

ВНУТРИПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ РЕЗЕРВЫ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТКРЫТОГО СПОСОБА ДОБЫЧИ УГЛЯ В АО «УРГАЛУГОЛЬ»

*Заляднов В.Ю., Караулов Н.Г.,
ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»,
г. Магнитогорск, Россия*

Аннотация: Рассматривается подход по повышению эффективности открытого способа добычи угля в АО «Ургалуголь» на основе реализации внутрипроизводственных резервов, в виде организационно-технологических изменений, обеспечивающих повышение производительного времени работы горнотранспортного оборудования. Представлена методика расчета производительного времени, параметры расчета и результаты ее применения для парка экскаваторов и автосамосвалов. Предварительная оценка резервов производства показала, что при повышении качества организации процесса возможно значительное повышение производительного времени работы экскаваторов и автосамосвалов.

Ключевые слова: внутрипроизводственные резервы, производительное время работы, организация производства, открытые горные работы.

INTERNAL PRODUCTION RESERVES TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF THE OPEN PIT MINING COAL PRODUCTION METHOD JSC «URGALUGOL»

*V. Yu. Zalyadnov, N. G. Karaulov,
Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, Russian Federation*

Abstract: The article presents an approach to improving the efficiency of open pit coal mining in JSC «Urgalugol» on the basis of the implementation of internal production reserves, in the form of organizational and technological changes that provide an increase in the productive time of mining transport equipment. The methodology for calculating the productive time, the calculation parameters and the results of its application are described on the example of the fleet of hydraulic excavators and dump trucks. The assessment of intra-production reserves at the first stage was associated with the elaboration of the execution time of operations and cycles in the processes of open pit mining, the calculation of the standard (normative) hourly, shift, daily, monthly and annual productivity for each type of excavators. The hourly productivity of dump trucks is determined taking into account the reduced transportation distance, which depends on the slope of the road (the ratio of the height of the rock mass lifting and the transportation distance).

An example of visualized recording of the time of productive work of the operating personnel of the main mining and transport equipment is given. The content of the plan of organizational and technological measures for the development of open pit mining of JSC «Urgalugol» is presented. A preliminary assessment of production reserves showed that with an increase in the quality of the organization of the process to the advanced level for SUEK, it is possible to increase the productive time of excavators and dump trucks by 1.3-1.5 times.

Keywords: internal reserves, productive time of work, organization of production, open-pit mining.

Предприятие АО «Ургалуголь» ведет работы на площади Ургальского каменноугольного месторождения. Объем лицензионных запасов разрабатываемого месторождения составляет более одного млрд. т. В состав предприятия входят следующие производственные единицы: шахта «Северная», разрезы «Буреинский», «Мареканский», «Правобережный», Обоганительная установка (ОУ-22), Обоганительная фабрика «Чегдомын» [1].

С 2004 г. АО «Ургалуголь» входит в состав флагмана угольной отрасли России — Сибирской угольной энергетической компании [2-4]. Перед руководством объединения ком-

паний СУЭК была поставлена задача — к 2018 г. увеличить объемы производства угля открытым способом до 4 млн т в год, а к 2023 г. выйти на уровень добычи 10 млн т. В связи с этим были направлены значительные инвестиции в обновление карьерной техники и технологии на разрезе «Буреинский» и строительство нового разреза «Правобережный» [5-7].

Разрез «Буреинский» представляет собой карьерное поле длиной по простиранию 5,5 км, в крест простирания свыше 1,7 км. Максимальная глубина отработки пластов составляет 180 м при углах падения от 120 до 220. Производственная

мощность разреза составляет 3 000 тыс т в год с коэффициентом вскрыши по проекту 6,5 м³/т.

В соответствии со стратегией развития предприятия с 2011 г. происходит интенсивное обновление горнотранспортного оборудования и в настоящее время на разрезах применяется следующее:

- ✧ бульдозеры гусеничные Liebherr, Komatsu D275, Komatsu D375;
- ✧ экскаваторы Komatsu PC 1250, PC 2000, PC 4000;
- ✧ самосвалы карьерные БелАЗ 75131, БелАЗ 75306, TEREX;
- ✧ станки буровые DML 1200, Pit Viper.

Для того, чтобы открытый способ добычи угля в АО «Ургалуголь» оставался инвестиционно привлекательным для

компании, персоналу необходимо максимально использовать имеющийся парк горнотранспортного оборудования. С этой целью целесообразно выявление и реализация внутрипроизводственных резервов в виде организационно-технологических решений, обеспечивающих повышение эффективности процессов на основе имеющихся у предприятия ресурсов [8–12].

Методика проведения исследований

Оценка внутрипроизводственных резервов на первом этапе была связана с проработкой времени выполнения операций и циклов в процессах открытых горных работ, расчетом стандартной (нормативной) часовой, сменной, суточной, месячной и годовой производительности по каждому типу экскаваторов – табл. 1.

Таблица 1/Table 1

Параметры расчета часовой производительности гидравлических экскаваторов / Parameters for calculating the hourly productivity of hydraulic excavators.

Наименование		ед. изм.	Hitachi 22 м ³	Komatsu 12 м ³	Komatsu 7 м ³	Hitachi 7 м ³
Емкость ковша		м ³	22	12	6,7	6,7
Марка автосамосвала		-	БелАЗ 75306	БелАЗ 75131	БелАЗ 75131	БелАЗ 75131
Грузоподъемность автосамосвала		т	220	130	130	130
Емкость кузова автосамосвала «с шапкой»		м ³	145	71	71	71
Категория пород по трудности экскавации		-	4	4	4	4
Объемная плотность пород по категориям:		м ³ /тн	2,4	2,4	2,4	2,4
Коэффициенты:	разрыхление пород в ковше экскаватора	-	1,5	1,5	1,5	1,5
	наполнение ковша экскаватора	-	0,95	0,95	0,95	0,95
	разрыхление пород в транспорт, сосуде	-	1,5	1,5	1,5	1,5
Объем горной массы в ковше экскаватора (в целике)		м ³	13,9	7,6	4,2	4,2
Объем горной массы в кузове автосамосвала (в целике)		м ³ /тн	80	45	45	45
Оперативное время на цикл экскавации	кол-во циклов	-	6	6	11	11
	нормативное	мин	0,5	0,45	0,35	0,42
	нормативное	сек	30	27	21	25
Время	ожид. подч. подъезд, к экскав. бульд.	мин	10	10	10	10
Время	ожидание каждого автосамосвала	мин				
	установки автосамосвала под погрузку	мин	0,5	0,5	0,5	0,5
	цикла погрузки автосамосвала	мин	3,5	3,2	4,4	5,1
Количество смен работы в сутки		смен	2	2	2	2
Продолжительность смены		мин	720	720	720	720
Время на	подготовительно-заключ. работу	мин	40	40	40	40
	личные надобности, техн. перерыв	мин	70	70	70	70
	основную работу	мин	600	600	600	600
Коэффициенты учитывающие:	климатич. (местные) условия	-	0,95	0,95	0,95	0,95
	вед. взрыв, работ в теч. смены	-	0,99	0,99	0,99	0,99
	изношенность оборудования	-	0,98	0,98	0,98	0,98
	работу на неустойчивой почве	-	1	1	1	1
	разраб. вязких или влажн. пород	-	1	1	1	1
	селективную выемку	-	1	1	1	1
	наличие негабарита	-	1	1	1	1
	работу в низких забоях (зачистку)	-	1	1	1	1
	угол поворота более 140°	-	1	1	1	1

Наименование		ед. изм.	Hitachi 22 м³	Komatsu 12 м³	Komatsu 7 м³	Hitachi 7 м³
Количество дней:	работы карьера в год	дн	363	363	363	363
	простоев экскаватора в ремонтах	дн	10	10	10	10
	технологических простоев в т.ч. перегон	дн	25	14	14	14
	работы экскаватора в год	дн	328	339	339	339
Производительность экскаватора:	часовая	м³/тн	1371	844	621	531
	сменная, 12 час	м³/тн	12640	7777	5721	4896
	суточная	м³/тн	25281	15554	11442	9791
	годовая	тыс м³ тыс.т	8292	5273	3879	3319

Часовая производительность автосамосвалов определяется с учетом приведенного расстояния транспортирования, зависящего от уклона дороги (соотношение высоты подъема горной массы и расстояния транспортирования).

В связи с этим в расчетах используется метод приведения фактической трассы к горизонтальному пути.

Проработка стандартов выполнения операций и циклов в процессах открытых горных работ и расчет рационального времени цикла экскавации и транспортирования позволили сделать расчеты, которые показывают уровень использования горнотранспортного оборудования на открытых горных работах.

Количество часов производительной работы ($T_{пр.}$, маш.-ч) рассчитывается по формуле [13-15]:

$$T_{пр.} = \frac{V}{Q_{ч}},$$

где V — объем транспортирования (извлечения) горной массы на единицу оборудования в месяц, м³ (т); $Q_{ч}$ — часовая производительность автосамосвала (экскаватора) при работе с рациональными параметрами рабочего цикла, м³/ч (т/ч).

Результаты исследований

Время производительной работы экскаватора в 2017 г. составило в среднем 370 ч в месяц, в период с января по май 2018 г. — 360 ч в месяц. Следовательно, внутрипроизводственные резервы повышения времени производительной работы при повышении качества организации процесса экскавации до передового по компании «СУЭК» уровня (500 произв.-ч в месяц) составляют 35-45%, при повышении качества организации процесса экскавации до передового мирового уровня (620 произв.-ч в месяц) — 65-75%.

Основной инструмент поддержки освоения стандартов — визуализированный учет времени производительной работы машинистов экскаваторов и водителей автосамосвалов [16-18].

Суть визуализированного учета заключается в следующем: по результатам расчетов каждому машино-месяцу, в зависимости от количества часов производительной работы, присваивается цвет: чёрный — если оборудование отработало 475 и более производительных маш.-ч в месяц, светло-серый — 300-475 маш.-ч, темно-серый — менее 300 маш.-ч. Пример визуализированного учета представлен в табл. 2.

В табл. 3 представлены показатели оценки уровня использования автосамосвалов за период январь-май 2018 г.

Время производительной работы автосамосвала в период с января по май 2018 г. в среднем составило 312 часов в месяц. Следовательно, резервы повышения времени производительной работы при повышении качества организации процесса транспортирования до передового по компании «СУЭК» уровня составляют 50-60%, при повышении качества организации процесса до передового мирового уровня — 90-100%.

План организационно-технологических мероприятий по освоению внутрипроизводственных резервов

Для освоения выявленных внутрипроизводственных резервов руководством АО «Ургалуголь» разработан и реализуется план организационно-технологических мероприятий по развитию открытого способа добычи, краткое содержание которого включает следующие разделы:

1. Организация еженедельных встреч главных специалистов разрезов «Буреинский», «Правобережный» и Автобазы по вопросам улучшения организации производства с оформлением протокола о принимаемых решениях и их исполнении.

Таблица 2/Table 2

Динамика месячного количества производительных часов работы парка экскаваторов / Dynamics of the monthly number of productive hours of the excavator.

Экскаватор	2017 г												Среднее
	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек	
Komatsu №2	97	403	312	354								32	240
Komatsu №4	77	224	502	585	393	393	290	439	264	74	215	93	296
Komatsu №5	476	533	484	559	513	513	560	588	475	469	509	495	515
Komatsu №6	404	422	531	475	462	462	417	523	467	491	422	486	464
EX-1200 №7	370	393	484	516	492	492	403	327	440	419	451	437	435
EX-3600 №9	360				186	186	292	206	315	365	372	299	287
Среднее	297	395	463	498	409	409	392	417	392	364	394	307	373

Цветовые обозначения, произв. часов работы в месяц:

	менее 300
	300-475
	более 475

Таблица 3/Table 3

Динамика производительных часов работы парка автосамосвалов за период январь-май 2018 г. / Dynamics of the productive hours of the fleet of dump trucks for the period January-May 2018.

БелАЗ 75306	Время в хозяйстве	В работе	Пробег, км	Производительное время, при скорости 11,2 км/ч	Кэффиц. произв-го использования
ч	ч	ч			
Январь					
01	696	563,2	4881,6	322,9	46%
02	732	676,4	5754,4	380,7	52%
03	744	677,0	5569,8	368,5	50%
04	744	679,7	4569	302,3	41%
05	744	687,5	4621,6	305,7	41%
07	744	679,5	5728,4	379,0	51%
08	672	562,7	4971,2	328,9	49%
09	744	682,5	4571,6	302,4	41%
Февраль					
01	672	603,0	5813	384,6	57%
02	672	598,8	4712,2	311,7	46%
03	672	617,0	5065,2	335,1	50%
04	672	606,0	3323,8	219,9	33%
05	672	549,8	3020	199,8	30%
07	672	617,5	5390,8	356,6	53%
08	672	610,5	3345,6	221,3	33%
Март					
01	732	647,4	6418,6	424,6	58%
02	732	646,2	5773,4	381,9	52%
03	744	677,5	5985,6	396,0	53%
04	732	622,4	3273,8	216,6	30%
05	732	656,7	3711,2	245,5	34%
07	696	573,7	5325,8	352,3	51%
08	612	511,8	5032,4	332,9	54%
09	744	669,5	3674,6	243,1	33%
Апрель					
01	720	642,2	5196,6	343,8	48%
02	720	648,7	5440,2	359,9	50%
03	720	649,0	5152,4	340,9	47%
04	720	659,2	3739,4	247,4	34%
05	720	573,4	3179	210,3	29%
07	720	654,7	5297,2	350,4	49%
08	720	632,0	5307,4	351,1	49%
09	720	647,0	3609,8	238,8	33%
Май					
01	744	663,4	5608,6	371,0	50%
02	744	651,9	5453,2	360,8	48%
03	744	677,5	5722,6	378,6	51%
04	744	661,0	3891,6	257,4	35%
05	744	675,5	3916,4	259,1	35%
07	744	688,5	5620,6	371,8	50%
08	300	225,6	1970	130,3	43%
09	744	680,0	4026,4	266,4	36%

Цветовые обозначения, произв. часов работы в месяц:

менее 300
300-475
более 475

2. Налаживание деятельности главных специалистов по привлечению персонала к выполнению задач по улучшению организации производства.

3. Налаживание деятельности персонала по выявлению «узких звеньев» в организации производства и формирования решений по их устранению с использованием метода — бенчмаркинг.

3.1. Поиск ограничений и причин, приводящих к систематическим потерям времени в технологической цепочке вскрышного и добычного комплексов.

3.2. Анализ работы автосамосвалов:

✦ проведение хронометража рабочих смен автосамосвалов для определения внеплановых простоев, простоев в ожидании под погрузкой;

✦ проведение хронометража и анализа ежесменного обслуживания автосамосвалов;

✦ проведение анализа загрузки автосамосвалов (за смену, за неделю, за месяц);

3.3. Анализ процесса строительства и поддержания карьерных автодорог:

✦ затрат времени на формирование и поддержание автодорог за смену, за сутки, за неделю, за месяц, за год;

✦ затрат на формирование и поддержание карьерных автодорог (итог по затратам за предыдущий год, расчет затрат на 1 м протяженности автодороги при ремонте и строительстве);

✦ расчет объемов горной массы «теряемой» из-за низкой пропускной способности автодорог (ширина автодорог, качество) и несвоевременного формирования временных съездов;

✦ сопоставление потерь времени на формирование и ремонт автодорог с потерями объема по вскрыше в смену (в сутки);

✦ оценка ремонтных затрат на автосамосвалы за 2018 год с выделением затрат связанных с некачественными автодорогами;

✦ сравнение финансовых затрат связанных с формированием автодорог требуемого качества с затратами на ремонт техники и упущенной выгоды при потере рейсов по углю и вскрыше при «плохих» автодорогах.

4. Организация деятельности по поддержанию техники в работоспособном состоянии.

4.1. Оценка эффективности работы сервисных инженеров по ремонту оборудования.

✦ расчет стоимости ремонтов и их количества в сопоставлении со временем ходимости оборудования после ремонта;

✦ выявление структуры ремонтов сервисных служб по времени и затратам с возможностью переориентации работ на работников предприятия.

5. Организация деятельности по повышению эффективности системы оплаты труда.

5.1 Оценка эффективности действующей системы оплаты труда.

✦ оценка тесноты связи между размером заработной платы машинистов экскаваторов, буровых станков, водителей автосамосвалов и производительностью их труда;

✦ оценка тесноты связи между размером заработной платы работников ремонтных служб и коэффициентом

технической готовности оборудования.

5.2. Разработка эффективных моделей системы оплаты труда.

6. Организация деятельности по разработке и освоению стандартов работы диспетчерской службы при штатных и нештатных ситуациях.

Выводы

Таким образом, решение задачи по повышению эффективности открытого способа добычи угля в АО «Ургалуголь» возможно при условии освоения внутрипроизводственных резервов. Предварительная оценка резервов производства

показала, что при повышении качества организации процесса до передового по компании «СУЭК» уровня возможно повышение производительного времени работы экскаваторов и автосамосвалов в 1,3-1,5 раза, а при повышении качества организации процесса до передового мирового уровня — 1,7-2,0 раза. Освоение внутрипроизводственных резервов целесообразно осуществлять путем проработки и реализации специально разработанного плана организационно-технологических мероприятий. ■

Благодарность: Статья выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ МД-3602.2021.1.5.

Gratitude: The article was made with the financial support of the grant of the President of the Russian Federation MD-3602.2021.1.5

ЛИТЕРАТУРА

- Добровольский А. И. Правильное направление — перспективное будущее // Уголь - 2012. - №8 - С. 26-27.
- Артемьев В. Б., Добровольский А. И., Галкин В. А. Концепция перехода к новому уровню безопасности и эффективности производства (как нам «взять Измаил») Уголь - 2014. - №10 - С. 74-78.
- Добровольский А. И., Феофанов Г. Л., Шивырялкина О. С. Развитие ОАО «Ургалуголь»: основные направления и результаты // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). - 2015. - №10. - Специальный выпуск №45 - 2. - С. 240-252.
- Добровольский А.И., Феофанов Г.Л., Руденко С.Т., Непомнящая О.И., Шивырялкина О.С. Повышение классности руководящего персонала АО «УРГАЛУГОЛЬ» на основе развивающей аттестации // Уголь - 2019. - №10 - С. 72-78.
- Артемьев В. Б., Галкин В. А., Макаров А. М. Резервы повышения безопасности и эффективности производства ОАО «СУЭК» в условиях кризиса // Уголь - 2015.-№2 - С. 36-38.
- Шевкун Е.Б, Лещинский А.В., Добровольский А.И., Галимьянов А.А., Шишкин Е.А. Исследование влияния внедрения валовой технологии разработки на разубоживание наклонных угольных пластов сложного строения // Уголь - 2019. - №6 - С. 16-21.
- Озарян Ю.А., Васянович Ю.А. Основные экологические аспекты технологии освоения угольного месторождения (на примере Буреинского угольного разреза) // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2020. № 1. С. 25.
- Patterson S. R., Kozan E., Hyland P. Energy efficient scheduling of open-pit coal mine trucks. European Journal of Operational Research Volume 262, Issue 2, 16 October 2017, Pages 759-770. DOI.org/10.1016/j.ejor.2017.03.081.
- Prusek, Stanislaw., Turek, Marian., Dubinski, Jozef., Jonek-Kowalska, Izabela Increasing Productivity — a Way to Improve Efficiency of Operational Management in Hard Coal Mines. Archives of Mining Sciences 63 2018, 3, Pp. 567-581. DOI 10.24425/123675.
- Palka, D., Stecula, K. Concept of technology assessment in coal mining. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019, 261, 012038, Pp. 1-8. DOI:10.1088/1755-1315/261/1/012038.
- Гавришев С.Е., Калмыков В.Н., Бурмистров К.В., Томилина Н.Г., Заляднов В.Ю. Оценка эффективности схем вскрытия законтурных запасов с применением карьерных подъемников // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. №1. С. 8-12.
- Nehring M., Knights P. F., Kizil M. S., Hay E. A comparison of strategic mine planning approaches for in-pit crushing and conveying, and truck/shovel systems International Journal of Mining Science and Technology, Volume 28, Issue 2, March 2018, Pages 205-214.
- Кузнецова В. Н., Савинкин В. В. Анализ эффективности работы одноковшового экскаватора // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2014. № 6 (40). С. 26-33.
- Молотиллов С. Г., Ческидов В. И., Норри В. К., Ботвинник А. А. Методика определения производительности выемочно-погрузочных машин на карьерах с автомобильным транспортом. ч. II. Метод расчета технической производительности // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2009. № 1. С. 54-72.
- Жариков С. Н. Совершенствование расчета производительности карьерного экскаватора // Записки Горного института. 2018. Т. 229. С. 56-61.
- Шаповаленко Г. Н., Радионов С. Н., Горбунов В. В., Хажиев В. А., Заляднов В. Ю., Юсупов М. Э. Организационные и технологические решения по повышению эффективности вскрышного комплекса разреза «Черногорский» // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2018. № S64. С. 36-48.
- Добровольский А. И., Леонов Е. И., Кутовой А. В., Заляднов В. Ю. Опыт создания организационно-технологических условий для установления мирового рекорда производительности экскаватора в АО «Ургалуголь» // Уголь. 2019. № 9 (1122). С. 12-16.
- Claudio Oggeri, Taddeo Maria Fenoglio, Alberto Godio, Raffaele Vinai Overburden management in open pits: options and limits in large limestone quarries International Journal of Mining Science and Technology Volume 29, Issue 2, March 2019, Pages 217-228. https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2018.06.011

REFERENCES

- Dobrovolsky A. I. The right direction is a promising future // Coal - 2012. - No. 8 - P. 26-27.
- Artemiev V. B., Dobrovolsky A. I., Galkin V. A. The concept of transition to a new level of safety and production efficiency (how do we «take Izmail») Coal - 2014.-No. 10 - P. 74- 78.

3. Dobrovolsky A. I., Feofanov G. L., Shivyryalkina O. S. Development of OAO Urgalugol: main directions and results // Mining Information and Analytical Bulletin (scientific and technical journal). - 2015. - No. 10. - Special issue No. 45 - 2. - P. 240-252.
4. Dobrovolsky A.I., Feofanov G.L., Rudenko S.T., Nepomnyashchaya O.I., Shivyryalkina O.S. Increasing the class rating of the management personnel of JSC «URGALUGOL» on the basis of developing certification // Coal - 2019. - No. 10 - P. 72-78.
5. Artemiev V. B., Galkin V. A., Makarov A. M. Reserves for improving the safety and efficiency of production of SUEK OJSC in a crisis // Ugol - 2015. - No. 2 - P. 36-38.
6. Shevkun E.B., Leshchinsky A.V., Dobrovolsky A.I., Galimyanov A.A., Shishkin E.A. Study of the impact of the introduction of gross development technology on the dilution of inclined coal seams of complex structure // Coal - 2019.-№6 - P. 16-21.
7. Ozaryan Yu.A., Vasyanovich Yu.A. The main environmental aspects of the technology of developing a coal deposit (on the example of the Bureinsky coal mine) // Mining Information and Analytical Bulletin (scientific and technical journal). 2020. No. 1. P. 25.
8. Patterson S. R., Kozan E., Hyland P. Energy efficient scheduling of open-pit coal mine trucks. European Journal of Operational Research Volume 262, Issue 2, 16 October 2017, Pages 759-770. DOI.org/10.1016/j.ejor.2017.03.081.
9. Prusek, Stanislaw., Turek, Marian., Dubinski, Jozef., Jonek-Kowalska, Izabela Increasing Productivity – a Way to Improve Efficiency of Operational Management in Hard Coal Mines. Archives of Mining Sciences 63 2018, 3, Pp. 567-581. DOI 10.24425/123675.
10. Palka, D., Stecula, K. Concept of technology assessment in coal mining. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019, 261, 012038, Pp. 1-8. DOI:10.1088/1755-1315/261/1/012038.
11. Gavrishev S.E., Kalmykov V.N., Burmistrov K.V., Tomilina N.G., Zalyadnov V.Yu. Evaluation of the effectiveness of schemes for opening aquifer reserves with the use of open pit lifts. Bulletin of the Magnitogorsk State Technical University. G.I. Nosov. 2014. No. 1. pp. 8-12.
12. Nehring M., Knights P. F., Kizil M. S., Hay E. A comparison of strategic mine planning approaches for in-pit crushing and conveying, and truck/shovel systems International Journal of Mining Science and Technology, Volume 28, Issue 2, March 2018, Pages 205-214.
13. Kuznetsova V. N., Savinkin V. V. Analysis of the efficiency of a single-bucket excavator // Bulletin of the Siberian State Automobile and Road Academy. 2014. No. 6 (40). pp. 26-33.
14. Molotilov S. G., Cheskidov V. I., Norri V. K., Botvinnik A. A. Methods for determining the productivity of mining and loading machines in open pits with road transport. part II. Method for calculating technical productivity // Physical and technical problems of mineral development. 2009. No. 1. S. 54-72.
15. Zharikov S. N. Improving the calculation of the productivity of a quarry excavator. Zapiski Gornogo instituta. 2018. V. 229. S. 56-61.
16. Shapovalenko G.N., Radionov S.N., Gorbunov V.V., Khazhiev V.A., Zalyadnov V.Yu., Yusupov M.E. // Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal). 2018. No. S64. pp. 36-48.
17. Dobrovolsky A. I., Leonov E. I., Kutovoy A. V., Zalyadnov V. Yu. Experience in creating organizational and technological conditions for setting a world record for excavator productivity in JSC Urgalugol // Coal. 2019. No. 9 (1122). pp. 12-16.
18. Claudio Oggeri, Taddeo Maria Fenoglio, Alberto Godio, Raffaele Vinai Overburden management in open pits: options and limits in large limestone quarries International Journal of Mining Science and Technology Volume 29, Issue 2, March 2019, Pages 217-228. <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2018.06.011>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ



Заляднов Вадим Юрьевич:
кандидат технических наук,
доцент кафедры «Разработки месторождений
полезных ископаемых»,
ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова»,
г. Магнитогорск, Россия,
zalyadnov@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Zalyadnov Vadim Yurevich:
Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor,
Nosov Magnitogorsk State Technical University,
Magnitogorsk city, Russian Federation,
zalyadnov@mail.ru



Караулов Николай Геннадьевич:
кандидат технических наук,
доцент кафедры «Разработки месторождений
полезных ископаемых»,
ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова»,
г. Магнитогорск, Россия,
n_karaulov@mail.ru

Karaulov Nikolay Gennadyevich:
Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor,
Nosov Magnitogorsk State Technical University,
Magnitogorsk city, Russian Federation,
n_karaulov@mail.ru

ДОЛЯ УЧАСТИЯ АВТОРОВ / SHARE OF PARTICIPATION OF THE AUTHORS

Авторы заявляют о равном вкладе каждого в работу над статьей. / The authors participated equally in the writing and collection of the material, as well as its processing.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / CONFLICT OF INTEREST

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.