

Фактор увеличения объема взрывного блока*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-104-108>

ГАЛИМЬЯНОВ А.А.

Канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник,
руководитель сектора разрушения горных
пород Института горного дела ХФИЦ ДВО РАН,
680000, Хабаровск, Россия,
e-mail: azot-1977@mail.ru

ШЕВКУН Е.Б.

Доктор техн. наук, профессор
Тихоокеанского государственного университета,
680035, Хабаровск, Россия,
e-mail: ev.shevkun@yandex.ru

КАБИРОВ А.Р.

Генеральный директор ООО «ВГК БВР»/
Восточная горнорудная компания,
694905, с. Краснополье,
Сахалинская область, Россия,
e-mail: kabirovar@eastmining.ru

КАЗАРИНА Е.Н.

Инженер Института горного
дела ХФИЦ ДВО РАН,
680000, Хабаровск, Россия,
e-mail: kazarinaen@mail.ru

Предложены пути повышения безопасности и производительности буровзрывных работ при разработке месторождений твердых полезных ископаемых открытым способом посредством снижения количества массовых взрывов за счет увеличения среднего объема взрывного блока путем перехода на взрывание увеличенных уступов.

Ключевые слова: объем взрывного блока, глубина скважин, массовый взрыв, параметры БВР, проектирование, планирование.

Для цитирования: Фактор увеличения объема взрывного блока / А.А. Галимьянов, Е.Б. Шевкун, А.Р. Кабиров и др. // Уголь. 2023. № 10. С. 104-108. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-104-108>.

ВВЕДЕНИЕ

Мировая тенденция роста требований к безопасности труда требует снижения уровня риска травмирования на горнодобывающих предприятиях при одновременном повышении производительности труда и уменьшении влияния негативных факторов на экологию и безопасность. Для решения проблемы надежного управления производственным риском необходима разработка методологии формирования производственного процесса горнодобывающего предприятия с рациональными параметрами буровзрывных работ (БВР) как начального процесса технологии добычи твердого минерального сырья.

Одним из основных и в то же время недостаточно изученных вопросов является обоснование рационального объема взрывного блока (ВБ). Правильный расчет максимальной величины объема ВБ весьма актуален как с точки зрения улучшения экологии, так и повышения уровня эффективности и безопасности производства, ибо с увеличением размера ВБ при рациональных параметрах БВР снижается уровень риска негативных событий, связанных со снижением количества массовых взрывов и сопряженных с ними негативных факторов (разлет отдельных кусков породы, ударно-воздушная и сейсмическая волны, пылегазовое облако), включая процесс перемещения техники и оборудования при подготовке взрыва.

* Исследования проводились с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием «Центр обработки и хранения научных данных Дальневосточного отделения Российской академии наук», финансируемого Российской Федерацией в лице Министерства науки и высшего образования РФ по проекту № 075-15-2021-663.

Предлагается рассмотреть вопрос о том, что ключевую роль в обеспечении рациональной величины объема ВБ играет именно максимально приемлемая высота взрывного блока при соответствующих параметрах БВР, включающих увеличение общего времени действия растягивающих напряжений [1] на массив горных пород для конкретных горно-геологических и технологических условий разработки карьера.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Один из основных факторов, затрудняющих достижение увеличенной высоты ВБ, является расчет затрат при планировании ведения горных работ, базирующийся на получении быстрой прибыли и, в связи с этим, усложнении процессов проектирования и производства БВР. Отсюда возникает необходимость научного обоснования рациональных параметров (в частности, глубины и сетки расположения взрывных скважин), обеспечивающих рациональный объем взрывного блока именно путем увеличения его высоты.

Еще в прошлом веке была обоснована эффективность взрывания высоких уступов [2], и научно-исследо-

вательские работы в этом направлении продолжают [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9], при этом цели исследований преследуются различные, а именно: снижение объема бурения за счет повышения выхода горной массы с одного погонного метра; повышение производительности основного горнотранспортного оборудования; уменьшение числа уступов и рабочих горизонтов на карьере; сокращение длины транспортных коммуникаций и объема путевых работ; повышение использования глубины выбуренной скважины для размещения заряда взрывчатого вещества (ВВ); увеличение времени воздействия взрыва на массив; изменение технологических схем добычи и вскрыши.

Однако вопрос увеличения именно высоты ВБ в контексте увеличения его объема недостаточно изучен, поэтому для этого направления актуальны дополнительные исследования с разработкой соответствующего метода, суть которого заключается в увеличении объема ВБ посредством бурения скважин оптимальной глубины. Следует отметить, что метод, при котором несколько рядов скважин бурятся на величину двух и более уступов известен [4], но в нем не учитывался эффект непосредственного увеличения объема взрывного блока и присущих ему преимуществ, рассматриваемых в данной работе.

В таблице, на примере рис. 1 приведены потенциальные преимущества и недостатки увеличения объема ВБ, включающего применение рассредоточенного заряда с очередностью взрывания внутрискважинных зарядов, начиная от дневной поверхности, где первый взрываемый слой массива I является буфером (предохранительной подушкой) для последующих взрываемых слоев взрываемой горной массы (ВГМ). На рис. 1 цифрами I и II обозначены соответственно первый и второй по очередности взрываемые слои массива при взрывании совмещенного блока увеличенного объема с высотой уступа H2.

На рис. 2 приведена схема методики увеличения объема ВБ.

К примеру, если на карьере традиционно производятся БВР на глубину до 10-12 м

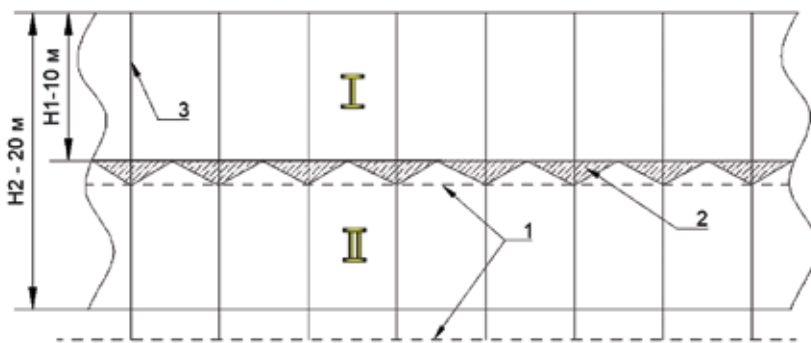


Рис. 1. Условная схема увеличения объема взрывного блока посредством увеличения глубины скважин: H1 – высота уступа вышележащего ВБ; H2 – высота уступа, совмещенного с ВБ увеличенного объема; 1 – линия перебура скважин; 2 – зона перебура; 3 – условная скважина

Fig. 1. Conditional scheme of increasing the volume of the blast block by increasing the depth of boreholes: H1 – the height of the bench of the overlying BB; H2 – the height of the bench, combined BB of increased volume; 1 – the line of subdrilling; 2 – the zone of subdrilling; 3 – conditional blowhole

Основные преимущества и недостатки метода увеличения объема взрывного блока

The main advantages and disadvantages of the method of increasing the volume of the blasting block

Метод увеличения объема взрывного блока	
Преимущества	Недостатки
Уменьшение разлета отдельных кусков ВГМ	Требуются высокий уровень квалификации инженерно-технического и исполнительного персонала. Сложности в: проектировании разработки месторождения; планировании горных работ; проектировании БВР; производстве бурения глубоких скважин; формировании рассредоточенного заряда.
Уменьшение выхода пылегазового облака	
Уменьшение развала горной массы	
Увеличение времени воздействия взрыва на массив	
Сокращение зон перебура	
Сокращение переездов буровой установки от скважины к скважине	
Уменьшение количества производства массовых взрывов (МВ)	
Сокращение времени при уменьшении перемещений горной техники и оборудования от МВ	
Увеличение выхода горной массы с одного погонного метра	
Уменьшение расхода средств инициирования	



Рис. 2. Схема методики увеличения объема взрывного блока

Fig. 2. Scheme of the method of increasing the volume of the blast block

и при этом возникает необходимость увеличить объем ВБ, очень часто увеличить площадь блока бывает невозможно из-за отсутствия вскрытых площадок, появляются ограничения для работы карьерной техники и оборудования, и тогда уже вопрос увеличения объема ВБ решается исключительно увеличением глубины бурения до 17-22 и более метров (см. рис. 1).

Как показывает практика, на стадии проектирования карьеров не принимается во внимание фактор увеличения объема ВБ. Горизонт планирования БВР с учетом данного фактора в основном ограничивается оперативными планами на месяц при фактическом отклонении объема ВБ в меньшую сторону.

Тем не менее на некоторых горнодобывающих предприятиях в политику безопасности и эффективности начинают вводить фактор повышения объема ВБ, что положительно отражается на производственных показателях, в том числе за счет сокращения времени на перемещение оборудования и техники при подготовительно-заключительных операциях взрыва [7]. Так, на Солнцевском угольном разрезе (СУР), несмотря на удаленность региона и сложности с взрывчатыми материалами, вызванные негативным влиянием международной политики, уже прослеживается положительная динамика увеличения объема ВБ (рис. 3) и создаются предпосылки к дальнейшему росту объемов добычи угля при планомер-



Рис. 3. Динамика изменения среднего объема взрывного блока на СУР

Fig. 3. Dynamics of changes in the average volume of the blast block at SCM

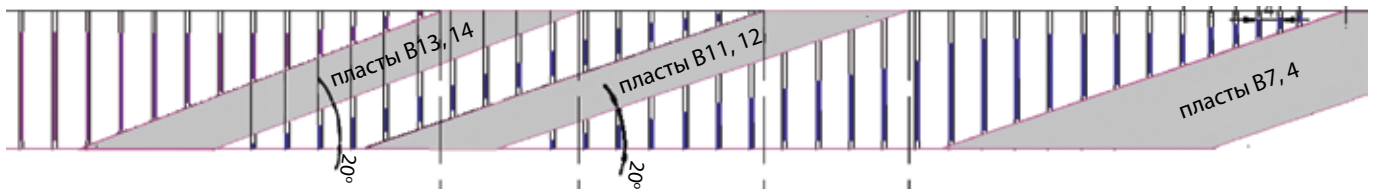


Рис. 4. Схема совместного взрывания на разрезе «Буреинский» АО «Ургалуголь»

Fig. 4. Scheme of joint blasting at the "Bureinsky" section JSC «Urgalugol»

ной модернизации производственно-технологических процессов открытой разработки угольного месторождения, в том числе БВР.

Также в АО «Ургалуголь» в 2015 г. внедрена технология разработки сближенных пологих и наклонных угольных пластов [10, 11], суть которой заключается в совместном взрывании угольных пластов и вмещающих пород (рис. 4).

Результатом внедрения данной технологии при увеличении объемов взрывных блоков стало более чем в два раза сокращение количества и длительности технологических циклов при повышении уровня эффективности и безопасности использования горнотранспортного оборудования, что позволило снизить на 23,9% время работы оборудования на добыче угля, увеличить производительность оборудования на 31,5%, а производительность труда рабочих – на 53,2% при устранении риска, связанного с дополнительным рыхлением буровзрывным способом междупластий, остающихся после выемки угольных пластов, традиционным способом.

Выводы

Как установлено из практики, часто на уровне участков БВР не всегда выгодно увеличивать глубину бурения скважин по разным причинам, в том числе банально из-за изношенности бурового оборудования и недостатка расходных материалов, что не всегда принимается во внимание руководством горнодобывающих предприятий. Использование современных буровых установок менее чем на 50% от их потенциальной возможности относительно глубины бурения скважин контрпродуктивно. Поэтому на основании результатов анализа литературных источников и опыта промышленной эксплуатации некоторых карьеров целесообразно

учитывать при проектировании и планировании горных работ фактор увеличения объема взрывного блока в контексте повышения уровня безопасности и производительности буровзрывных работ.

Список литературы

1. Взрывное рыхление горных пород на карьерах группы компаний «Петропавловск» / Ю.А. Лысак, А.Ю. Плотников, Е.Б. Шевкун и др. // Горный журнал. 2022. № 2. С. 45-50.
2. Взрывание высоких уступов при различных диаметрах скважин на Сарбайском руднике / С.А. Оспанов, А.И. Сухорученков, А.Т. Дармендаев и др. // Взрывное дело. 1973. № 73/30. С. 124-127.
3. Шевкун Е.Б. Взрывание высоких уступов при реконструкции карьера // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2003. № 5. С. 61-63.
4. Кутузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ. М.: Горная книга, 2007. 466 с.
5. Кучумова А. Взрывные технологии // Добывающая промышленность. 2020. № 6. С. 98-103.
6. Федотенко В.С., Струков К.И., Бергер Р.В. Перспективы применения высоких уступов при комбинированной разработке Светлинского золоторудного месторождения // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2019. № 12. С. 67-75.
7. Галимьянов А.А., Соболев А.А. Повышение эффективности процесса подготовки горной массы к выемке за счет применения новых параметров технологии буровзрывных работ // Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2022. № 3. С. 107-121.
8. Черских О.И., Галимьянов А.А., Гевало К.В. Совершенствование буровзрывных работ на Солнцевском угольном разрезе // Уголь. 2022. № 7. С. 45-52. DOI: 10.18796/0041-5790-2022-7-45-52.
9. Жариков И.Ф. Особенности взрывания высоких уступов // Вестник научных конференций. 2022. № 4. С. 65-67. Наука, об-

разование, общество: по материалам международной научно-практической конференции 30 апреля 2022 г.

10. Галимьянов А.А., Шевкун Е.Б. Защита А.А. Галимьянова: обоснование параметров открытой технологии разработки сближенных пологих и наклонных угольных пластов // Уголь. 2017. № 1. С.16-18. DOI: 10.18796/0041-5790-2017-1-16-18.

11. Патент 2593285 РФ. Способ открытой разработки группы угольных пластов с валовым взрывным рыхлением вскрышных работ / Е.Б. Шевкун, А.В. Лещинский, А.И. Добровольский, А.А. Галимьянов; заявл. 08.07.2015; опубл. 10.08.2016, Бюл. № 22.

Original Paper

UDC 622.016.25:622.235.2 © A.A. Galimyanov, E.B. Shevkun, A.R. Kabirov, E.N. Kazarina, 2023
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 10, pp. 104-108
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-10-104-108>

Title
THE FACTOR OF INCREASING THE VOLUME OF THE EXPLOSIVE BLOCK

Authors

Galimyanov A.A.¹, Shevkun E.B.², Kabirov A.R.³, Kazarina E.N.¹

¹ Mining Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, 680000 Russian Federation

² Pacific National University, Khabarovsk, 680035, Russian Federation

³ LLC "VGK BVR", Krasnopolye village, Sakhalin, 694905, Russian Federation

Authors information

Galimyanov A.A., PhD (Engineering), Leading Researcher, Head of the Rock Destruction Sector, e-mail: azot-1977@mail.ru

Shevkun E.B., Doctor of Engineering Sciences, Professor, e-mail: ev.shevkun@yandex.ru

Kabirov A.R., Director, e-mail: kabirovar@eastmining.ru

Kazarina E.N., Engineer of the Rock Destruction sector, e-mail: kazarinaen@mail.ru

Abstract

The ways of increasing the safety and productivity of drilling and blasting operations during the development of deposits of solid minerals by the open method by reducing the number of mass explosions by increasing the average volume of the explosive block by switching to blasting of enlarged ledges are proposed.

Keywords

Blast block volume, Borehole depth, Mass explosion, Drilling and blasting operations, Design, Planning.

References

1. Lysak Yu.A., Plotnikov A.Yu., Shevkun E.B. & Leshchinsky A.V. Explosive loosening of rocks at the quarries of the Petropavlovsk Group of companies. *Gornyj zhurnal*, 2022, (2), pp. 45-50. (In Russ.).
2. Ospanov S.A., Sukhoruchenkov A.I., Darmendaev A.T. & Kalashnikov A.T. Blasting of high ledges at different diameters of wells at the Sarbaysky mine. *Vzryvnoe delo*, 1973, (73/30), pp. 124-127. (In Russ.).
3. Shevkun E.B. Blasting of high ledges during the reconstruction of a quarry. *Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten'*, 2003, (5), pp. 61-63. (In Russ.).
4. Kutuzov B.N. Methods of conducting blasting operations. Moscow, Gornaya kniga Publ., 2007, 466 p. (In Russ.).
5. Kuchumova A. Explosive technologies. *Dobывayushchaya promyshlennost*, 2020, (6), pp. 98-103. (In Russ.).
6. Fedotenko V.S., Strukov K.I. & Berger R.V. Prospects for the use of high ledges in the combined development of the Svetlinsky gold deposit. *Gornyj informatsionno-analiticheskij byulleten'*, 2019, (12), pp. 67-75. (In Russ.).

DRILLING AND BLASTING OPERATIONS

7. Galimyanov A.A. & Sobolev A.A. Improving the efficiency of the process of preparing rock mass for excavation through the use of new parameters of drilling and blasting technology. *Izvestiya TulGU. Nauki o Zemle*, 2022, (3), pp.107-121. (In Russ.).
8. Cherskikh O.I., Galimyanov A.A. & Gevalo K.V. Enhancing drilling and blasting operations at the Solntsevo coal strip mine. *Ugol'*, 2022, (7), pp. 45-52. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-7-45-52.
9. Zharikov I.F. Features of blasting high ledges. *Bulletin of scientific conferences*, 2022, (4), pp. 65-67. Science, education, society: based on the materials of the international scientific and practical conference on April 30, 2022. (In Russ.).
10. Galimyanov A.A., Shevkun E.B. Galimyanov A.A. thesis viva voce: superimposed flat and pitching coal seams surface mining technologies justification. *Ugol'*, 2017, (1), pp.16-18. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2017-1-16-18.
11. Pat. 2593285 of the Russian Federation. A method of open-pit mining of a group of coal seams with gross explosive loosening of stripping operations. Shevkun E.B., Leshchinsky A.V., Dobrovolsky A.I., Galimyanov A.A.; application 08.07.2015; publ. 10.08.2016, Bul. No. 22.

Acknowledgements

The studies were carried out using the resources of the Center for Shared Use of Scientific Equipment «Center for Processing and Storage of Scientific Data of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences», funded by the Russian Federation represented by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation under project No. 075-15-2021-663.

For citation

Galimyanov A.A., Shevkun E.B., Kabirov A.R. & Kazarina E.N. The factor of increasing the volume of the explosive block. *Ugol'*, 2023, (10), pp. 104-108. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-10-104-108.

Paper info

Received August 9, 2023

Reviewed September 14, 2023

Accepted September 26, 2023