

Г.Г. Ломоносов, А.М. Мельниченко

УСЛОВИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНОГО САМОХОДНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ПРОЕКТАХ РАЗРАБОТКИ ТОНКИХ РУДНЫХ ТЕЛ

Рассмотрены проблемы разработки тонких крутопадающих месторождений и совершенствования систем разработки, с учетом максимального использования возможностей современной самоходной малогабаритной техники.

Ключевые слова: тонкие рудные тела, потери и засорение руды, малогабаритная самоходная техника, ПДМ, системы разработки тонких рудных тел с закладкой.

К тонким крутопадающим относятся рудные тела с мощностью до 0,7–1,0 м и углом падения от 50 до 90 градусов. Такие рудные тела, как правило, имеют сложную структуру с возможными раздувами и пережимами до 20–30 и более см. Эти особенности тонких рудных тел приводят к высоким показателям потерь и разубоживания, которые могут соответственно достигать 80% и более [6]. В табл. 1 показаны примеры показателей некоторых золотодобывающих рудников при разработке тонких рудных тел.

Традиционно для разработки тонких рудных месторождений применяются системы разработки:

1. С открытым очистным пространством:
 - подэтажные штреки;
 - потолкоуступная с распорной крепью;
 - почвоуступная.
2. С магазинированием.
3. С закладкой.

Наиболее часто применяются системы с магазинированием руд. Такими типами разрабатывается более 60% тонких рудных тел в том числе жил. Особенно часто данные системы применяют на крутопадающих жилах, с крепкими вмещающими породами, что позволяет осуществлять отдельную выемку руды и вмещающих пород.

Таблица 1

Показатели разубоживания на некоторых рудниках

Название рудника	Мощность рудного тела, м	Ширина очистного пространства, м	Разубоживание руды, %
Карасевский	0,24	1,03	76,6
Пороховский	0,15	1,23	88,0
Бес-Тюбе	0,25	1,15	78,2
Дарасун, Шахта № 10	0,75	0,95	21,1
Имени Кирова	0,3	0,9	66,7
Хаверга	0,65	0,9	28,8
Ниттис-Кумужье	0,2	1,02	80,5

При добычи особо ценных полезных ископаемых применяют систему разработки с закладкой выработанного пространства. Остальные системы разработки на тонких крутопадающих месторождениях применяются сравнительно реже.

Разработка тонких рудных, в том числе жильных, месторождений сопряжена с высоким уровнем ручного труда, а соответственно с низкими показателями эффективности. За последние годы основным направлением улучшения количественных показателей разработки таких месторождений стало применение самоходной техники, прежде всего ПДМ. Внедрение ПДМ привело к существенному увеличению производительности горных работ: увеличению скорости подготовки блоков в 1,5–2 раза, и повышению производительности очистных блоков в 2,5 раза.

Но одновременно с применением технологических схем с использованием самоходной техники приводит к существенному увеличению разубоживания, и соответственно к ухудшению качества рудной массы. При этом так-

же значительно увеличивается сечение горных выработок и соответственно объем горно-подготовительных работ.

С применением самоходной техники возникает необходимость, для эффективной работы высокопроизводительного оборудования, увеличения фронта работ. С этой целью тонкие рудные тела объединяют в более крупные рудные зоны с последующей валовой отбойкой и выемкой запасов руды, что и является главной причиной возрастания разубоживания и снижения качества добычи.

$$R_{з.} = \frac{Q_o - Q_{pz}}{Q_o} \quad (1)$$

$$R_{з.рз} = \frac{Q_{pz} - Q_{рт}}{Q_{рз}} \quad (2)$$

$$R_{з.ист} = \frac{Q_o - Q_{рт}}{Q_{зо}} \quad (3)$$

Отсюда видно, что следует различать засорение руды [1], а соответственно и его разубоживание двух типов:

- истинное;
- зонное.

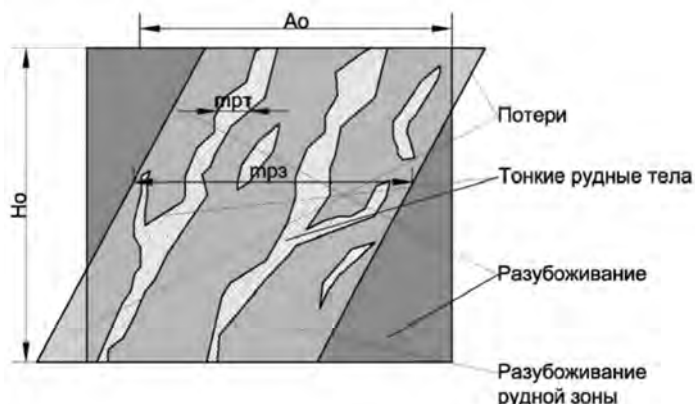


Рис. 1. Изменение объема рудной зоны по сравнению с рудными телами, а также увеличенные контуры очистной горной выработки: M_{pz} – средняя горизонтальная мощность рудной зоны; $M_{рт}$ – средняя горизонтальная мощность рудного тела; A_o – ширина очистного пространства; H_o – высота очистного пространства; Q_{pz} – объем рудной зоны; $Q_{рт}$ – объем рудного тела; Q_o – объем очистного пространства

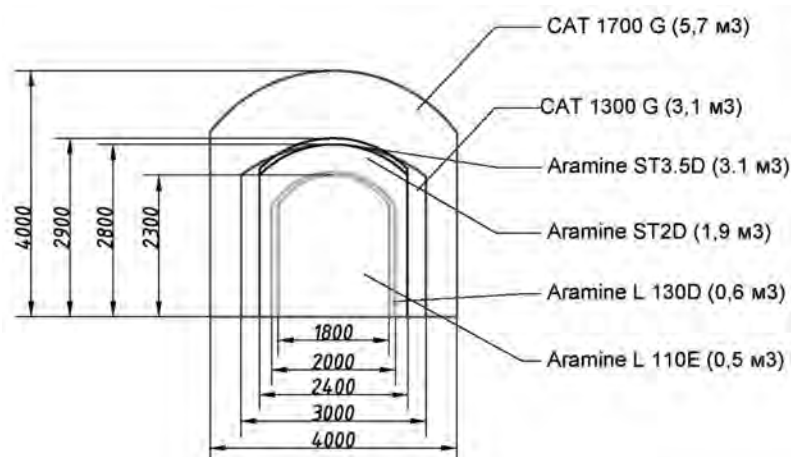


Рис. 2. Контур горной выработки при применении некоторых моделей ПДМ и самоходных горнопроходческих комплексов

При расчете потерь и разубоживания в рудных зонах занижаются истинные значения этих параметров, поскольку не учитывается внутризонное засорение руды.

При применении на тонких залежах стандартного самоходного оборудования со сравнительно большими габаритами приходится увеличивать сечения горных выработок, что приводит к увеличению объемов горнопроходческих работ.

Характерным примером разработки тонких рудных тел может служить Нежданское месторождение, где используется ПДМ CAT 1300G. Конечно эта машина, обладая значительной производительностью и ковшем

объемом 3,1 м³ имеет ряд недостатков для применения на месторождениях с тонкими крутопадающими телами. При использовании данного самоходного оборудования необходимо сечения выработки с высотой не менее 2,8 м, и шириной не менее 3 м. В общей сложности площадь составляет 15 м².

На рис. 2 показаны минимальные сечения выработки для использования наиболее распространенных марок ПДМ.

Еще несколько лет назад, когда не было машин малых типоразмеров, минимальная вместимость ковша ПДМ составляла 2–5 м³. Ныне применение техники с такими параметрами для разработки тонких крутопадающих тел

Таблица 2

Габариты и параметры ПДМ и малогабаритных самоходных машин

Модель оборудования	Высота выработки, мм	Ширина выработки, мм	Вместимость ковша, м³	Процент уменьшения площади сечения
CAT R 1700G	4000	4000	5,7	100%
CAT R 1300G	2800	3000	3,1	53%
Aramine ST 3.5D	2900	2400	3,1	45%
Aramine ST 2D	2800	2400	1,9	43%
Aramine L 130D	2300	2000	0,6	28%
Aramine L 110E	2300	1800	0,5	25%

Таблица 3

Горное оборудование справочное пособие [2]

Модель перфоратора	D, мм	L, м	Техн. скорость бурения, м/мин	Ширина очистного, м	Производительность в смену, м
Телескопные перфораторы					
ПТ-48А	32-55	15	0,14	1	21
ПТ-63	32-45	5	0,13	1	19
Atlas Copco					
COP 1028HD	22-51	–	0,32	1,4	60
COP 1132	32-51	–	0,76	1,4	143
COP 1532	32-51	–	1	1,4	188
COP 1238ME	32-89	–	1,1	1,4	212
Sandvik					
HE 122	26-45	–	0,3	1,8	52
HL 300S	32-43	–	0,5	1,8	104
HL 510	32-89	–	1,1	1,8	205
Montabert					
HC 20	26-51	–	0,3	1,4	55
HC 25	32-51	–	0,7	1,4	127
HC 50	32-51	–	0,9	1,4	178

является необоснованным. Поскольку это приводит, с одной стороны, к снижению потерь руды, а с другой – к значительному дальнейшему росту разубоживания и соответственно к ухудшению качества добытой руды. Поэтому авторами статьи предложено для отработки тонких крутопадающих рудных тел использовать комплексы малогабаритного горного оборудования.

В настоящее время машиностроительные компании предоставляют широкий ассортимент малогабаритного оборудования для механизации процессов бурения, погрузки и доставки, проходки восстающих и т.д.

В табл. 2 представлены габариты и рабочие параметры применяемых ныне ПДМ в том числе при разработке тонких крутопадающих рудных тел, а также малогабаритные самоходные машины, использование которых позволяет сократить затраты

на проведение горных выработок. В качестве альтернативы стандартному самоходному оборудованию, могут использоваться малогабаритные ПДМ компаний Aramine L110E, L130D и Sandvik LH201 и др. Подобные модели малогабаритных машин позволяют работать при ширине очистного пространства менее 2 м, что позволяет уменьшить площадь очистного пространства, положительно повлияв на показатели разубоживания руды.

В малогабаритных ПДМ фирмы Aramine предусмотрены комплекты навесного оборудования, что позволяет производить замену оборудования и использовать машины в качестве бурового станка для бурения скважин. Так использование гидравлических перфораторов, установленных на малогабаритных самоходных установках позволяет увеличить производительность труда, по сравнению с использу-



Рис. 3. График зависимости между шириной очистного пространства при $m = 0,7$ м

емыми телескопическими перфораторами, почти в два раза, что позволяет сократить время на подготовительные работы, но при этом несколько увеличив ширину очистного пространства. В табл. 4 демонстрируется, как при одинаковых горно-геологических условиях, возрастает скорость бурения при переходе от телескопических перфораторов к гидравлическим перфораторам, установленных на мобильную базу. Перфораторы Montabert HC 20 или HC 25 установленные на базу Aramine L 130 позволяют достигнуть технической скорости бурения до 0,3 и 0,7 м соответственно.

Следующим шагом для решения проблемы разработки тонких крутопадающих месторождений является совершенствование систем разработки, с учетом максимального использования возможностей современной самоходной малогабаритной техники.

На рис. 3, 4 представлены графики зависимости между шириной очистного пространства и величиной засорения рудной массы. А также показаны зоны возможной работы различных типов оборудования.

В качестве примера предложена модернизация технологии с закладкой выработанного пространства для



Рис. 4. График зависимости между шириной очистного пространства при $m = 1,0$ м

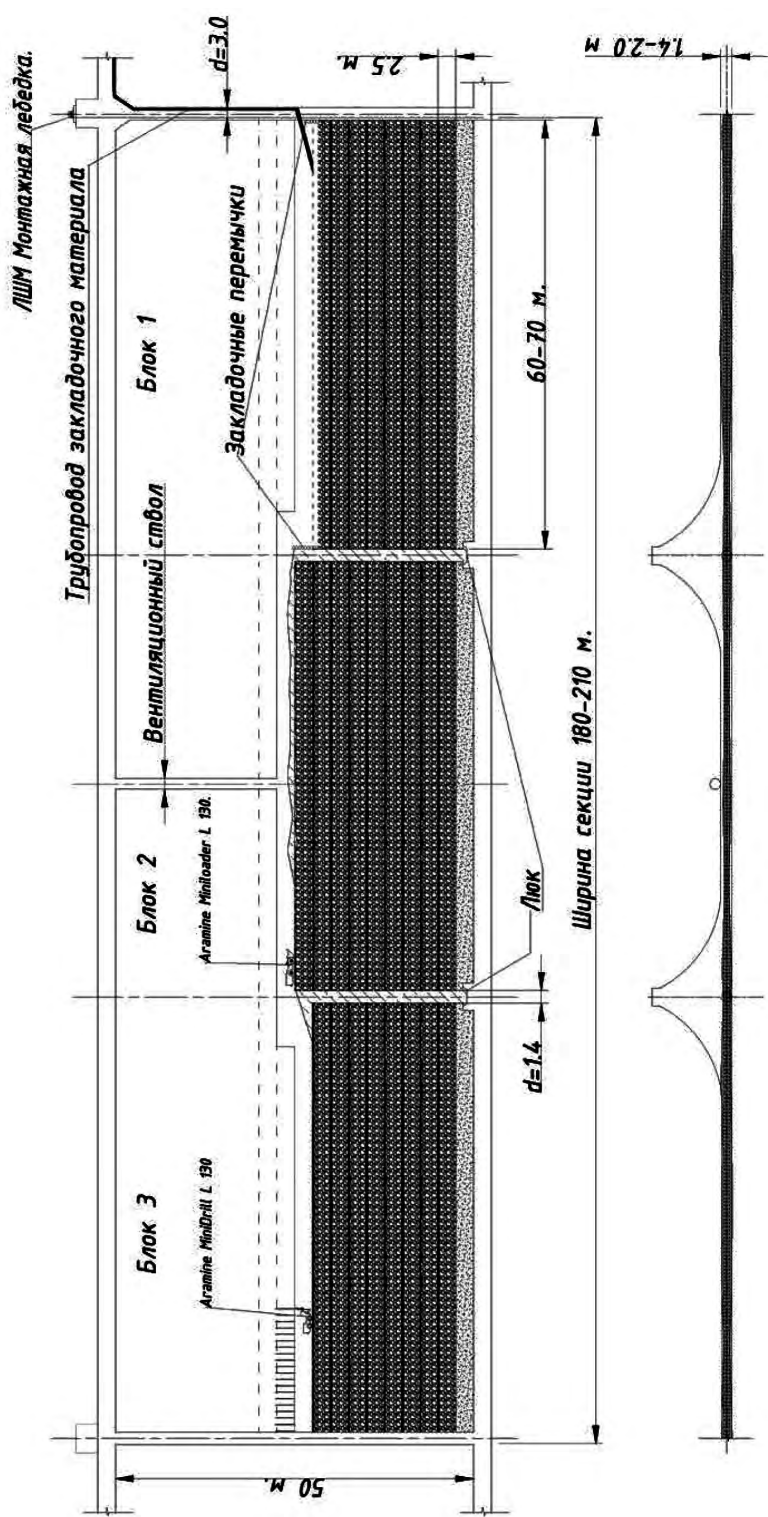


Рис. 5 Система разработки с закладкой и использованием малогабаритного самоходного горного оборудования

разработки крутопадающих тонких тел с применением комплекса малогабаритной самоходной техники.

Система разработки тонких рудных тел с закладкой рабочего пространства и использования малогабаритной техники.

Для обеспечения фронта работ система предусматривает нарезку секции шириной 180–200 м и высотой 50 м с разделением на три блока. Ширина очистного пространства изменяется в зависимости от расположения и мощности крутопадающих тонких тел, в данном случае принята ширина очистного пространства 1,4 м при мощности рудного тела 0,7 м. Для проходки восстающих используется машина для проходки TUMI SBM 400. На одну секцию достаточно 1 восстающего диаметром 3 м на котором устанавливается подъемная лебедка ЛШМ для подъема и спуска самоходных машин, оборудования и материалов. Так же на одну секцию проходит один вентиляционный восстающий диаметром 1,5 м. Бурение шпуров, производит буровой станок Aramine D 130 оборудованный перфоратором НС 25. За-

ряжание может производиться по трем схемам:

1. Зарядная машина Ульба-400 или МЗКС-160 устанавливается на одну секцию, с возможностью обслуживания нескольких блоков.

2. Использование зарядной установки ЗМК-1А, установленной на замагазинированной руде.

3. Использование зарядной машины Джет Анол установленной на самоходную базу Aramine L 130. Погрузка доставка руды к рудоспускам осуществляется ПДМ Aramine L 130 D.

Выводы

На большинстве рудников разработка тонких крутопадающих тел ведется системами характеризующимися высоким уровнем ручного труда. В результате использования системы разработки с применением современного малогабаритного самоходного оборудования достигаются более высокие показатели производительности блоков, сокращается объем подготовительных и нарезных работ, снижаются экологические последствия производства и т.д.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ломоносов Г.Г. Производственные процессы подземной разработки рудных месторождений. – М.: Горная книга, 2011. – 517 с.
2. Хоменко О.Е., Кононенко М.Н., Мальцев Д.В. Горное оборудование. – Д.: Национальный горный университет, 2011. – 448 с.
3. Кулузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ, ч. 2. Взрывные работы в горном деле и промышленности. – М.: Горная книга, 2008. – 512 с.
4. Назарчик А.Ф. Исследования эффективности разработки жильных месторождений. – М.: Наука, 1972. – 265 с.
5. Ляхов А.И. Технология разработки жильных месторождений. – М.: Недра, 1984. – 240 с.
6. Назарчик А.Ф., Олейников И.А., Богданов Г.И. Разработка жильных месторождений. – М.: Недра, 1977. – 240 с.
7. Агошков М.И., Малахов Г.М. Подземная разработка рудных месторождений. – М.: Недра, 1966. – 663 с.
8. Именитов В.Р. Системы подземной разработки рудных месторождений. – М.: МГИ, 1977. – 330 с.
9. <http://www.aramine.com/ru/produits/engins.html>
10. <http://www.montabert.com/en/content/hydraulic-drifters>
11. <http://mining.sandvik.com/en/products/equipment/underground-loading-and-hauling>
12. <http://www.boartlongyear.com/> **ПИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Ломоносов Геральд Георгиевич – доктор технических наук, профессор,
Мельниченко А.М. – аспирант, e-mail: melnichenko.a.m@gmail.com,
МГИ НИТУ «МИСиС».

RATIONAL APPLICATION OF THE SMALL-SIZE MOBILE EQUIPMENT FOR DEVELOPMENT OF NARROW ORE BODIES MINING PROJECTS

Lomonosov G.G.¹, Doctor of Technical Sciences, Professor,

Mel'nichenko A.M.¹, Graduate Student, e-mail: melnichenko.a.m@gmail.com,

¹ Moscow Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS», 119049, Moscow, Russia.

The article deals with development of narrow steeply dipping deposits and mining methods improvement, considering best capabilities of small-size mobile equipment.

Key words: narrow ore bodies, ore losses and dilution, small-size mobile equipment, LHD, mining methods with backfilling.

REFERENCES

1. Lomonosov G.G. *Proizvodstvennyye processy podzemnoy razrabotki rudnykh mestorozhdenij* (Productive processes in underground ore mining), Moscow, Gornaja kniga, 2011, 517 p.
2. Homenko O.E., Kononenko M.N., Mal'cev D.V. *Gornoe oborudovanie* (Mining equipment), Dnepropetrovsk, Nacional'nyj gornyj universitet, 2011, 448 p.
3. Kutuzov B.N. *Metody vedenija vzryvnykh rabot*, ch. 2. *Vzryvnye raboty v gornom dele i promyshlennosti* (Blasting methods. Part 2. Blasting in mining and industry), Moscow, Gornaja kniga, 2008, 512 p.
4. *Issledovaniya effektivnosti razrabotki zhil'nykh mestorozhdenij* (Analysis of mining efficiency in vein deposits), Moscow, Nauka, 1972, 265 p.
5. Lyakhov A.I. *Tekhnologiya razrabotki zhil'nykh mestorozhdenij* (Mining technology for vein deposits), Moscow, Nedra, 1984, 240 p.
6. Nazarchik A.F., Oleynikov I.A., Bogdanov G.I. *Razrabotka zhil'nykh mestorozhdenij* (Vein deposit mining), Moscow, Nedra, 1977, 240 p.
7. Agoshkov M.I., Malakhov G.M. *Podzemnaya razrabotka rudnykh mestorozhdenij* (Underground ore mining), Moscow, Nedra, 1966, 663 p.
8. Imenitov V.R. *Sistemy podzemnoy razrabotki rudnykh mestorozhdenij* (Systems for underground ore mining), Moscow, MGI, 1977, 330 p.
9. <http://www.aramine.com/ru/products/engins.html>
10. <http://www.montabert.com/en/content/hydraulic-drifters>
11. <http://mining.sandvik.com/en/products/equipment/underground-loading-and-hauling>
12. <http://www.boartlongyear.com/>



**РУКОПИСИ,
ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «ГОРНАЯ КНИГА»**

ТЕХНОЛОГИЯ ЗАКЛАДКИ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА УТИЛИЗИРУЕМЫМИ ТВЕРДЫМИ МИНЕРАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ

(№ 1051/07-15 от 12.05.15, 9 стр.)

Мельник Владимир Васильевич – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой,

Буханик Артем Игоревич – студент,

МГИ НИТУ «МИСиС», e-mail: msmu-prpm@yandex.ru.

Описаны основные направления возможного использования минеральной массы, идущей в отходы горного производства. Представлены технологии, применяемые для сокращения объема выдаваемых пустых пород. Большое внимание уделяется использованию отходов для закладки выработанного пространства шахт. Приводятся примеры утилизации шахтных пород в СССР в Донецком и Карагандинском бассейнах.

Ключевые слова: утилизация шахтных пород, закладка, бутающая полоса, установка «Титан».

STOWING TECHNOLOGY BY RECYCLABLE SOLID MINERAL WASTE

(No. 1051/07-15 from 12.05.15, page 9)

Melnik V.V., Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Chair, Bukhanik A.I., Student, Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS», 119049, Moscow, Russia.

The article is about main possible ways of using mineral mass from mining waste. It is presented technologies for reduction waste rock. Much attention is given to using mining waste for mines stowing. It is proposed examples of mining waste utilization in USSR in Donets and Karagandinskiy coal basins.

Key words: mining waste utilization, stowing, rubble band, machine «Titan».