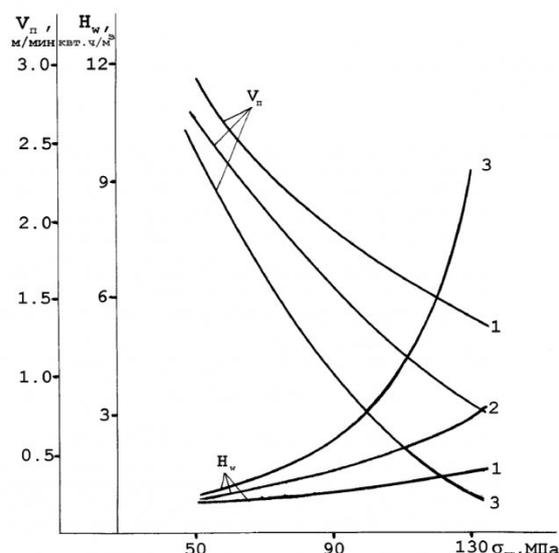


Рис. 3. Результаты моделирования показателей работы исполнительного органа со скальвающими дисками в зависимости от прочности и хрупкости разрушаемых пород:

1 – $\chi = 0,025$; 2 – $\chi = 0,125$; 3 – $\chi = 0,225$

Результаты моделирования работы исполнительного органа с дисковым инструментом [12, 13] при разрушении пород различной прочности и хрупкости, приведенные на рис. 3, убедительно свидетельствуют, что область применения скальвающих дисков, реализующих режим силового малоциклового разрушения, гораздо шире самых распространенных на сегодняшний день тангенциальных вращающихся резов.

берлитовых руд./ Б. Л. Герике, А. П. Филатов, П. Б. Герике, В. И. Клишин. // ФТПРПИ. – 2006. - № 6, С. 98-105.

12. Выбор формы армирующих вставок для тангенциальных поворотных резцов горных машин./ П. Д. Крестовоздвиженский, В. И. Клишин, С. М. Никитенко, П. Б. Герике.// ФТПРПИ. – 2014. - № 6, С. 106 - 114.

13. Новые армирующие вставки для тангенциальных поворотных резцов./ В. И. Клишин, С. М. Никитенко, Б. Л. Герике, П. Д. Крестовоздвиженский.// Горный журнал. – 2014. - №12, – С. 89-92.

Поступило в редакцию 8.09.2015

UDC 622.232.72:622.02.2

SHEARER MACHINE WORKING BODIES FOR THE EXTRACTION OF SOLID MINERALS

Gericke Boris L.^{1,2}

Dr. Sc. (Engineering), Professor, Chief researcher, e-mail: gbl_42@mail.ru

Klishin Vladimir I.^{1,2}

Corresponding member of the RAS, E-mail: klishinbi@icc.kemsc.ru

¹ Institute of Coal SB RAS. Leningradskiy av., 10, Kemerovo, 650065.

² T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28 street Vesennyaya, Kemerovo, 650000

Abstract. *This article examines matters relating to the equipping of the working bodies of the mountain of Shearer machines disk tool for extraction of solid minerals. Shows the results of industrial testing of the working bodies of the continuous destruction of complicated structured coal seams, frozen sand and ore bodies of various lithological composition. It is shown that the use of disk tool enables you to efficiently develop solid minerals mechanically.*

Keywords: *Shearer machine, working body, disk tools, continuous mechanical destruction, solid minerals arrays.*

REFERENCES

1. Испытания исполнител'ного органа с дисковыми шарошечками / А.Н. Коршунув, В.И. Нестеров, В.Л. Герике и др. // Уголь'ное машиностроение. – М.: ЦНИИЕлугол', 1977. – Вып. 4. – С. 1-4.
2. Коршунув А.Н., Ревский Д.Ф., Нестеров В.И. и др. Опыт разработки песчано-глинистых пластов с твердыми включениями // Горный журнал – 1984. - № 4. – С. 6-9.
3. Kudlaj E.D. O parametrah mehanicheskogo razrusheniya mnogoletnemerzlyh krupnooblomochnyh porod // Kolyma – 1985. – № 10. – С. 4-6.
4. Loguncov B.M. Razvitie prohodcheskih kombajnov v 1971-1975 g.g. // Gornoe i neftepromyslo-voe mashinostroenie /Itogi nauki i tehniki. – М.: VINITI, 1976. – т. 4. – С. 7 – 98.
5. Logov A.B., Gericke B.L., Raskin A.B. Mehanicheskoe razrushenie krepkih gornyh porod. – Novo-sibirsk: Nauka, Sib. otd-nie, 1989. – 141 s.
6. Gericke B.L., Lizunkin V.M. Jenergeticheskaja ocenka kachestva processa mehanicheskogo razrushe-nija gornyh porod. // Gornyj zhurnal – 1998. - № 6. – С. 51-54.
7. Nesterov V.I., Gericke B.L. Vybor racional'nyh rezhimov razrusheniya tverdyh vkljuchenij dis-kovym skalyvashhim instrumentom // Teorija i praktika razrusheniya uglej i gornyh porod / Materia-ly nauchnogo soveta po probleme «Novye processy i sposoby proizvodstva rabot v gornom dele»: GKNT SSSR. – М. – 1978. – С. 44-45.
8. Lizunkin V.M., Volkov E.S., Kravcov V.M. i dr. Испытания комбайнового способа выемки руд // Горный журнал – 1989. - № 2. – С. 36-38.
9. Gericke B.L., Lizunkin V.M., Lizunkin M.V. Razrushenie peskov mnogoletnemerzlyh rossypej diskovym skalyvashhim instrumentom ochistnyh kombajnov. //Kolyma.-1995.- № 11-12. – С.20-24.
10. Lizunkin V.M., Gericke B.L., Ucyn Ju.B. Mehanizirovannaja podzemnaja razrabotka krepkih rud malomoshnyh mestorozhdenij. – Chita: ChitGU, 1999. – 238 s.
11. Концепция породоразрушающего исполнител'ного органа машины длia подземной разработки кимберлитовых руд./ В. Л. Герике, А. П. Филатов, П. Б. Герике, В. И. Клишин. // ФТПРПИ. – 2006. - № 6, С. 98-105.
12. Выбор формы армирующih вставок длia тангенциальных поворотных резцов горных машин./ П. Д. Крестовоздвиженский, В. И. Клишин, С. М. Никитенко, П. Б. Герике.// ФТПРПИ. – 2014. - № 6, С. 106 -114.
13. Новье армирующie вставки длia тангенциальных поворотных резцов./ В. И. Клишин, С. М. Никитенко, В. Л. Герике, П. Д. Крестовоздвиженский.// Горный журнал. – 2014. - №12, – С. 89-92.

Received 8 September 2015