

А.И. Косолапов, А.В. Токаренко

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ДОРАБОТКИ ОКРУГЛЫХ КРУТОПАДАЮЩИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Рассмотрены вопросы рациональных схем доработки крутопадающих месторождений с учетом мощности применяемого бурового, погрузочно-транспортного оборудования.

Ключевые слова: экономическая целесообразность, доработка, крутопадающих месторождений, автосамосвалы, способы бурения, инновационные технологии.

Семинар № 17

Актуальность темы. На сегодняшний день многие горнодобывающие предприятия сталкиваются с проблемой отработки глубоких запасов при разработке крутопадающих месторождений полезных ископаемых открытым способом. Проблема заключается в наличии большого количества полезного ископаемого ниже проектного дна карьера, добыча которых сдерживается значительными затратами на дальнейшую углубку при помощи открытых горных работ, а переход на подземный способ требует значительных капитальных затрат и не обеспечивает высокой производительности. Экономическая целесообразность отработки карьеров оценивается граничным коэффициентом вскрыши, который при проектировании закладывался с учетом существующих на тот момент цен на полезное ископаемое. Сейчас в условиях мирового экономического кризиса цены на многие полезные ископаемые выросли. Особенно выросли цены на драгоценные металлы – золото, серебро и на драгоценные камни, так как они являются надежным инструментом для сбережения накоплений и инвестиций в условиях долговременной экономической нестабильности мирового рынка ценных бумаг, как для частного бизнеса, так и в государственных масштабах (strate-

гический золотой запас). В то время как стоимость горного оборудования и запасных частей снижаются, дешевеет рабочая сила. Учитывая сложившуюся динамику спроса и прогноз цен на будущие периоды, добыча глубоких запасов становится экономически эффективной, при условии применения новейших технологий и техники, которые позволят значительно сократить издержки производства. Кроме того требуется равномерное распределение добычи полезного ископаемого и вскрышных работ по годам, а так же поэтапная отработка карьеров, с целью оптимизации затрат на производство горных работ в различные периоды времени.

Цель работы. Обоснование экономически целесообразной технологии и стратегии доработки округлых крутопадающих месторождений полезных ископаемых.

Идея работы. Состоит в том, что за счет применения поэтапной отработки месторождения открытым способом и внедрения инновационных технологий и техники большой единичной мощности производить доработку глубоких запасов.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ современного состояния технологии и условий открытой разработки крутопадающих месторождений при значительной глубине залегания полезных ископаемых.

2. Исследовать влияние на показатели эффективности современного горно-транспортного оборудования различных факторов и выбрать, обосновав рациональность его применения при доработке глубокозалегающих запасов округлых крутопадающих месторождений полезных ископаемых.

3. Исследовать влияние и возможность рационального применения инновационных технологий в области автоматизации управления процессами горных работ и мониторинга устойчивости бортов карьера.

4. Проанализировать и выбрать факторы, позволяющие компенсировать рост себестоимости добычи полезного ископаемого, связанный с углубкой карьера.

5. Обосновать выбор оптимального способа бурения при доработке глубинных запасов округлых крутопадающих месторождений полезных ископаемых.

6. Иллюстрация разработанной методики для оценки эффективности ее применения при доработке запасов золотосодержащих руд в условиях карьера «Восточный» Олимпиадинского месторождения.

Основные научные положения.

1. Увеличение производительности карьера при доработке глубинных запасов, за счет применения техники большой единичной мощности, высокого коэффициента использования и технической готовности, с целью повышения интенсивности горных работ и снижения себестоимости добычи руды.

2. Поэтапная доработка округлых крутопадающих месторождений

полезных ископаемых открытым способом, с вовлечением в переработку заскладированных забалансовых запасов руд и хвостохранилищ, для стабильной производительности по готовой продукции.

3. Рациональное расположение мест разгрузки вскрышных пород и складирования полезного ископаемого, с целью оптимизации расстояния транспортирования по годам.

Научная новизна работы

1. Определяются наиболее эффективные способы бурения при доработке крутопадающих месторождений полезных ископаемых.

2. Устанавливается зависимость производительности горного оборудования от применения автоматизированных систем управления горно-транспортным комплексом.

3. Обоснование применения автоматизированной системы мониторинга деформационных процессов бортов карьера при доработке округлых крутопадающих месторождений полезных ископаемых.

Практическая значимость работы

Практическая значимость работы заключается в разработке научно обоснованной стратегии рентабельной доработки глубинных запасов крутопадающих месторождений полезных ископаемых открытым способом, за счет применения инновационной техники и технологий, которые позволят максимально интенсивно и безопасно вести горные работы при значительной глубине карьера.

Методы исследований

Методологической базой работы послужили труды отечественных и зарубежных ученых и практиков открытой разработки месторождений полезных ископаемых открытым способом и взрывного дела. При решении поставленных задач использовались методы научного анализа и обобщения

ния теоретических исследований, горно-геологическое моделирование, данные производственной и проектной практики.

Достоверность научных положений

Достоверность научных положений обосновывается обширной информационной базой, основанной на большом объеме проанализированной и обобщенной информации по ряду отечественных и зарубежных горнодобывающих предприятий, получением удовлетворительных результатов расчетов с практикой эксплуатации карьеров и результатами других исследователей.

Идея работы состоит в применении поэтапной доработке крутопадающих месторождений с равномерным распределением горных работ связанных с разноской бортов карьера, для расширения рабочей зоны в нижней части карьера и работ, связанных с углубкой карьера. При этом отработка карьера должна осуществляться со стабильной производительностью по горной массе и добыче полезного ископаемого. Это позволит получить на конец отработки суммарную прибыль на 30–35 % выше, чем при отработке в конечных контурах. Для этого необходимо будет создавать временно нерабочие борта карьера, с последующей их расконсервацией при выходе на очередной этап разnosки бортов карьера и его углубки.

На сегодняшний день многие российские и зарубежные горнодобывающие предприятия столкнулись с проблемой отработки глубокозалегающих запасов полезного ископаемого в карьерах. Это и карьеры «Мир», «Юбилейный», «Айхал», «Удачный», обрабатывающие алмазные трубки в Якутии, карьер «Восточный», обрабатывающий Олимпиадинское месторождение рудного зо-

лота в Северо-Енисейском районе Красноярского края, золотодобывающие карьеры США Round Mountain Gold Mine (совместное предприятие BARRIK GOLD и KINROSS, штат Невада), Chino Mine (штат Нью Мехико) и др. Вышеперечисленные предприятия, имеют значительные запасы полезного ископаемого на глубине ниже отметок проектного дна карьеров, определенных в проектах на конец их отработки. Поэтому встает дилемма: либо переходить на подземный способ добычи, проходя подземные горные выработки с нижних горизонтов карьера, как это сделали в карьере «Айхал» и делают в «Юбилейном», либо продолжать отработку открытым способом. Переход на подземный способ добычи требует значительных капитальных затрат на проходку подземных выработок (ствол, штреки), полное техническое перевооружение и т.д. Кроме того, подземный способ не обеспечивает высокой производительности, что может не обеспечить рентабельность производства. Доработка запасов полезного ископаемого открытым способом позволяет выйти на высокие показатели производительности. Но так же имеет отрицательные факторы:

1. Увеличение себестоимости добычи с увеличением глубины карьера, за счет увеличения расстояния транспортирования.

2. Обеспечение устойчивости бортов карьера на период доработки карьера.

Смягчить факторы, влияющие на увеличение себестоимости, можно путем переработки забалансовых запасов полезного ископаемого и хвостохранилищ, широкого внедрения инновационных технологий, применением горнотранспортного оборудо-

дования большой единичной мощностью.



Рис. 1. Двусторонняя погрузка

Это позволит значительно увеличить производительность, за счет увеличения коэффициента использования оборудования, снизить затраты на фонд оплаты труда и затраты на эксплуатацию оборудования.

Таблица №1, 2, 2,1. Применение схем двусторонней погрузки (рис. 1) широко применяемые на зарубежных карьерах позволяют увеличить производительность экскаваторов на 10-20%, поэтому их применение необходимо параллельно с вводом в эксплуатацию горно-транспортного оборудования большой единичной мощности и на отечественных карьерах.

Из рис. 2 видно, что основные производственные затраты золотодо-

бывающие компании несут по статьям «оплата труда», «химикаты», «топливо», «расходные материалы и запчасти». Применение горно-транспортного оборудования большой единичной мощности, автоматизированных систем управления горно-транспортным комплексом и оптимального способа бурения взрывных скважин помогут увеличить производительность труда, а следовательно снизить затраты по статьям «оплата труда», «топливо», «расходные материалы и запчасти».

Переработка хвостов позволит снизить затраты по статье «химикаты», а применение автоматизированной системы мониторинга деформационных процессов бортов карьера, позволит безопасно вести горные работ-

ты и вовремя реагировать на деформационные процессы.

Расчет эффективности применения автосамосвалов различной грузоподъемности для выполнения объемов транспортной работы по курсу 1 долл. = 35 руб.

Наименование показателя	Ед. изм.	CAT-789C	TEREX	CAT 777D	HD-785
Объем	тонн/год	25 291 034	25 291 034	25 291 034	25 291 034
Расстояние физическое	км	2,90	2,90	2,90	2,90
Грузооборот	ткм	73 344 000	73 344 000	73 344 000	73 344 000
Выработка на 1 м/см	тонн	6 312,87	4 769,72	3 156,44	3 156,44
Потребное кол-во м/см	м/см	4 006,00	5 302,00	8 013,00	8 013,00
Потребное кол-во а/м в смену на линии	ед	5,5	7,3	11,0	11,0
Кoeffициент выхода на линию (план)	ед	0,910	0,910	0,910	0,910
Потребное списочное кол-во а/м в парке (план)	ед	6,0	8,0	12,1	12,1
Кoeffициент выхода на линию (факт по ЦБА Олимпиадинского ГОКа)		0,900	0,900	0,900	0,900
Потребное списочное кол-во а/м в парке (факт)	ед	6	8	12	12
Норма времени на 1 рейс	час	0,2937	0,2937	0,2937	0,2937
Годовой фонд рабочего времени, моточасов/год	моточас	48 606	64 331	97 224	97 224
Продолжительность рабочей смены	час	11	11	11	11
Подготовительно-заключительное время	час	1,0	1,0	1,0	1,0
Время пробега от автоколонны до пункта погрузки и от пункта разгрузки до автоколонны (нулевой пробег)	час	0,10	0,10	0,10	0,10
Время в наряде без нулевого пробега	час	10,3	10,3	10,3	10,3
Расчетное количество рейсов в смену	ед	35,1	35,1	35,1	35,1
Кoeff-т перевыполнения норм выработки		1,00	1,00	1,00	1,00
Количество рейсов с учетом коэф-та перевыполнения	ед	35,1	35,1	35,1	35,1
Грузоподъемность автомобиля	тонн	180,00	136,00	90,00	90,00
Кoeff-т использования грузоподъемности		1,00	1,00	1,00	1,00
Количество рабочих дней в году для данной перевозки	дн	365,0	365,0	365,0	365,0
Количество рабочих смен в сутки для данной перевозки	ед	2,0	2,0	2,0	2,0
Работающих непосредств. в карьере	единиц	6	8	12	12
Количество рабочих смен	см	732	732	732	732

Расстояние транспортировки	км	2,9	2,9	2,9	2,9
Наименование показателя	Ед. изм.	CAT-789C	TEREX	CAT 777Д	HD-785
Общий объем транспортировки	т.м ³	9 000	9 000	9 000	9 000
Объем транспортировки на 1 единицу	т.м ³ /един	1 476,0	1 115,2	737,9	737,9
Сменная выработка 1 единицы	м ³ /см	2 016,4	1 523,6	1 008,1	1 008,1
Плотность горной массы	т/м ³	2,81	2,81	2,81	2,81
Среднее количество рейсов в смену	р/см/ед.	31	31	31	31
Загрузка кузова	м ³	64,1	48,4	32,0	32,0
Всего грузовая работа	тыс.т.км	73 344	73 344	73 344	73 344
Всего грузовая работа на 1 един.	тыс.т.км/ед	12 029	9 088	6 014	6 014
Выработка тыс.тн.км/списочн. автотонну	тыс.т.км	66,8	50,5	33,4	33,4
численность, чел. (средн.) на 1 а/м = 4 чел.	чел./а/м	4	4	4	4
Условная сумма зарплаты водителя	руб./мес.	60 000	55 000	50 000	50 000
ФОТ (зарплата + ЕСН и ФСН), руб./период на 1 чел.	руб./чел.	933 840	856 020	778 200	778 200
ВСЕГО ФОТ, руб./период	руб./год	22 776 031	27 632 378	37 964 789	37 964 789
Балансовая стоимость, руб.	руб./ед.	157 482 640	88 013 625	49 048 685	46 200 000
Срок полезного использования	мес.	96	65	65	65
Амортизационные отчисления ВСЕГО, руб/период	руб./год	120 029 577	131 127 008	110 439 652	104 025 458
Расход ДТ (норма)	г/т.км.	68	100	97	110
Цена ДТ	руб./т.	19 461	19 461	19 461	19 461
Расходы на ДТ, руб.	руб./год	97 061 289	142 737 189	138 455 073	157 010 908
Расходы на масла и смазки, руб.	руб./год	4 554 986	4 168 230	6 148 925	3 593 273
Норма расхода масел: картер двигателя	кг/час.	0,708	0,766	0,445	0,231
Норма расхода масел: коробка передач	кг/час.	0,069	0,000	0,076	0,100
Норма расхода масел: бортовая передача	кг/час.	0,341	0,029	0,297	0,118
Норма расхода масел: гидросистема	кг/час.	0,467	0,300	0,266	0,176
Норма расхода: автоматическая смазка, число замен	кг/2000 час.	0,040	0,030	0,008	0,015
Цена масел: картер двигателя	руб./кг	58,218	58,054	58,218	58,177
Цена масел: коробка передач	руб./кг	58,036	59,794	58,036	58,176
Цена масел: бортовая передача	руб./кг	58,036	59,794	58,036	58,176

Наименование показателя	Ед. изм.	CAT-789C	TEREX	CAT 777D	HD-785
Цена масел: гидросистема	руб./кг	58,300	58,300	58,300	58,300
Цена: автоматическая смазка	руб./кг	36,339	36,339	36,339	36,339
Расходы на ТО и ТР	руб./год	1 746 794	2 445 512	6 987 177	6 987 177
Списочное количество ремонтного персонала	чел.	5	7	20	20
Баланс рабочего времени для списочного состава ремонтных рабочих	час.	2 582	2 582	2 582	2 582
Трудоемкость производства ТО и ТР	чел.час	12 910	18 074	51 640	51 640
Стоимость 1 чел. часа	руб./чел.час	135	135	135	135
Расход шин	шт./год	47	89	62	62
Цена шин, руб./шт.	руб./компл.	630 000	560 000	420 000	420 000
Расходы на шины ВСЕГО	руб./год	29 504 250	49 586 425	26 229 273	26 229 273
Расходы на материалы, запчасти (8 % от балансов. ст-сти в год)	руб./год	76 818 929	56 821 703	47 857 183	45 077 699
Транспортно-заготовительные расходы (17%)	руб./год	35 349 707	43 063 303	37 177 377	39 424 896
Итого приведенные затраты	руб./год	386 094 768	455 136 236	404 272 273	413 326 297
удельная стоимость 1 т. км.	руб./т.км	5,26	6,21	5,51	5,64

Таблица 2

Сравнительный расчет прямых расходов на экскавацию горной массы выемочным оборудованием

Наименование показателя	ед. изм.	ЭКГ - 10	ЛИБHERR R994	ЭКГ - 20	P&H (25,5 м3)
1. Расходы на оплату труда					
Расходы на оплату труда за период, в т.ч.:	тыс. руб.	1 763	1 763	1 970	1 970
- среднемесячная зарплата работников, в т.ч.:	руб./мес.	113 282	113 282	126 597	126 597
машинист	руб./мес.	58 462	58 462	68 135	68 135
помощник машиниста	руб./мес.	54 820	54 820	58 462	58 462
- отчисления ЕСН и ФСС	руб./мес.	33 645	33 645	37 599	37 599
машинист	руб./мес.	17 363	17 363	20 236	20 236

помощник машиниста	руб./ мес.	16 282	16 282	17 363	17 363
2. Расходы на электроэнергию				*	
Удельный расход электроэнергии	кВт.час./м ³	1,21	-	2,5	1,1
Объем потребленной эл-энергии	т.кВт.час/год	2 819		9 168	8 273
Тариф	руб/кВт.час	1,16	-	1,16	1,16
Сумма расходов на электроэнергию	тыс. руб.	3 270	-	10 634	9 597
3. Расходы на ГСМ					
Расчетное количество ГСМ					
1. Трансмиссионное Тэп-15	кг	1 183			4 001
2. Смазка солидол УС-1, С, Литол-24	кг	1 587		2 376	
3. Смазка графитная УССА	кг	1 167			1 042
4. МАСЛО ВЕРЕТЕННОЕ АУ	кг	128			
6. МАСЛО ALBIDA HD 2	кг.		422		
7. СМАЗКА ALVANIA EP ARCTIC MOLI	кг.		3 371		3 371
8. МАСЛО SPIRAX ASX 75W/90	кг.		1 593		6 709
9. Масло SAE 10W30	кг.		8 843		
10. Антифриз	кг		263		
11. МАСЛО SHELL CORENA AS 46 КОМПРЕС.	кг			52	65
12. Дизельное топливо	т.	0	614		
Расчетная цена ГСМ					
1. Трансмиссионное Тэп-15	руб./кг	28	28	28	28
2. Смазка солидол УС-1, С, Литол-24	руб./кг	39	39	39	39
3. Смазка графитная УССА	руб./кг	30	30	30	30
4. МАСЛО ВЕРЕТЕННОЕ АУ	руб./кг	23	23	23	23
6. МАСЛО ALBIDA HD 2	руб./кг	246	246	246	246
7. СМАЗКА ALVANIA EP ARCTIC MOLI	руб./кг	231	231	231	231
8. МАСЛО SPIRAX ASX 75W/90	руб./кг	207	207	207	207
9. Масло SAE 10W30	руб./кг	63	63	63	63
10. Антифриз	руб./кг	124	124	124	124
11. МАСЛО SHELL CORENA AS 46 КОМПРЕС.		43 825	43 825	43 825	43 825
12. Дизельное топливо	руб/т	15 804	15 804	15 804	15 804
расходы на ГСМ	тыс. руб.	133	11 500	2 369	5 157
ТЗР	%	9,6%	9,6%	9,6%	9,6%
Итого сумма расходов на ГСМ за месяц	тыс. руб.	145	12 604	2 596	5 652
4. Расходные и нормируемые материалы					
ЗУБ КОВША (КОРОНКА ЗУБА КОВША)					
Удельный расход (норма)	шт/млн. м ³	27	12	32	16

Расчетное количество зубьев (коронки)	шт.	63	27	119	124
цена за единицу	тыс. руб./шт.	11	18	13	43
ТЗР	%	14%	14%	14%	14%
Сумма расходов на зубья (коронки)	тыс. руб.	773	558	1 750	6 012
КАНАТ СТАЛЬНОЙ					
Удельный расход (норма)	т (шт) /млн. м ³	8		11	2,4
Расчетное количество израсходованного каната	т (шт. комп.)	19		41	11
цена за единицу	тыс. руб./т	35		35	108
ТЗР	%	14%	14%	14%	14%
Сумма расходов на канат стальной	тыс. руб.	738	-	1 615	1 328
Запчасти (подшипник, электрошетки, сервиспакеты и прочее)					
Всего списано за 9 месяцев 2008 г. на сумму	тыс. руб.	3 707	9 067		
Расчетные расходы на запчасти в 2009 г.	тыс. руб./год	4 943	12 089	6 113	12 871
ТЗР	%	14%	14%	14%	14%
Сумма расходов на запчасти	тыс. руб.	5 635	13 781	6 969	14 673
6. Амортизационные отчисления					
Балансовая стоимость	т. руб.	81 519	80 036	218 000	459 000
Срок полезного использования	мес.	61	85	300	300
Амортизационные отчисления за период 2009 г.	тыс. руб.	1 336	942	8 720	18 360
Приведенные затраты	тыс. руб.	13 661	29 648	34 254	57 591
Объем горной массы (годовой)	тыс. м³	2 333	2 218	3 713	7 755
Годовой фонд рабочего времени	моточас.	7 746	6 819	7 549	7 549
Стоимость 1 моточаса работы	руб./ час.	1,76	4,35	4,54	7,63
Приведенные затраты на 1 м³ горной массы	руб./ м³	5,86	13,37	9,23	7,43

Таблица 3
Исходная информация для сравнительного расчета эффективности использования выемочного горного оборудования

№ п/п	Данные	ЭКГ-20	P&H (25,5 м ³)	ЭКГ-10	LIBHERR R994
1	Емкость ковша, м ³	20	25,5	10	11
	Фонд рабоч. времени, календарный, час./год	8041	8041	8041	8041
2	Фонд рабоч. времени, с учетом кап. ремонтов, час./год	7 549	7 549	6 654	6 819
3	Продолжительность 1 смены, час.	11	11	11	11
4	Количество рабочих смен в год, см/год	686	686	605	620
5	Коэффициент использования во времени	0,8	0,82	0,8	0,79
6	Производительность сменная, м ³ /см	5 410	11 300	3 070	3 578
7	Производительность годовая, т. м ³ /год	3 713	7 755	1 857	2 218
8	Мощность сетев. эл. двиг., кВт	2 250	2 000	715	-
8.1	Мощность трансформатора, кВт	400	325	160	-
8.2	Коэффициент мощности (cos φ)	0,7	0,7	0,7	-
8.3	Коэффициент спроса по мощности электроприемника	0,6	0,6	0,55	-
8.4	Средние продолжительные нагрузки, кВт	1 518	1 337	455	-
8.5	Потребляемая электроэнергия (тыс. кВт_час/год)	9 168	8 273	2 421	-
8.6	Удельный расход электроэнергии (кВт_час/м ³)	2,47	1,07	1,30	-



Рис. 2. Типичная структура производственных затрат золотодобывающей компании на примере «Полюс Золото»

Это позволит значительно увеличить производительность, за счет уве-

личения коэффициента использования оборудования, снизить затраты на фонд оплаты труда и затраты на эксплуатацию оборудования.

Соответственно при выборе технологии доработке округлых крутопадающих месторождений, за основу должны браться технологии, позволяющие минимизировать представленные в графике затраты и которые позволят безопасное производство добычных работ открытым способом. Именно эти особенности технологии позволяют смягчить факторы удорожания горных работ при работе на глубоких горизонтах и позволят вести рентабельную добычу полезных ископаемых при доработке округлых крутопадающих месторождений. **ГИАБ**

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андросов А.Д., Разживин В.М., Николаев М.И. Корреляционный анализ факторов, влияющих на себестоимость вскрышных работ объединения «Якуталмаз» / Колыма. – 1983. – № 10. – С. 23–25.
2. Андросов А.Д. Учет фактора сезонности при оптимизации текущих планов горных работ в карьере // Колыма. – 1985. – № 11. – С. 17–18.
3. Арсентьев А.И. Определение производительности и границ карьеров. – М. – Недра, 1970. – 320 с.
4. Акишев А.Н., Попов Ю.С., Кулешова Т.П. Автоматизированный горно-геометрический анализ карьеров простой формы с автомобильным транспортированием пород // Известия вузов. Горный журнал. – 1988. – № 9. – С. 20–23.
5. Васильев М.В. Транспорт глубоких карьеров. – М. – Недра, 1983. – 295 с.
6. Вашлаев И.И., Подсохин Е.Л. Оценка стабильности функционирования на карьерах погрузочно-транспортного комплекса с учетом надежности машин // Известия Вузов. Горный журнал. – 1987. – № 9. – С. 73–77.
7. Влияние климата на организацию и планирование горных работ в карьере / Шпанский О.В., Кисилева М.Г. и др. // Горный журнал. – 1973. – № 11. – С. 14–16.
8. Выбор вида карьерного транспорта (Методика). Труды ИГД МЧМ. – М. – Недра. – 1973. – 167 с.
9. Гавришев С.Е. Обоснование рациональной последовательности формирования рабочей зоны карьеров при разработке крутопадающих месторождений // Автореф. дис. канд. техн. наук. – Л. – Изд-во ЛГИ, 1990. – 20 с. **ГИАБ**

Коротко об авторах

Косолапов А.И. – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Открытых горных работ и зав. отделом «Горное бюро» Сибирского федерального университета, Института горного дела, геологии и геотехнологии, VMakarov@sfu-kras.ru
Токаренко А.В. – горный инженер, начальник Рудоуправления ЗАО «Полюс» Олимпиадинского ГОКА, info@polyusgold.com