

## Определение рациональных параметров буровзрывных работ при этажно-камерной и подэтажной системах разработки

*В. Н. Колтышев<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Российская Федерация  
e-mail: Witalq@mail.ru

**Аннотация.** Рассмотрены параметры буровзрывных работ (БВР) при этажно-камерной системе разработки и подэтажного обрушения на различных участках Шерегешевского месторождения. Даны рациональные параметры БВР при этих системах разработки. Установлено, что при подэтажном обрушении удельный расход на вторичное дробление ниже (11 г/т), чем при этажно-камерной системе разработки (от 66 до 208 г/т.).

**Ключевые слова:** системы разработки, удельный расход, отбойка, вторичное дробление, веер, горный массив

## Determination of rational parameters of drilling and blasting operations with floor-chamber and sub-storey development systems

*V. N. Koltyshev<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Chinakal Institute of Mining, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation  
e-mail: witalq@mail.ru

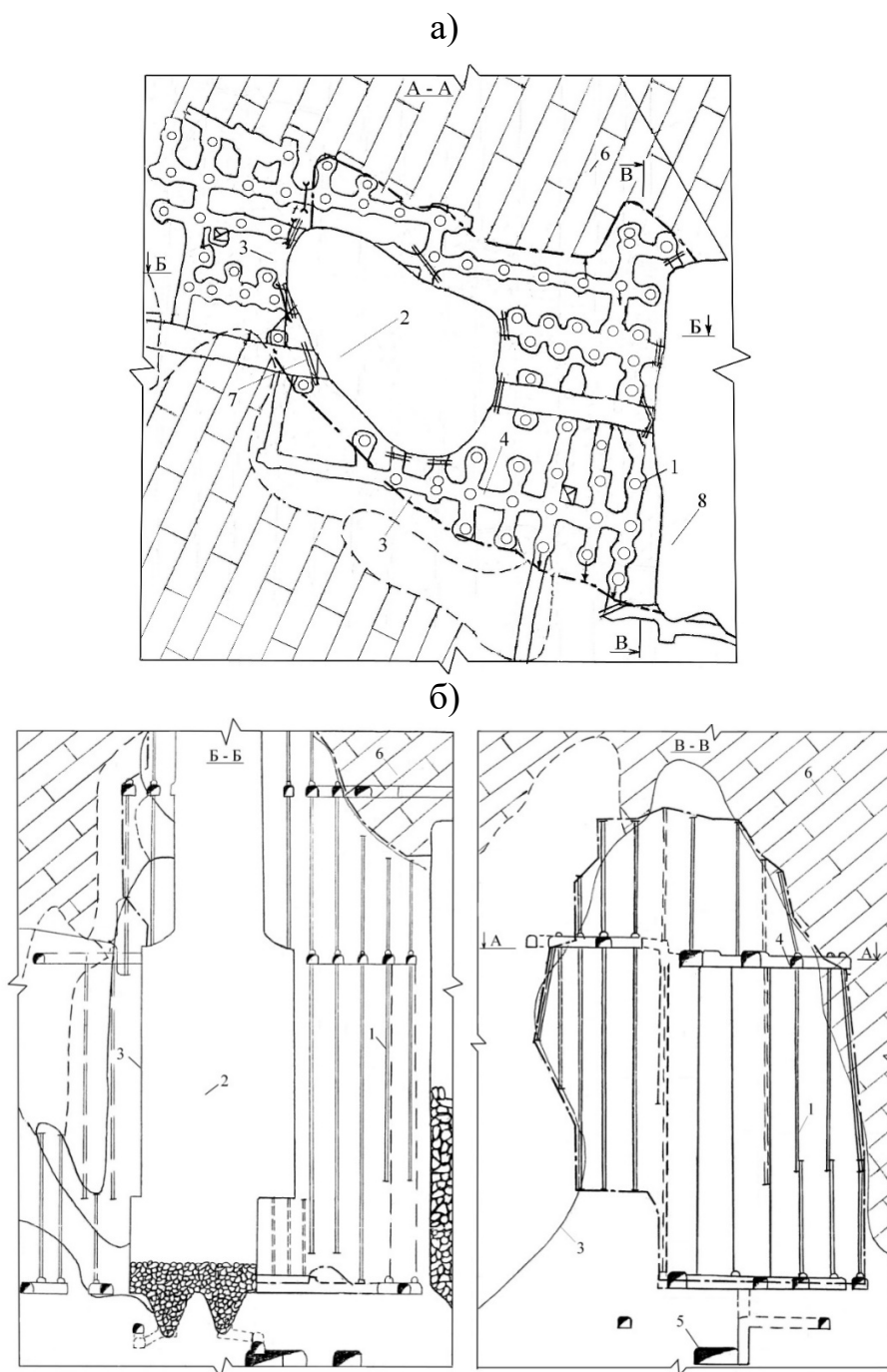
**Abstract.** The parameters of drilling and blasting operations (BVR) with a floor-chamber system of development and sub-storey collapse at various sites of the Sheregeshevsky field are considered. Rational parameters of the BVR for these development systems are given. It was found that in the case of a sub-storey collapse, the specific consumption for secondary crushing is lower (11 g / t) than in the case of a floor-chamber development system (from 66 to 208 g/t).

**Keywords:** Development systems, specific consumption, rebound, secondary crushing, fan, mountain range

Проведен анализ параметров БВР при этажно-камерной системы разработки и подэтажного обрушения на участках Шерегешевского месторождения.

При этажно – камерной системе разработки отбойка руды осуществляется на компенсационные камеры. Длина блоков колеблется от 75 до 110 м; ширина — 27-80 м; высота — 70-150 м. Высота днища блока равна 13 м. Массив блока подсекается выпускными воронками и траншеями, которые создаются взрыванием пучками скважин из подсечных траншейных ортов. Взрывная отбойка осуществляется на компенсационные камеры эллипсовидного сечения. Компенсационные камеры выполняются взрыванием пучковых сближенных зарядов ВВ на отрезные восстающие выработки (рис. 1). Выпуск, доставку и погрузку руды ведут установками ВДПУ-4ТМ через выпускные воронки [1–6].

На рис. 1 показано расположение блока №4 на участке «Подрусловый».



**Рис. 1. Схема расположения блока № 4**

а) в плане; б) разрезы: 1 — сближенные заряды ВВ; 2 — компенсационная камера; 3 — рудное тело; 4 — буровой горизонт; 5 — орт; 6 — породный массив; 7 — перемычки; 8 — выработанное пространство

Массовые взрывы по обрушению блоков представлены в табл. 1.

На основании проведенных исследований по массовым взрывам блоков на участке Подрусловый определены рациональные параметры БВР для этажно-камерной системы разработки включающие линию наименьшего сопротивления:

- ЛНС = 4,0 – 6,0 м;
- количество скважин 16 – 19 шт.;

- средний объем отбиваемой горной массы 31500 м<sup>3</sup>;
- среднее количество ВВ - 49800 кг;
- удельный расход ВВ составляет 0,6 – 0,7 кг/т;
- удельный расход ВВ на вторичное дробление 0,02 – 0,05 кг/т;

Таблица 1

Показатели по массовым взрывам блоков обрабатываемых этажно-камерной системой разработки на различных участках Шерегешевского месторождения

№№ блока, этаж, участок	Масса заряда, ВВ, т	ЛНС, м		Расстояние между рядами групп зарядов ВВ с нумерацией их от зажимающей среды				Количество скважин в группе, шт., диаметр 105 мм	Удельный расход ВВ на отбойку, кг/т	Удельный расход ВВ на вторичное дробление кг/т
		Со стороны зажимающей среды W <sub>1</sub>	Со стороны камер W <sub>к</sub>	W	W	W	W			
				2	3	4	5			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
С-В часть Бл.290 уч. Н.Ш. в эт.185-255м	173,6	5,0	5,0	5,5	5,5	5,0	5,0	4-7	0,528	0,149
Бл.22-23 уч. Н.Ш. в эт.263-350м	217,6	6,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4-10	0,631	0,148
Бл.3 уч. Подр. в эт.185-255м	195,8	4,5	5,0	6,0	4,5	6,0	4,0	3-8	0,560	0,105
Бл.28 уч. Н.Ш. в эт.255-325м	175,0	5,0	4,5	5,5	5,5	4,5	5,5	3-7	0,640	0,105
Поч. Бл.290 уч. Н.Ш. в эт.185-255м	150,1	5,0	5,5	6,0	6,0	6,0	5,5	5-11	0,566	0,137
Бл.29 уч. Н.Ш. в эт.255-325м	81,7	4,5	5,0	4,5	4,5	4,5	4,5	4-7	0,600	0,208
Юч. Бл.34 уч. Н.Ш. в эт.255-325м	68,5	-	5,0	4,5	5,0	-	-	5-7	0,645	0,066
Поч. Бл.34										

№№ блока, этаж, участок	Масса заряда, ВВ, т	ЛНС, м		Расстояние между рядами групп зарядов ВВ с нумерацией их от зажимающей среды				Количество скважин в группе, шт., диаметр 105 мм	Удельный расход ВВ на отбойку, кг/т	Удельный расход ВВ на вторичное дробление кг/т
		Со стороны зажимающей среды W <sub>1</sub>	Со стороны компенс. камеры W <sub>к</sub>	W	W	W	W			
				2	3	4	5			
Н.Ш.В эт.255-325м	101,3	4,0	4,0	5, 5	5, 5	5, 5	5, 0	4-16	0,512	0,093
С-В часть Бл.290 уч. Н.Ш. в эт.185-255м	173,6	5,0	5,0	5, 5	5, 5	5, 0	5, 0	4-7	0,528	0,149
Бл.22-23 уч. Н.Ш. в эт.263-350м	217,6	6,0	5,0	5, 0	5, 0	5, 0	5, 0	4-10	0,631	0,148
Бл.3 уч. Подр. в эт.185- 255м	195,8	4,5	5,0	6, 0	4, 5	6, 0	4, 0	3-8	0,560	0,105
Бл.28 уч. Н.Ш. в эт.255-325м	175,0	5,0	4,5	5, 5	5, 5	4, 5	5, 5	3-7	0,640	0,105
Поч. Бл.290 уч. Н.Ш. в эт.185-255м	150,1	5,0	5,5	6, 0	6, 0	6, 0	5, 5	5-11	0,566	0,137
Бл.29 уч. Н.Ш. в эт.255-325м	81,7	4,5	5,0	4, 5	4, 5	4, 5	4, 5	4-7	0,600	0,208
Юч. Бл.34 уч. Н.Ш. в эт.255-325м	68,5	-	5,0	4, 5	5, 0	-	-	5-7	0,645	0,066

\*С-В – Северо-Восток; уч. Н.Ш. – участок «Новый Шерегеш»; уч. Подр. – участок «Подрусловый».

В последние годы широкое распространение на шахтах Горной Шории получила система разработки подэтажного обрушения с торцовым выпуском руды и с применением самоходного оборудования. Механизированные процессы бурения, зарядки скважин, отгрузки руды погрузочно-доставочной техникой обеспечивали безопасность горных работ (рис. 2).

Технология очистной выемки при системе разработки подэтажного обрушения основана на буровзрывном способе отбойки руды вертикальными или

наклонными веерами скважин диаметром 89мм, выпуске отбитой руды на почву доставочного орта или штрека, отгрузке и транспортировке руды из заходов погрузочно-доставочными машинами до рудоспуска. Очистная выемка в заходках выемочного блока начинается после проходки нескольких заходов (буровых ортов, буровых штреков) из доставочного (полевого или рудного) штрека, отрезного штрека, пройденного вдоль висячего бока залежи. Бурение скважин производится самоходными буровыми установками. На рис.3 представлена схема веера.

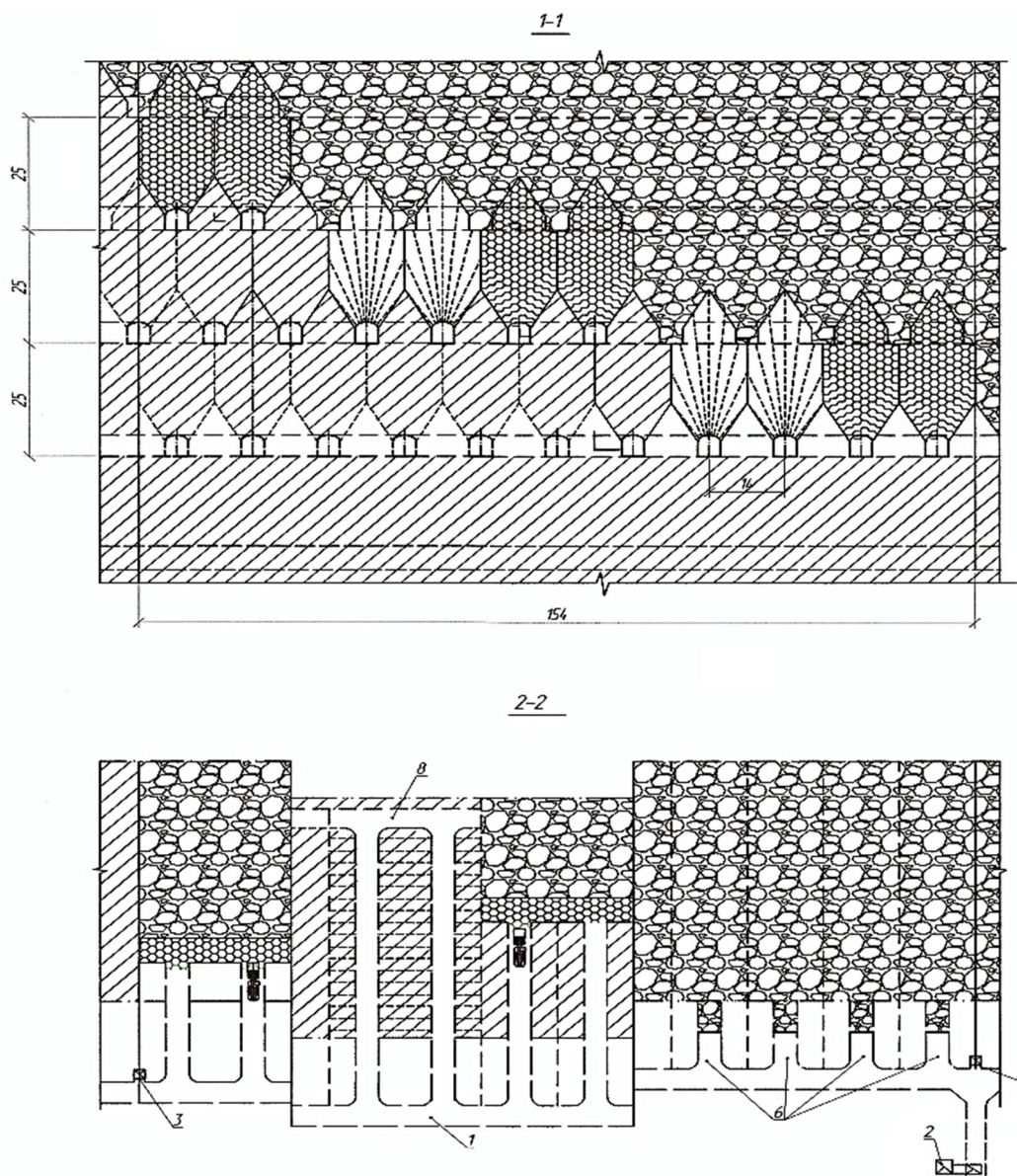


Рис. 2. Отработка блоков 3-120; 3-142 №:

1 – доставочный штрек, 2 – рудоспуск, 3 – блоковый вентиляционно-ходовой восстающий, 4 – заезд к рудоспуску, 5 – сбойка с откаточным штреком, 6 – буро-доставочный орт, 7 – отрезной восстающий, 8 – отрезной штрек.

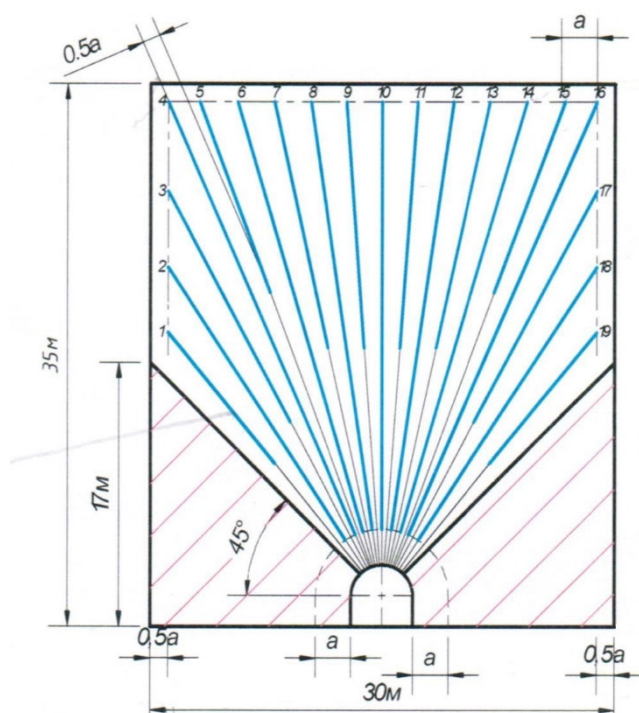


Рис. 3 Схема веера для отбойки руды:  
 $a$  – расстояние между концами скважин в веере, м

В табл. 2 приведены технические показатели по блокам 3-120; 3-142 участка Подрусловый отработываемые системой разработки подэтажного обрушения

Таблица 2

Технические показатели

Наименование блоков	Запасы руды, т.т.	Общая длина скважин, м	Заряжаемая длина, м	ЛНС между веерами, м	Количество ВВ, кг		Удельный расход ВВ, г/т	Выход руды с 1 п.м. скв., т.
					на 1 п.м. скв.	всего		
3-120	225,0	23440	14060	2,3-2,5	7.5	105500	531	9.6
3-142	129,9	13540	8130	2,3-2,5	7.5	61000	531	9.6
Итого:	354,9	36980	22190	2,3-2,5	7.5	166500	531	9.6

Проведенный анализ на выпуске руды показал, что удельный расход ВВ на вторичное дробление снизился до 0,011 кг/т.

На основании проведенных исследований по блокам определены рациональные параметры БВР включающие:

- ЛНС = 2,0 – 2,5 м;
- количество скважин 12 – 17 шт.;
- средний объем отбиваемой горной массы 780 м<sup>3</sup>;

- среднее количество ВВ - 731 кг;
- удельный расход ВВ составляет 0,5 – 0,6 кг/т;
- удельный расход ВВ на вторичное дробление 0,011 – 0,03 кг/т;

На рис. 4 представлен график изменения удельного расхода ВВ на вторичное дробление от удельного расхода ВВ на отбойку.

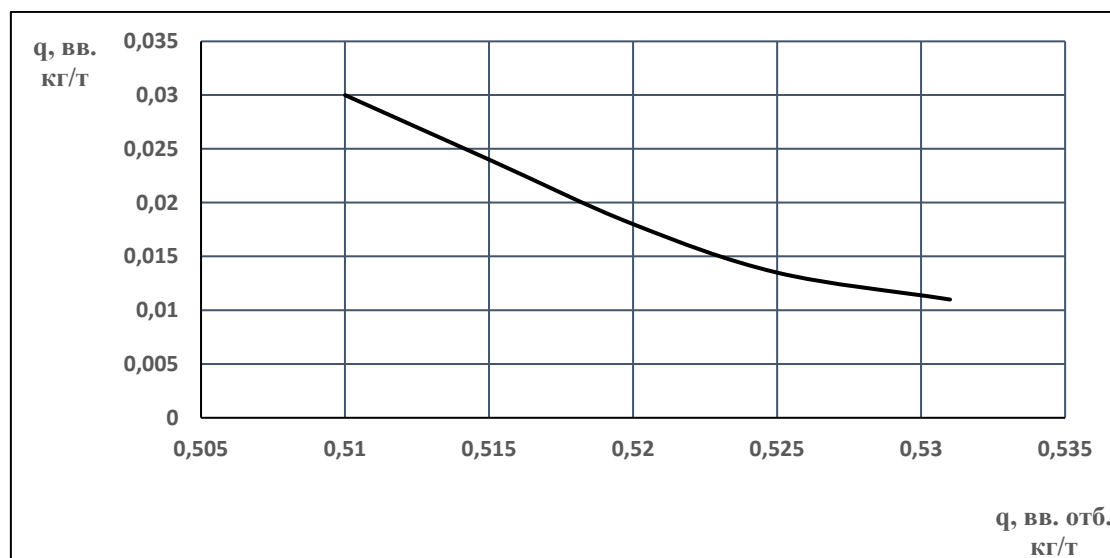


Рис. 4. График зависимости удельного расхода ВВ на вторичное дробление от расхода ВВ на отбойку, при подэтажном обрушении руды

Основные параметры ВБР для сравнения систем разработки этажно-камерного и подэтажного обрушения приведены в таб. 3.

Таблица 3

Показатели параметров ВБР при этажно-камерной и подэтажной системе разработки

Показатель	Единица измерения	Этажно-камерная	Подэтажного обрушения
Объем отбиваемой руды	м <sup>3</sup>	31500	780
Количество скважин	шт.	16 - 19	12 - 17
Количество ВМ: взрывчатых веществ	кг	49800	731
Удельный расход ВВ	кг/т	0,6 - 0,7	0,5 – 0,6
Удельный расход на вторичное дробление	кг/т	0,02– 0,05	0,011-0,03
ЛНС	м	4,0 - 6,0	2,0 – 2,5

Таким образом: проведенный анализ параметров ВБР показал, что при системе разработки подэтажного обрушения удельный расход на вторичное дробление ниже (11г/т), чем при этажно-камерной системе разработки (от 66 до

208г/т.). Подэтажная система разработки позволяет на достаточном уровне управлять горным давлением, надежно оконтуривать рудные тела сложной формы. Простота конструкции системы подэтажного обрушения, многозабойность ведения очистных работ определяют возможности стабилизации качества добытых руд, высокоэффективного использования самоходного горного оборудования и высокую его потенциальную способность к автоматизации основных процессов горных работ.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Еременко А.А. Совершенствование технологии буровзрывных работ на железорудных месторождениях Западной Сибири. — Новосибирск: Изд-во "Наука", 2013.
2. Копытов А. И., Першин В. В., Масаев Ю. А. Новые технологии безопасной разработки рудных месторождений в условиях Кузбасса. — Вестник Кузбасского государственного технического университета. — 2012. — № 3. — С. 77-82.
3. Еременко А.А., Филиппов В.Н., Конуринов А.И., Хмелинин А.П., Барышников Д.В. О параметрах буровзрывных работ при системе разработки подэтажного обрушения на Шерегешевском месторождении. — Сб. "Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. — Новосибирск: ИГД СО РАН, 2017, № 3. — С. 126-132.
4. Кузьмин М.Б. Перспективы совершенствования системы разработки подэтажного обрушения с торцовым выпуском руды. — ГИАБ. — 2003. — № 4. — С. 177-181.
5. Копытов А. И., Еременко А. А., Матвеев И. Ф. Выбор безопасной технологии разработки склонных и опасных по горным ударам железорудных месторождений. ОАО «Евразруда». — Вестник Кузбасского государственного технического университета. — 2013. — № 2. — С. 39-41.
6. Копытов А. И., Вети А. А., Коротин А. С., Куркин А. О., Пикалов И. А. Выбор новой технологии отработки Шерегешевского месторождения. ОАО «Евразруда». — Вестник Кузбасского государственного технического университета. — 2014. — № 5. — С. 49-53.
7. Голик В.И., Белодедов А.А., Логачев А.В., Шурыгин Д.Н. Совершенствование параметров выпуска руд при подэтажном обрушении с торцевым выпуском. — Известия Тульского Государственного университета. Наука о земле. — 2018. — № 1. — С. 150-159.
8. Разоренов Ю. И., Голик В.И. Моделирование качества руд при подэтажном обрушении с торцовым выпуском. — Северо-Кавказский государственный технологический университет. — 2016. № 4. — С. 6-10.
9. Башков В.И., Копытов А.И. Расчет параметров и конструктивное оформление варианта системы разработки подэтажного обрушения с торцовым выпуском руды. — ОАО «Евразруда», КузГТУ. — Вестник Кузбасского государственного технического университета. — 2015. — № 2. — С. 75-78.
10. Еременко А. А., Еременко В. А., Башков В. И., Александров А. Н., Татарников Б. Б. Опыт отработки камеры с закладкой выработанного пространства на Таштагольском месторождении. — ГИАБ. — 2013. — № 10. — С. 21-23.
11. Клишин И.В., Еременко А. А., Щептев Е.Н., Колтышев В.Н. Разработка и обоснование схем расположения сближенных зарядов ВВ увеличенного диаметра при отбойке блоков. — ГИАБ. — 2013. — № 8. — С. 202-204.
12. Рогачков А. В., Ремезов А. В., Исследования характера проявления горного давления в различных горно-геологических условиях. — Записки Горного института. — 2008. — Т. 174. — С. 82-85.
13. Корнеев П. А., Пугачев Е. В. Некоторые аспекты разрушения горных пород с использованием энергии горного давления. — Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2011. — С. 35-37.



14. Данияров Н. А., Жуманов М. А., Жалгасбеков А. З. Оценка эффективности эксплуатации и уровня качества самоходного горного оборудования. — Труды университета. — 2006. — № 2(23). — С. 69-71.
15. Соловьев В. А. Эффективное применение самоходного оборудования на подземных горных работах — Пермь : Перм. гос. техн. ун-т, 2005. — 356 с.
16. Савич И. Н., Зенько Д. К. Обоснование параметров системы разработки с подэтажным обрушением при торцевом выпуске руды. — Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2004. — № 4. — С. 219-221.
17. Неверов С. А., Неверов А. А. Технологическое развитие подземных рудников Сибири на базе систем разработки подэтажного обрушения. — Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). — 2011. — № 2. — С. 89-98.
18. Щербич С. В. Оптимизация параметров БВР при разработке рудных месторождений методом скважинных зарядов на основе учета изменений физико-технических свойств горного массива — Взрывное дело. — 2008. — № 99-56. — С. 110-118.
19. Лизункин, М. В., Лизункин В. М. Отбойка руды параллельно сближенными зарядами в физико-технических геотехнологиях. — Инженерная физика. — 2021. — № 11. — С. 31-38.
20. Еременко А. А., Филиппов В. Н., Никитенко С. М., Христоролюбов Е. А. Особенности освоения железорудных месторождений Горной Шории. Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. — 2017. — № 5. — С. 79-95.

© В. Н. Колтышев, 2022