

ПРИМЕНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПОГРУЗОЧНО-ДОСТАВОЧНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ ОТРАБОТКИ МАЛОМОЩНЫХ ЖИЛ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

О.Н. Алексеев¹, М.Н. Дадиев¹

¹ ООО «Ремонтно-механический завод», Краснокаменск, Россия, e-mail: AlekseevON@ppgho.ru

Аннотация: Обоснованы пути повышения рентабельности отработки маломощных урановых рудных тел. На рудниках ПАО «ППГХО» накоплен богатый опыт использования погрузочно-достаточных машин (ПДМ) зарубежного производства легкого класса типа LH201D и L130D для отработки маломощных урановых жил. В связи с высокими ценами и большими эксплуатационными затратами импортной техники возникла острая производственная необходимость снижения себестоимости добычи природного урана за счет применения отечественной ПДМ. В результате промышленных испытаний опытной партии ПДМ ПД-1Э были выявлены конструктивные и технологические недостатки машины, устранение которых позволяет обеспечить ее надежность и безопасность условий труда оператора, а также совместимость с буровым оборудованием. Основным способом сбора информации по надежности работы ПДМ ПД-1Э в условиях забоя являлись хронометражные наблюдения. Обработку данных хронометражных наблюдений проводили методами математической статистики. Применение отечественной узкозахватной машины ПД-1Д позволяет снизить разубоживание и себестоимость добычи на 15—20%.

Ключевые слова: узкозахватная, погрузочно-доставочная машина, маломощные жилы, добыча, разубоживание, себестоимость.

Для цитирования: Алексеев О. Н., Дадиев М. Н. Применение отечественной погрузочно-доставочной машины для рациональной отработки маломощных жил полезных ископаемых // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2019. – № 8. – С. 108–114. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-08-0-108-114.

Application of home-produced load haul dumpers for efficient mining of thin lode deposits

O.N. Alekseev¹, M.N. Dadiyev¹

¹ LLC «Repair-Mechanical Plant», Krasnokamensk, Russia, e-mail: AlekseevON@ppgho.ru

Abstract: The article substantiates ways of enhancing profitability in development of thin uranium ore bodies. The mines of the Priargunsky Industrial Mining and Chemical Union possess ample experience of using lightweight model foreign-produced load haul dumpers of the type of LH201D and L130D in development of thin uranium lodes. High prices and operating costs of import equipment necessitate reduction of uranium production cost through introduction of load haul dumper equipment of domestic manufacture. The industrial tests of preproduction series of PD-1E load haul dumper reveal the design and process defects of the machine. The remedial measures will ensure

the machine reliability, human safety and drill equipment compatibility. The main source of data on PD-1E LHD performance in face area were stop-watch readings. The data of the stop-watch readings were processed using the mathematical statistics methods. The application of the home-produced narrow-web PD-1D LHD enables the dilution and the mining cost to be reduced by 15–20%.

Key words: narrow-web load haul dumper, thin loads, mining, dilution, cost.

For citation: Alekseev O. N., Dadiyev M. N. Application of home-produced load haul dumpers for efficient mining of thin lode deposits. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2019;(8):108-114. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-08-0-108-114.

В настоящее время богатые урановые руды значительной части месторождений Стрельцовского рудного поля (СРП) отрабатаны. Доля маломощных жил в общем объеме выемки при добыче природного урана составляет более 70%. Исходя из сложившихся горно-геологических условий, до 80% запасов месторождений СРП отрабатывают с использованием системы разработки горизонтальными слоями с закладкой выработанного пространства твердеющими смесями (вариант отработки характеризуется большим объемом подготовительных, нарезных и закладочных работ, что сказывается на росте себестоимости добычи урана) [1, 2].

Одним из направлений по снижению себестоимости добычи урана является внедрение и эксплуатация узкозахватных погрузочно-доставочных машин (ПДМ). На сегодняшний день для отработки маломощных урановых жил на подземном руднике № 1 ПАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» («ППГХО») применяют ПДМ ПД-1Э [3, 4]. Машина с электрическим приводом ПД-1Э разработана и изготавливается из комплектующих изделий российских производителей на Ремонтно-механическом заводе ПАО «ППГХО». Опыт эксплуатации машин зарубежного производства L130D французской компании «Aramain» и LH201D финской компании «SANDVIK TAMROCK» аналогичного класса ПД-1Э на рудниках ПАО «ППГХО» выявил их положительные и отрицательные стороны. За счет их применения шири-

на очистной выработки сокращена с 3,5 м до 2 м, что уменьшает разубоживание руды при ее выемке из очистных заходов до 20% [5, 6].

Основным недостатком для машин с дизельным приводом являются повышенные требования к рудничной вентиляции из-за образования выхлопных газов от работающего дизельного двигателя. Эксплуатационные затраты составляют более 10% от стоимости машины. Введенные санкции в отношении РФ со стороны Евросоюза, а затем последовавший рост курса доллара и евро по отношению к рублю определил, что для отработки маломощных урановых жил СРП необходима отечественная узкозахватная ПДМ, недорогая и простая в эксплуатации [8].

В 2018 г. на РМЗ ПАО «ППГХО», в рамках государственной программы импортозамещения, было изготовлено 4 машины ПД-1Э (см. рис. 1), которые успешно прошли промышленные испытания на руднике № 1 ПАО «ППГХО».

Производственным испытаниям подверглось изделие опытной партии. В условиях очистного забоя партия из четырех ПДМ проходила проверку показателей надежности при их работе в разных производственных условиях [11].

Основным способом сбора информации по надежности горных машин в реальных эксплуатационных условиях являлись хронометражные наблюдения. Хронометражные наблюдения проводились непрерывно в течение 15 смен в штатном режиме работы ПДМ ПД-1Э,



Рис. 1. Погрузочно-доставочная машина ПД-1Э
Fig. 1. PD-1E load-haul-dumper

включая полный очистной цикл. Во время хронометражных наблюдений фиксировалось место отказа, наименование узла и детали, послуживших причиной отказа, время безотказной работы, время простоя, а также время на устранение отказов. Обработку данных хронометражных наблюдений по каждой машине ПД-1Э проводили методами математической статистики. Программой промышленных испытаний машины ПД-1Э предусматривалось:

- определение соответствия основных параметров технического устройства требованиям технологического процесса ведения очистных работ;
- установление оптимальных режимов эксплуатации;
- определение нормы времени и выработки при отгрузке горной массы;
- исследование технологической совместимости ПДМ ПД-1Э с применяемым буровым оборудованием колонка ЛКР-1У.

Краткие технические характеристики серийной машины ПД-1Э
Short technical characteristics of the production machine PD-1E

№ п/п	Наименование параметра	Ед. изм.	Значение параметра
1	Геометрические параметры:		
	длина (транспортная), не более	мм	5387
	ширина по ковшу, не более	мм	1240
	высота, не более	мм	1950
	вместимость ковша, не менее	м ³	0,75
	клиренс, не менее	мм	270
2	Ходовые характеристики:		
	скорость порожней машины ±8%	км/ч	0÷9
	радиус поворота (наружный), не более	мм	3690
	максимально преодолеваемый уклон, не более	град.	16
3	Силовые характеристики:		
	установленная мощность электродвигателя	кВт	45
	номинальная грузоподъемность, не менее	т	1,35
	масса машины, не более	т	4,0

В процессе промышленных испытаний регистрировались следующие данные: параметры выработки (ширина, высота, сечение), отгружаемый объем горной массы, длина откатки, количество поворотов заходки. Промышленные испытания осуществлялись с полной нагрузкой для достижения максимально возможной производительности.

По результатам промышленных испытаний было изготовлено шарнирное сочленение рамы новой конструкции, отличающейся надежностью от конструкции фирмы Aramain, увеличена емкость кабельного барабана до 190 м, предусмотрена защита входа в кабину ПДМ, обеспечивающая безопасность ног оператора от обрушения бортовых заколов, редуктор установлен на силовой электродвигатель. Вместо ременной передачи машины LH201E на ПД-1Э установлен редуктор привода насосов, что позволило увеличить мощность крутящего мо-

мента. В гидравлической схеме горной машины установили два шестеренчатых насоса для разделения потоков масла на рабочий органа и орган поворота. Это повысило надежность и ремонтнопригодность ПДМ в процессе эксплуатации. На основании итогов приемочных испытаний опытной партии ПДМ ПД-1Э на подземном руднике № 1 ПАО «ППГХО» было принято решение о постановке изделия в серийное производство с техническими характеристиками, приведенными в таблице [7, 9].

Свое практическое применение серийная машина ПД-1Э нашла при применении системы разработки «Горизонтальные слои с твердеющей закладкой», как с отработкой в нисходящем порядке в классическом варианте, так и при использовании новых технологий отработки маломощных жил на урановых месторождениях Стрельцовского рудного поля. Один из вариантов представлен ниже.

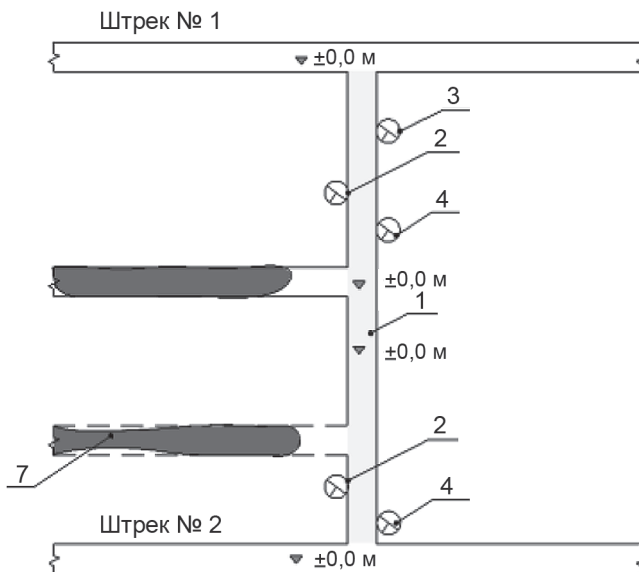


Рис. 2. Отработка слоя № 1 – базовый слой: 1 – слоевой орт № 1 на уровне верхнего горизонта – вентиляционный орт; 2 – рудопуск; 3 – восстающий вент. ходовой; 4 – материальный восстающий; 5 – локальный съезд; 6 – разрезной орт; 7 – очистная заходка

Fig. 2. Extraction of layer no. 1—base layer: 1—slice crosscut no. 1 at the level of the upper horizon—air crosscut; 2—ore pass; 3—ventilation and service raise; 4—haulage raise; 5—local ramp; 6—opening crosscut; 7—stope

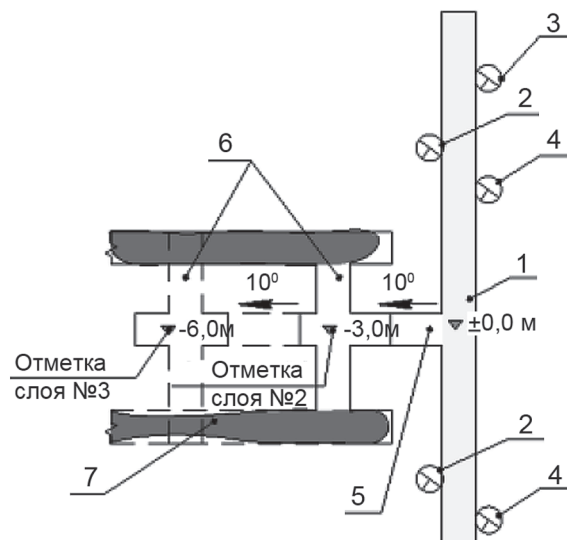


Рис. 3. Отработка слоев № 2 и 3: 1 — слоевой орт № 1 на уровне верхнего горизонта — вентиляционный орт; 2 — рудоспуск; 3 — восстающий вент. ходовой; 4 — материальный восстающий; 5 — локальный съезд; 6 — разрезной орт; 7 — очистная заходка

Fig. 3. Extraction of layer no. 2, 3: 1—slice crosscut no. 1 at the level of the upper horizon—air crosscut; 2—ore pass; 3—ventilation and service raise; 4—haulage raise; 5—local ramp; 6—opening crosscut; 7—stope

В очистном блоке, расположенном между вентиляционным и откаточным горизонтами, проходятся подготовительные, нарезные выработки и отрабатываются запасы базового слоя (рис. 2) с погашением очистных заходок твердеющей закладкой. Отбитая рудная масса доставляется до рудоспусков слоя. Со слоевого орта базового слоя проходится локальный уклон на нижележащий слой (отметка — 3,0 м) и отрабатываются запасы слоя с доставкой руды до рудоспусков базового слоя (рис. 3). Отработанные очистные заходки погашаются твердеющей закладкой. После чего вновь проходится (удлиняется) локальный уклон на следующий слой (отметка — 6,0 м). Затем производятся очистные работы на слое.

Рудная масса также доставляется до рудоспусков базового слоя, заходки погашаются твердеющей закладкой. Очистные работы под искусственной кровлей разрешается начинать при прочности закладочного массива более 1,5 МПа. Угол наклона очистных заходок — 10, длина закладываемой секции не более 20 м [10].

Серийное производство новой узкозахватной ПДМ ПД-1Э позволит горнодобывающей отрасли РФ уменьшить разубоживание, обеспечить требуемую производительность, снизить капитальные и эксплуатационные затраты на приобретение и содержание машины, а в целом снизить себестоимость добычи полезного ископаемого.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов В. Г., Култышев В. И. и др. Оптимизация разработки сложноструктурных урановых месторождений. — М.: Изд-во «Горная книга», 2007. — 265 с.
2. Култышев В. И., Решетников А. А. и др. КСУКП ГДП. Система разработки горизонтальными слоями в нисходящем порядке и с твердеющей закладкой. СТП0106-120-2000. — Краснокаменск: АООТ «ПГХО», 2001. — 45 с.

3. Алексеев О. Н. Использование систем накопления электроэнергии на базе литий-ионных аккумуляторов при производстве погрузочно-доставочных машин / Механика и машиностроение. Наука и практика. Материалы международной научно-практической конференции № 1. Санкт-Петербург, 14 декабря 2018 г. — СПб.: СПбФ НИЦ МС, 2018. — С. 76–78.

4. Белоусов А. С., Шурыгин С. В., Алексеев О. Н. Совершенствование системы разработки сложно-структурных рудных тел на урановых рудниках ОАО «ППГХО» // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2013. — № 7. — С. 22–25.

5. Алексеев О. Н., Дадиев М. Н. Пути повышения надежности эксплуатации импортных подземных самоходных машин на урановых рудниках России // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2014. — № 7. — С. 168–172.

6. Белоусов А. С., Шурыгин С. В., Алексеев О. Н. Совершенствование разработки маломощных рудных тел в ОАО «ППГХО» // Горный журнал. — 2013. — № 8. — С. 19–20.

7. Технические условия «Машина погрузочно-транспортная шахтная ПД-1Э» ТУ 3143-069-07621060-2011. — Краснокаменск: ОАО «ППГХО», 2011. — 32 с.

8. Алексеев О. Н., Овсейчук В. А. Разработка отечественной дешевой электрогидравлической погрузочно-доставочной машины для отработки маломощных рудных тел // Вестник Читинского государственного университета. — 2009. — № 2. — С. 39–43.

9. Протокол № 1 от 11.09.2018 г. «Промышленных испытаний погрузочно-доставочной машины ПД-1Э». — Краснокаменск: ПАО «ППГХО», 2018. — 3 с.

10. Белоусов А. С., Шурыгин С. В., Алексеев О. Н. и др. Патент РФ № 2624490 С1; 04.03.2016, Способ подготовки, нарезки и отработки маломощных и средней мощности рудных тел. 2017. Бюл. № 19.

11. Малеев Г. В., Гуляев В. Г. и др. Способ подготовки, нарезки и отработки маломощных и средней мощности рудных тел / Проектирование и конструирование горных машин и комплексов. Учебник. — М.: Недра, 1988. — 368 с.

12. Balaraju J., M. Govinda Raj, C.H.S.N. Murthy Estimation of reliability-based maintenance time intervals of Load-Haul-Dumper in an underground coal mine // Journal of Mining & Environment, 2018, Vol. 9, No. 3, pp. 761–770. DOI: 10.22044/jme.2018.6813.1508.

13. Anna Gustafson, Håkan Schunnesson, Diego Galar, Uday Kumar The influence of the operating environment on manual and automated load-haul-dump machines: a fault tree analysis // International Journal of Mining, Reclamation and Environment, 2013, Vol. 27, Issue 2, pp. 75–87.

14. Genadiy Pivnyak, Volodymyr Bondarenko, Iryna Kovalevs'ka Technical and Geoinformational Systems in Mining. CRC Press, 2011, 360 p.

15. Хоменко О. Е., Кононенко М. Н., Мальцев Д. В. Горное оборудование для подземной разработки рудных месторождений. — Донецк: НГУ, 2011. — 448 с. **ПЛАБ**

REFERENCES

1. Ivanov V.G., Kultyshev V.I. *Optimizatsiya razrabotki slozhnostrukturnykh uranovykh mestorozhdeniy* [Development optimization of complex structural uranium deposits], Moscow, Izd-vo «Gornaya kniga», 2007, 265 p.

2. Kultyshev V.I., Reshetnikov A.A. KSUKP GDP. *Sistema razrabotki gorizonta'nymi slojami v nikhodyashchem porядke i s tverdeyushchey zakladkoy. STP0106-120-2000* [KSUKP GDP. The system of development by horizontal layers in the descending order and with the hardening back fills. STP0106-120-2000], Krasnokamensk, AOOT «PPGKhO», 2001, 45 p.

3. Alekseev O.N. The use of accumulation systems of electric power on the basis of lithium-ion batteries during the production of load-haul-dumpers. *Mekhanika i mashinostroenie. Nauka i praktika. Proceedings of the I international scientific-practical conference*. St. Petersburg, 14 December 2018. Saint-Petersburg, SPbF NITS MS, 2018, pp. 76–78. [In Russ].

4. Belousov A.S., Shurygin S.V., Alekseev O.N. Improvement of a development system of difficult and structural ore bodies at the uranium mines of the JSC «PIMCU». *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2013, no 7, pp. 22–25. [In Russ].

5. Alekseev O.N., Dadiyev M.N. The ways of reliability increase of import underground self-propelled machine maintenance at the uranium mines of Russia. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2014, no 7, pp. 168–172. [In Russ].

6. Belousov A.S., Shurygin S.V., Alekseev O.N. Improvement of low-capacity ore bodies' development at the JSC «PIMCU». *Gornyy zhurnal*. 2013, no 8, pp. 19–20. [In Russ].

7. Tekhnicheskie usloviya «Mashina pogruzochno-transportnaya shakhtnaya PD-1E» TU 3143-069-07621060-2011 [Specifications «Load-transport mine machine PD-1E» TU 3143-069-07621060-2011], Krasnokamensk, OAO «PPGKhO», 2011, 32 p. [In Russ].

8. Alekseev O. N., Ovseychuk V. A. Development of the domestic cheap electrohydraulic load-haul-dumper for working off of low-power ore bodies. *Vestnik Chitinskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2009, no 2, pp. 39–43. [In Russ].

9. Protokol № 1 ot 11.09.2018 g. «Promyshlennykh ispytaniy pogruzochno-dostavochnoy mashiny PD-1E» [Protocol No. 1 dated by 11.09.2018. «Industrial tests of the PD-1E load-haul-dumper», Krasnokamensk, PAO «PPGKhO», 2018, 3 p.

10. Belousov A. S., Shurygin S. V., Alekseev O. N. Patent RU 2624490 S1, 04.03.2016.

11. Maleev G. V., Gulyaev V. G. Sposob podgotovki, narezki i otrabotki malomoshchnykh i sredney moshchnosti rudnykh tel. *Proektirovanie i konstruirovaniye gornykh mashin i kompleksov. Uchebnik* [Design and construction of mining machines and complexes. Textbook], Moscow, Nedra, 1988, 368 p.

12. Balaraju J., M. Govinda Raj, C.H.S.N. Murthy Estimation of reliability-based maintenance time intervals of Load-Haul- Dumper in an underground coal mine. *Journal of Mining & Environment*, 2018, Vol. 9, No. 3, pp. 761–770. DOI: 10.22044/jme.2018.6813.1508.

13. Anna Gustafson, Håkan Schunnesson, Diego Galar, Uday Kumar The influence of the operating environment on manual and automated load-haul-dump machines: a fault tree analysis. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*, 2013, Vol. 27, Issue 2, pp. 75–87.

14. Genadiy Pivnyak, Volodymyr Bondarenko, Iryna Kovalevs'ka *Technical and Geoinformational Systems in Mining*. CRC Press, 2011, 360 p.

15. Khomenko O. E., Kononenko M. N., Mal'tsev D. V. *Gornoe oborudovaniye dlya podzemnoy razrabotki rudnykh mestorozhdeniy* [Mining equipment for underground development of ore deposits], Donetsk, NGU, 2011, 448 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Алексеев Олег Николаевич¹ — директор, e-mail: AlekseevON@ppgho.ru,

Дадиев Максим Николаевич¹ — начальник участка,

¹ ООО «Ремонтно-механический завод».

Для контактов: Алексеев О.Н., e-mail: AlekseevON@ppgho.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

O.N. Alekseev¹, Director, e-mail: AlekseevON@ppgho.ru,

M.N. Dadiyev¹, Supervising Foreman,

¹ LLC «Repair-Mechanical Plant»,

674674, Krasnokamensk, Russia.

Corresponding author: O.N. Alekseev, e-mail: AlekseevON@ppgho.ru.



НОВИНКИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ГОРНАЯ КНИГА»



Кутузов Б.Н., Белин В.А.

Проектирование и организация взрывных работ

Год: 2019

Страниц: 416

ISBN: 978-5-98672-492-8

UDK: 622.233:622.235

Приведены основные положения проектирования взрывных работ в горнодобывающей промышленности, гидротехническом, промышленном и гражданском строительстве, в сельском и лесном хозяйстве, на болотах и реках, при ремонтах доменных и мартеновских печей, разрушении металлических конструкций. Изложены данные по расчету опасной зоны, параметров расположения зарядов и подготовке проектной документации. Учтены изменения в области проектной документации и в расчетных формулах.