

Технология и техника геологоразведочных работ

УДК 622.276:622.233.4

АКТУАЛЬНОСТЬ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ С ПРЯМЫМИ ВРУБАМИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ГОРНО-РАЗВЕДОЧНЫХ ВЫРАБОТОК С ВЛИЯНИЕМ ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ МАССИВА

Масловский Алексей Николаевич,

аспирант кафедры транспорта и хранения нефти и газа
Института природных ресурсов ТПУ,
Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 30. E-mail: Maslovsky-AN@mail.ru

Лукьянов Виктор Григорьевич,

д-р техн. наук, профессор кафедры транспорта и хранения нефти и газа
Института природных ресурсов ТПУ,
Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 30. E-mail: lev@tpu.ru

Актуальность работы обусловлена необходимостью экономического и социального развития, обеспечением сырьевой базой действующих предприятий.

Буровзрывной способ является наиболее производительным, основным и по-прежнему самым перспективным способом разрушения крепких, особо крепких горных пород при проведении горно-разведочных и эксплуатационных выработок. На эффективность буровзрывных работ влияют большое количество факторов, основным из которых является геолого-технические условия. Темпы геологоразведочных работ ежегодно возрастают, с этим появляется потребность в увеличении скорости проходки. На данном этапе увеличения скорости проходки добиваются за счет внедрении новой техники и технологии. Горно-разведочные выработки в горной отрасли осуществляются по традиционной циклической технологии с использованием буровзрывного способа отделения горных пород от массива. Эта технология не претерпела существенного изменения в течение длительного периода. Суммарные затраты времени на бурение шпуров находится в пределах 30...40 %, при разведке рудных месторождений – 50...60 % в балансе времени цикла. Таким образом, за последние 10–20 лет существенных изменений в распределении затрат времени не произошло. Однако абсолютные значения продолжительности процесса бурения сократились в 2–3 раза в результате применения более мощных бурильных машин, установочных приспособлений, совершенствования организации работ. Поиск новых направлений повышения эффективности, качества и экономичности буровзрывных работ за счёт оптимизации технологических и технических показателей является важной и актуальной задачей.

Цель исследования: Разработка и выбор технологии буровзрывных работ с прямыми врубами на базе использования геолого-структурных особенностей массива.

Ключевые слова:

Механический способ, буровзрывной способ, горнопроходческие работы, буровзрывные работы, взрывная полость, шпур, прямые врубы.

Введение

Эксплуатация горной выработки [1–14, 15–19] выполняется комплексом работ по отделению породы от массива, ее погрузке и транспортированию, возведению крепежной системы, а также выполнению ряда вспомогательных действий. Этот комплекс обеспечивает периодическое или непрерывное перемещение забоя [11] выработки с определенной скоростью. В зависимости от горно-геологических условий (физико-механических

свойств пород [4], устойчивости массива, величины водопритоков) применяют различные способы проведения выработок.

Способы проведения горных выработок

В процессе проведения горной выработки используются буровзрывные и механические способы, которые зависят от многих геологических условий, одним из важнейших является крепость пород [2, 5, 15–18].

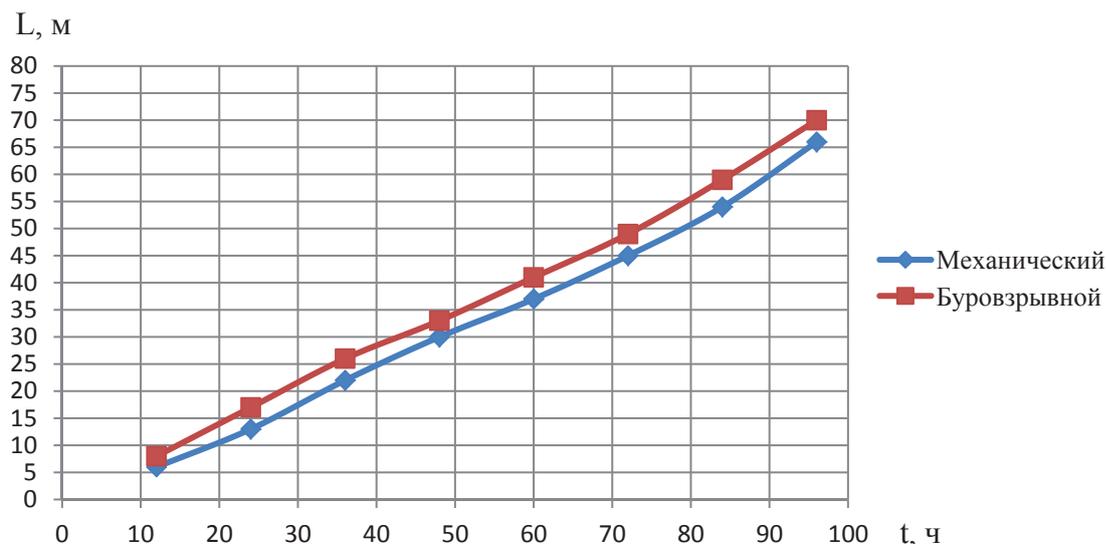


Рис. 1. Графическая зависимость длины проходки от времени процесса механического способа и буровзрывных работ с прямыми врубами при проведении дополнительных выработок угольных месторождений Кузбасса

Для сооружения выработки в слабых и средней крепости породах успешно применяют проходческие комбайны, которые позволяют механизировать процессы разрушения и выдачи породы из забоя ствола с одновременным возведением крепи.

В крепких породах применяют буровзрывной способ [14, 18]. Однако при оптимизации горнопроходческого цикла зарекомендовал себя в средней крепости пород для достижений более высоких показателей скорости проходки.

По журналам проходческих работ был сделан анализ и выведена графическая зависимость двух способов проходки от протяженности выработки и затрата времени (рис. 1). За равное количество времени буровзрывной способ показал лучший результат по сравнению с механическим способом.

Достижение лучших результатов требует выбора рациональных технологий буровзрывных работ (БВР) для всех геологических условий [19] и исключения затрат времени на вспомогательные операции.

Выбором рациональных технологий БВР является:

- подбор конструкций прямых врубов [1, 15] и их группировка;
- рациональный паспорт БВР для геологических условий.

Характеристика способов

Буровзрывной способ был и остается основным способом механизации горнопроходческих работ в породах средней крепости и крепких породах, несмотря на прогрессивное развитие в области механизации способов.

Механизированный способ [7] проявляет себя в мягких и средней крепости горных породах. Но в породах средней крепости взаимодействие элементов с горным массивом способствует быстрому износу [2–6], что ведет к повышению себестоимости горнопроходческих работ.

Из анализа горно-разведочных работ видно (рис. 2), что по итогам работ с применением буровзрывного способа можно сказать, что объемы горнопроходческих работ постепенно увеличиваются.

Резкий спад можно аргументировать тем, что из всего горнопроходческого цикла некоторые вспомогательные процессы почти закончили свой ресурс улучшения, например, такие, как: погрузка и разгрузка разрушенной породы, крепление горных выработок, буровые процессы и т. д.

Буровзрывной способ проходки горно-разведочных выработок

В горнопроходческих работах при буровзрывном способе в крепких или очень крепких породах зарекомендовали себя клиновые и прямые врубы.

Достоинства клиновых врубов:

- возможность использования структуры массива для увеличения объема врубовой полости;
 - простота бурения;
 - эффективная очистка врубовой полости от породы.
- Недостатки клиновых врубов:
- ограниченная глубина шпура в выработках малого сечения;
 - низкое качество использования врубов;
 - большой разброс породы;
 - низкий коэффициент использования шпура (КИШ).

Преимущества прямых врубов по сравнению с клиновыми:

- удобство бурения шпуров;
- возможность механизации процесса бурения;
- увеличенный объем врубовой полости;
- высокая эффективность в породах любой крепости;
- кучность развала породы;
- глубина шпуров.

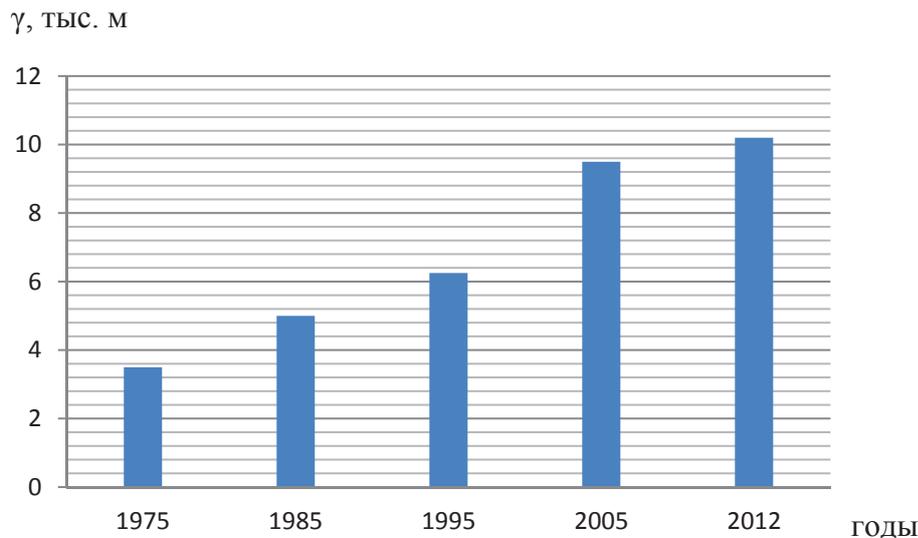


Рис. 2. Диаграмма средних значений годовой проходки при горно-разведочных работах

Недостатки прямых врубов:

- необходимость точности соблюдения расстояний между шпурами и их параллельности относительно друг друга;
- возможность запрессовки врубовой полости, разрушенной породой.

Применения прямых врубов позволяет увеличить проходку за один цикл, за счет увеличения взрывной воронки [1, 9–12], сократить затраты времени на бурения шпуров а также снизить процент выхода негабаритных кусков породы.

Буровые работы являются первым звеном технологической цепи [19] проведения подземных горно-разведочных выработок, и от принятых решений и полученных результатов на данном этапе зависит эффективность всего технологического процесса.

Влияние минерального состава пород и геолого-структурных особенностей массива на показатели буровзрывных работ с прямыми врубами

При проведении буровзрывных работ надо учитывать три группы факторов: горногеологические, технические и технологические [1]. Рассмотрим один фактор, который отвечает за состояние массива, – горно-геологический, включающий: крепость, трещиноватость, абразивность, слоистость, твердость, вязкость, хрупкость. В настоящее время в области механики горных пород достигнуты определенные успехи в оценке влияния состояния массива на характер их разрушения при приложении внешней нагрузки [2]. Однако на горных участках горнодобывающих предприятий практически отсутствуют сведения о состоянии массива, поэтому при проектировании буровзрывных работ используется один интегральный показатель – крепость пород по шкале М.М. Протодяконова, который не учитывает все многообразие физико-механических свойств пород и массива. Это можно

отнести к недостаточной оценке влияния факторов на показатели БВР с прямыми врубами.

В работах [3, 4] указывается на необходимость учета при проектировании буровзрывных работ неоднородности массива, таких как трещиноватость и слоистость пород. При оценке свойств массива, влияющих на показатели их разрушения, на первое место ставится трещиноватость массива [2–8]. Наличие в массиве трещин замедляет процесс разрушения, что необходимо учитывать при определении рационального интервала замедления. Если массив разбит системами трещин на естественные отдельности, не превышающие размер кондиционного куска, то трещиноватость облегчает дробление пород и, наоборот, слабая трещиноватость массива затрудняет дробление по сравнению с монолитным горным массивом.

По итогам работы [5] выявлено, что лучшее дробление пород может быть получено, если при малом расстоянии между трещинами (не более 0,7 м) удлиненные снаряды взрывчатого вещества (ВВ) ориентируются вдоль основной системы трещин, параллельно обнаженной поверхности, а при большем расстоянии между трещинами – перпендикулярно ей.

При направлении отбойки перпендикулярно слоистости наблюдается равномерное дробление породы с уменьшением выхода негабарита в 1,2–1,5 раза. При этом расход ВВ уменьшается более чем в 2 раза.

Есть и другой показатель неоднородности Γ порядка, который влияет на показатель БВР – слоистость массива.

С увеличением угла между направлением отбойки и слоистостью пород происходит увеличение глубины взрывной воронки и объема образованной полости. Худшие результаты наблюдаются при расположении взрывааемых шпуров параллельно слоистости пород (рис. 3, б).

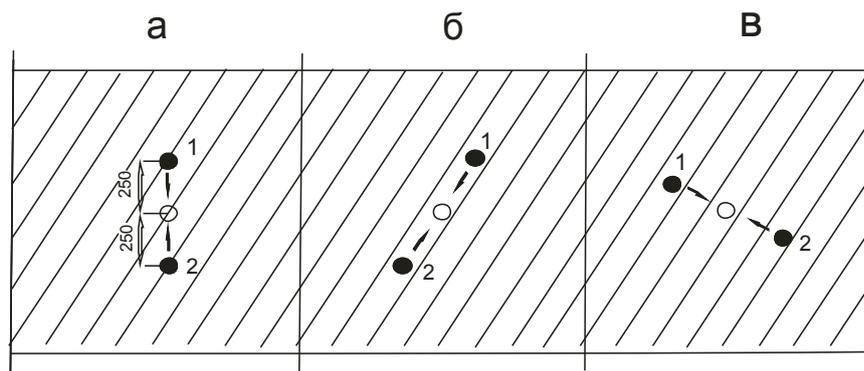


Рис. 3. Схема ориентировки линии шпуров относительно слоистости: а) под углом 45° к слоистости; б) параллельно слоистости; в) перпендикулярно слоистости

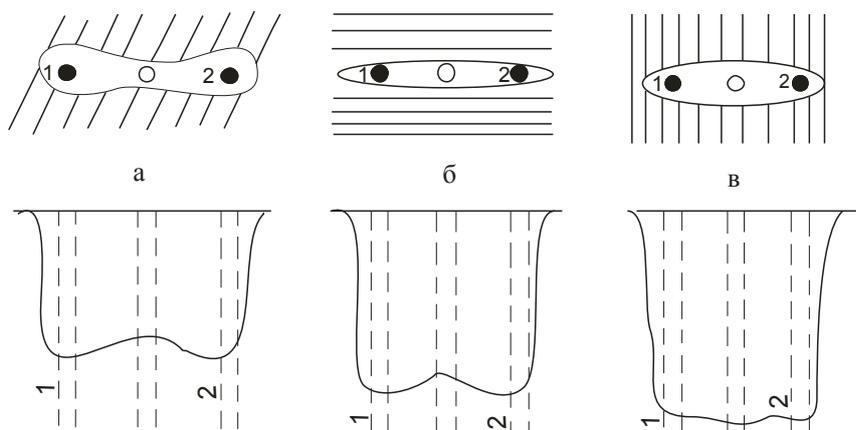


Рис. 4. Формы полостей, образованные при взрыве зарядов, расположенных: а) под углом к слоистости; б) параллельно слоистости; в) перпендикулярно слоистости

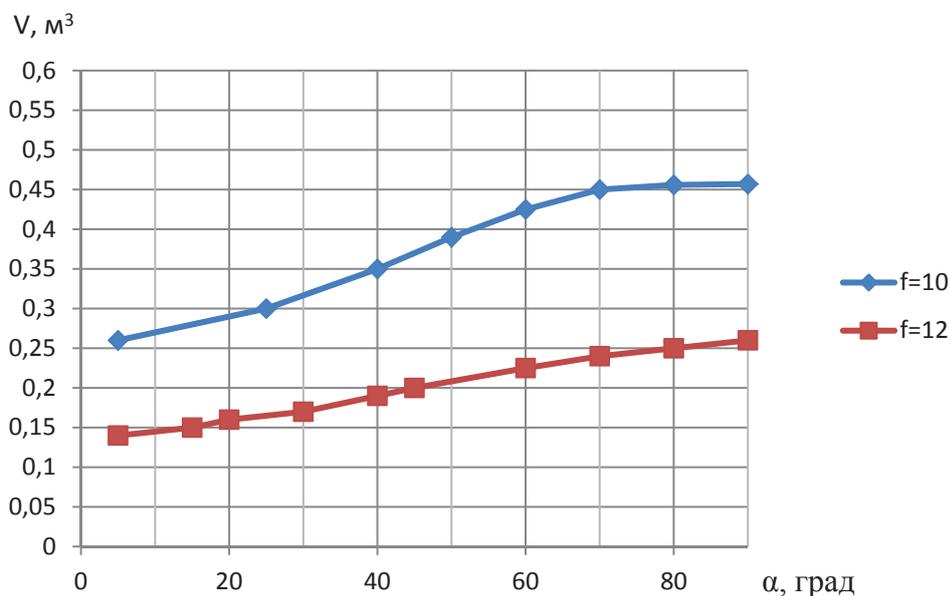


Рис. 5. Зависимость объема врубовой полости от угла направления отбойки относительно слоистости пород

При взрывании по этой схеме происходит срез породной перемычки и частичный выброс породы из образовавшейся полости. Взрывание зарядов перпендикулярно слоистости пород позволяет получить максимальный объем взрывной полости;

объем взрывной полости при взрыве по схеме рис. 3, в, по сравнению со взрывом по схеме на рис. 3, б, увеличивается в 1,7–1,8 раза. На рис. 4 показано образование врубовой полости при взрывании всего комплекса шпуров призматического

вруба: при расположении малой оси вруба под углом 45° к слоистости пород, параллельно слоистости пород и перпендикулярно слоистости пород.

Из рис. 4. видно, что наибольший объем врубовой полости и значение коэффициента использования шпуров достигается при расположении малой оси вруба перпендикулярно слоистости пород.

В результате проведенной работы установлено существенное влияние направления отбойки относительно слоистости пород.

Выводы

Проведенная работа позволяет сделать следующие выводы:

1. Достижения максимальных показателей объема врубовой полости зависит от угла направления отбойки относительно слоистости пород. С

увеличением угла между направлением отбойки и слоистостью пород происходит увеличение глубины взрывной воронки и объема образованной полости. Угол между слоистостью пород и расположением взрывааемых шпуров равный 90° является лучшим результатом глубины и объема образованной полости при взрывании шпуровых зарядов.

2. Отрицательные результаты получены при расположении взрывааемых шпуров параллельно слоистости пород. При взрывании по этой схеме происходит срез породной перемычки и частичный выброс породы из образовавшейся полости.
3. Применение буровзрывного способа в породах средней крепости и крепких породах является более производительным и перспективным направлением развития горных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукьянов В.Г., Громов А.Д., Пинчук Н.П. Технология проведения горно-разведочных выработок. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2004. – 468 с.
2. Жингель И.П., Гуляев Ю.В. Зависимость деформационных свойств горных пород от петрографического состава // в кн.: Исследование по вопросам горного дела в Кузбассе. – М.: Недра, 1966. – С. 21–25.
3. Кучерявый Ф.И., Хадоковский Ю.Ф. Влияние естественной нарушенности массива на результаты взрыва // Горный журнал. – 1970. – № 9. – С. 36–37.
4. Морозов В.Т. Влияние физико-механических свойств пород на эффективность взрывной отбойки // в кн.: Физико-технические и технологические проблемы разработки и обогащения полезных ископаемых. – М.: Недра, 1982. – С. 25–28.
5. Каплунов Д.Р., Ионов А.Н. Влияние структурных особенностей массива на результаты дробления пород взрывом // в кн.: Взрывное дело: Новое в дроблении горных пород взрывом. – М.: Госгортехиздат, 1963. – С. 17–20.
6. Аренс В.Ж. Грани горной науки. – М.: Изд-во Московского горного института, 1992. – 250 с.
7. Баронский И.В., Першин В.В., Баранов Л.В. Строительство и углубка вертикальных стволов. – М.: Недра, 1995. – 249 с.
8. Безопасность при взрывных работах: сборник документов. Вып. 1. Серия 13. 2-е изд. – М.: Федеральное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2007. – 228 с.
9. Взрывные работы при разведке полезных ископаемых / С.М. Вайншток, А.Г. Гумеров, В.В. Калинин и др. – М.: Недра, 1985. – 332 с.
10. Методы ведения взрывных работ. Специальные взрывные работы / М.И. Ганопольский, В.Л. Барон, В.А. Белин и др. – М.: Изд-во Московского горного университета, 2007. – 563 с.
11. Проведение горно-разведочных выработок и основы разработки месторождений полезных ископаемых / Л.Г. Грабчак, Ю.Н. Мальшев, В.И. Комащенко, Б.И. Федунец. – М.: Академия горных наук, 1997. – 576 с.
12. Горно-разведочные работы: учебник / Л.Г. Грабчак, Ш.Б. Багдасаров, С.В. Иляхин и др. – М.: Высшая школа, 2003. – 661 с.
13. Комащенко В.И., Носков В.Ф., Исмаилов Т.Т. Взрывные работы. – М.: Высшая школа, 2007. – 439 с.
14. Комащенко В.П., Носков В.Ф., Лебедев А.И. Буровзрывные работы. – М.: Недра, 1995. – 412 с.
15. Кутузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ: в 2-ч. Ч. 1. Разрушение горных пород взрывом. – М.: Изд-во «Горная книга», 2007. – 512 с.
16. Крец В.Г., Семенова Т.А. Оценка надежности технологических схем проведения горных выработок // Проблемы научно-технического прогресса в бурении геологоразведочных скважин: Сб. докладов научно-техн. конф. – Томск: Изд-во Томского политехнического института, 1991. – С. 172–175.
17. Лукьянов В.Г., Комащенко В.Н., Шмурыгин В.А. Взрывные работы. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 404 с.
18. Рудаков В.М., Шендеров В.И. Проходка горизонтальных горно-разведочных выработок буровзрывным способом. – М.: Изд-во МГГА, 2001. – 57 с.
19. Щукин А.А., Шмурыгин В.А. Взрывные и другие работы в скважинах / под ред. В.Г. Лукьянова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2006. – 224 с.

Поступила 27.06.2014 г.

UDC 622.276:622.233.4

RELEVANCE OF DRILLING AND BLASTING OPERATIONS WITH DIRECT CUTS WHEN CARRYING OUT HORIZONTAL ROCK AND EXPLORATION EXCAVATIONS WITH INFLUENCE OF GEOLOGICAL AND STRUCTURAL FEATURES OF THE ROCK MASSIF

Aleksey N. Maslovsky,

Tomsk Polytechnic University, 30, Lenin Avenue, Tomsk, 634050, Russia.

E-mail: Maslovsky-AN@mail.ru

Viktor G. Lukyanov,

Dr. Sc., Tomsk Polytechnic University, 30, Lenin Avenue,

Tomsk, 634050, Russia. E-mail: lev@tpu.ru

Relevance of the work is caused by necessity of economic and social development, providing operating companies with a source of raw materials.

The drilling-and-blasting method is the most productive. This method is the basic and still the most perspective mode of collapse of strong, especially strong rocks, when carrying out mountain and prospecting and operational developments. There are many factors which influence the efficiency of drilling-and-blasting operations, the geological specification is the main one.

Annually the rates of prospecting surveys increase. Therefore there is a requirement of increasing penetration speed. At this stage the increase of penetration speed is achieved by introduction of new equipment and technology. Mining exploration production in mining industry is carried out by the traditional cyclical technology using drilling and blasting method for separating rocks from the array. This technology has not undergone significant change over a long period. The total time required for hole drilling is in the range of 30...40 % and 50...60 % at ore deposit exploration within cycle time balance. Thus, for the last 10–20 years, no significant changes occurred in the time distribution. However, the absolute values of drilling duration decreased in 2–3 times because of application of more powerful drilling machines, mounting devices, improving work organization.

The important and actual task is searching for new directions in increasing the efficiency, quality and profitability of drilling-and-blasting operations due to optimization of technological and technical indicators.

The aim of the work is to develop and to select the technology of drilling-and-blasting operations with direct burn cuts applying geological structural features of the massif.

Key words:

Mechanical method, drilling and blasting method, tunnelling operations, drilling-and-blasting operations, durability, explosive cavity, blast-hole, burned cuts.

REFERENCES

1. Lukyanov V.G., Gromov A.D., Pinchuk N.P. *Tekhnologiya provedeniya gorno-razvedochnykh vyrabotok* [Technology of carrying out mountain and prospecting developments. Tomsk, Publishing house Tom. Un-ta, 2004. 468 p.
2. Zhingel I.P., Gulyaev Yu.V., Zavisimost deformatsionnykh svoystv gornykh porod ot petrograficheskogo sostava [Dependence of deformation properties of rocks on petrographic structure]. *Issledovanie po voprosam gornogo dela v Kuzbasse* [Researches on mining in the Kuzbass]. Moscow, Nedra Publ., 1966. pp. 21–25.
3. Kucheryavy F.I., Khadokovsky Yu.F. Vliyanie estestvennoy narushennosti massiva na rezultaty vzryva [Influence of a massif native saturation on explosion results]. *Gorny zhurnal – Mining journal*, 1970, no. 9, pp. 36–37.
4. Morozov V.T. Vliyanie fiziko-mekhanicheskikh svoystv porod na effektivnost vzryvnoy otboyki [Influence of rock physicomechanical properties on breakage efficiency]. *Fiziko-tekhnicheskie i tekhnologicheskie problem razrabotki i obogashcheniya poleznykh iskopaemykh* [Physico-technological problems of development and mineral processing]. Moscow, Nedra Publ., 1982. pp. 25–28.
5. Kaplunov D.R., Ionov A.N. Vliyanie strukturnykh osobennostey massiva na rezultaty drobleniya porod vzryvom [Influence of massif structural features on rock blasting fragmentation results]. *Vzryvnoe delo: Novoe v droblenii gornykh porod vzryvom* [Explosive business: New in crushing of rocks by explosion]. Moscow, Gosgortekhzdat Publ., 1963. pp. 17–20.
6. Arens V.Zh. *Grani gornoj nauki* [Mining science facets]. Moscow, Publishing House of Moscow Mining Institute, 1992. 250 p.
7. Baronskiy I.V., Pershin V.V., Baranov L.V. *Stroitelstvo i uglubka vertikalnykh stvolov* [Construction and deepening of vertical shafts]. Moscow, Nedra Publ., 1995. 249 p.
8. *Bezopasnost pri vzryvnykh rabotakh. Sbornik dokumentov* [Safety at blasting operations. Collection of documents]. Moscow: Federal State Unitary Enterprise «Scientific and Technical Center for of industrial safety Gosgortekhnadzor Russia», 2007. Iss. 1, Series 13, 2nd ed., 228 p.
9. Vaynshtok S.M., Gumerov A.G., Kalinin V.V. *Vzryvnye raboty pri razvedke poleznykh iskopaemykh* [Blasting operations in mineral exploration]. Moscow, Nedra Publ., 1985. 332 p.
10. Ganopolsky M.I., Baron V.L., Belin V.A. *Metody vedeniya vzryvnykh rabot. Spetsialnye vzryvnye raboty* [Methods of blasting. Special blasting operations]. Moscow, Publishing House of Moscow Mining University, 2007. 563 p.
11. Grabchak L.G., Malyshev Y.N., Komashchenko V.I., Fedunets B.I. *Provedenie gorno-razvedochnykh vyrabotok i osnovy razrabotki mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh* [Mining exploration works and bases for developing mineral deposits]. Moscow, Academy of Mining Sciences, 1997. 576 p.
12. Grabchak L.G., Bagdasarov S.B., Ilyakhin S.V. *Gorno-razvedochnye raboty* [Mining and exploration work]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 2003. 661 p.
13. Komashchenko V.I., Noskov V.F., Ismailov T.T. *Vzryvnye raboty* [Blasting operations]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 2007. 439 p.
14. Komashchenko V.P., Noskov V.F., Lebedev A.I., *Burovzryvnye raboty* [Drilling and blasting operations]. Moscow, Nedra Publ., 1995. 412 p.

15. Kutuzov B.N. *Metody vedeniya vzryvnykh работ: v 2-ch. Ch. 1. Razrushenie gornykh porod vzryvom* [Methods of blasting operations. In two parts. P. 1. Destruction of blasting operations]. – М.: Publishing house «Mountain Book». 2007. 512 p.
16. Krets V.G., Semenova T.A. Otsenka nadezhnosti tekhnologicheskikh skhem provedeniya gornykh vyrabotok [Evaluation of mining technological schemes reliability]. *Problemy nauchno-tekhnicheskogo progressa v burenii geologorazvedochnykh skvazhin. Sbornik dokladov nauchno-tekhnicheskoy konferentsii* [Proc. scientific and technical conference. Problems of scientific and technological progress in drilling geological earth bores]. Tomsk, Tomsk Polytechnic University Publ. House, 1991. pp. 172–175.
17. Lukyanov V.G., Komashenko V.N., Shmurygin V.A. *Vzryvnye raboty* [Blasting operations]. Tomsk, Tomsk Polytechnic University Publ. House, 2008. 404 p.
18. Rudakov V.M., Shenderov V.I. *Prokhodka gorizontalnykh gorno-razvedochnykh vyrabotok burovzryvnym sposobom* [Horizontal exploration boreholes drilling by drilling-and-blasting method]. Moscow, MGGA Publ., 2001. 57 p.
19. Shchukin A.A., Shmurygin V.A. *Vzryvnye i drugie raboty v skvazhinakh* [Blasting and other operations in wells]. Ed. V.G. Lukyanov. Tomsk, Tomsk Polytechnic University Publ. house, 2006. 224 p.

УДК 622.243.2

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕННОЙ ПРОЧНОСТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОРНОЙ ПОРОДЫ ПРИ РЕЗАНИИ-СКАЛЫВАНИИ РЕЗЦАМИ PDC

Борисов Константин Иванович,

д-р техн. наук, доцент кафедры бурения скважин Института природных ресурсов ТПУ, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 30.

E-mail: kibor@tpu.ru

Рубцов Виталий Леонидович,

ассистент кафедры бурения скважин Института природных ресурсов ТПУ, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 30. E-mail: proektant.burenie@gmail.com

Актуальность работы обусловлена отсутствием научно обоснованного физического механизма динамического внедрения в процессе резания-скалывания горных пород резцами при работе породоразрушающего инструмента режуще-скалывающего действия.

Цель работы: Разработка нового научно обоснованного способа комплексной оценки эффективности динамических процессов разрушения при работе современных инструментов режуще-скалывающего действия.

Методы исследования: Анализ современных представлений и теоретическое исследование проблем разрушения горных пород инструментами режуще-скалывающего действия. Для изучения работ, посвященных разрушению горных пород современными инструментами режуще-скалывающего действия, использован системно-целевой подход. Аналитические и экспериментальные исследования переходного и установившегося режимов работы, как единичного резца, так и бурового инструмента в целом, опирающиеся на научную базу математического и физического моделирования процессов и положений теоретической механики, сопротивления материалов, кинетической теории прочности. Сравнительное экспериментальное изучение процессов и механизмов статического и динамического внедрения при резании горной породы единичным разрушающим элементом на базе использования разработанной экспериментальной установки, имеющей оригинальные технико-технологические решения и необходимую поверенную точность результатов измерений цифровой силоизмерительной системы Kistler™.

Результаты: Исследована практическая и научная целесообразность разработки показателя «динамической твердости» горных пород для объективной оценки их поведения при работе инструментов режуще-скалывающего действия. Доказано, что разработка и использование нового показателя «динамической твердости» горных пород и методики его экспериментального определения являются актуальными методологическими шагами в развитии технологии оценки прочностных свойств горных пород при работе инструментов режуще-скалывающего действия для практических потребностей буровой геологоразведочной индустрии.

Ключевые слова:

Разрушение горной породы, бурение скважин, буровые долота PDC, прочностная характеристика, твердость горной породы, осевая нагрузка, моделирование процессов разрушения, частота вращения долота.

Введение

Для промышленного бурения скважин различного назначения практически во всем спектре горных пород в настоящее время применяются долота с композитными PDC (polycrystalline diamond compact) резцами, работающими по принципу резания-скалывания. О перспективности данного вида

вооружения и способа его взаимодействия с разрушаемой горной породой свидетельствуют положительные результаты применения указанных буровых инструментов и их высокая рыночная востребованность [1, 2].

В этой связи детальное исследование как схем установки резцов в долоте, геометрических и раз-