

УДК 622.271.333

Д.В. ШВЕЦ, ГП «ГПИ «Кривбасспроект»

ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СХЕМ И ПОРЯДОК ОТРАБОТКИ КРУТОПАДАЮЩИХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПОСТАНОВКИ БОРТОВ КАРЬЕРА В КОНЕЧНОЕ ПРОЕКТНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Проанализировано фактическое положение горных работ в карьере ОАО «Лебединский ГОК». Определены основные направления развития ведения открытых горных работ, с учетом выполненного горно-геометрического анализа геологического строения Лебединского и Стойло-Лебединского месторождений. Представлена сравнительная характеристика циклических видов транспортирования горной массы, применяемые при вскрытии и разработке глубоких горизонтов карьера ОАО «Лебединский ГОК», и обосновано применение поточно-циклической технологии для решения проблемы пропускной и провозной способности железнодорожного транспорта до конца отработки месторождения.

Ключевые слова: рабочий и нерабочий борт карьера, активный фронт работ, технологический транспорт, железнодорожные станции и перегоны, элементы поточной технологии.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Наиболее сложными из условий разработки является освоение крутопадающих железорудных месторождений, в которых технико-экономические показатели работы карьеров непосредственно зависят от систематически возрастающей глубины ведения открытых горных работ. Перемещение горной массы повсеместно предусмотрено применением комбинированных видов транспорта, при которых внутрикарьерные перевозки производятся большегрузными автосамосвалами, а по земной поверхности – железнодорожными составами. Сырая руда транспортируется по бортам карьеров в основном ленточными конвейерами.

Опыт эксплуатации основного горнотранспортного оборудования показывает, что дальнейшее применение его при вовлечении в разработку более глубоких горизонтов будет сопровождаться существенным увеличением затрат на добычу полезного ископаемого (возрастающий объем выемки пород вскрыши требует дополнительных площадей под размещение транспортных коммуникаций и перегрузочных пунктов на бортах карьера, что вызывает повышенный их разнос).

Поэтому проблему поддержания производственной мощности глубоких карьеров и оснащение их соответствующим оборудованием при продолжающейся углубке следует решать принципиально новыми методами в направлении оптимизации технико-экономических показателей на основе исследования параметров горнотранспортной системы, представляющей собой совокупность технологических решений по выбору средств транспорта и непосредственно связанных с ним выемочно-погрузочным оборудованием в комплексе [1].

Анализ исследований и публикаций. Увеличение угла транспортирования горной массы с учетом горно-геологического строения месторождений полезных ископаемых является экономически оправданным вследствие значительной экономии капитальных и эксплуатационных затрат [2], [3].

Постановка задачи. Проанализировав основные виды технологического транспорта применяемого при вскрытии и разработке глубоких горизонтов карьера ОАО «Лебединский ГОК», рассмотрены основные направления развития ведения открытых горных работ, обеспечивающие выдачу железной руды на дневную поверхность в объеме 53-55 млн. т в год.

Изложение материалов и результаты. По состоянию горных работ на 01.01.2013 год карьер ОАО «Лебединский ГОК» вскрыт до горизонта минус 213 м. Максимальная глубина карьера от поверхности составляет 421 м, длина по поверхности – 4447 м, ширина – 3185 м, площадь карьера – 1208,8 га [4].

Сырьевой базой Лебединского горно-обогатительного комбината являются Лебединское и Стойло-Лебединское месторождения, расположенные в центре Оскольского железорудного района, в 18 км к юго-западу от железнодорожной станции Старый Оскол.

В настоящее время Лебединским ГОКом добываются и перерабатываются железистые кварциты в соответствии с Техническим проектом на разработку Лебединского и Стойло-Лебединского месторождений III очередь строительства [5].

В таблице 1 приведены запасы железистых кварцитов Лебединского и Стойло-Лебединского месторождений, числящихся на балансе ОАО «Лебединский ГОК» по состоянию на 01.01.2013 года (по данным отчетного баланса форма – 5гр).

Таблица 1

Категория запасов	Лебединское месторождение		Стойло-Лебединское месторождение		Всего:	
	Запасы, тыс.т					
	балансовые	забалансовые	балансовые	забалансовые	балансовые	забалансовые
Сидерит-мартитовые (богатые)						
В+С ₁	32 896	3 269	–	–	32 896	3 269
С ₂	4 338	–	–	–	4 338	–
Итого:	37 234	3 269	–	–	37 234	3 269
Окисленные железистые кварциты						
В+С ₁	18 244	–	–	38 179	18 244	38 179
С ₂	104 240	–	–	–	104 240	–
Итого:	122 484	–	–	38 179	122 484	38 179
Неокисленные и полуокисленные кварциты						
В+С ₁	2 261 234	–	2 228 619	279 000	4 489 853	279 000
С ₂	1 489 044	–	109 002	680 000	1 598 046	680 000
Итого:	3 750 278	–	2 337 621	959 000	6 087 899	959 000
В т.ч. промышленные (в проектном контуре карьера)	1 487 157	–	1 454 448	–	2 941 605	–

Выполненный пересчет в геоинформационной системе K-MINE распределения объемов железистых кварцитов и вскрышных пород по горизонтам между контуром карьера на 01.01.2013г. и проектным отработанным видом, согласно Технического проекта на разработку Лебединского и Стойло-Лебединского месторождений до горизонта минус 250 м [5], представлен в сводной табл. 2.

Средний коэффициент вскрыши по месторождению составляет 0,46 м³/т.

Таблица 2

Горизонт	Высота уступа, м	Объем по горной массе, тыс. м ³	Руда, тыс. м ³	Руда, тыс. т	Вскрыша, тыс. м ³
202	13	32 273,41			32 273,41
189	13	37 623,82			37 623,82
175	14	73 851,22			73 851,22
163	12	60 109,71			60 109,71
150	13	64 120,23			64 120,23
137	13	65 018,29			65 018,29
124	13	64 668,95			64 668,95
111	13	63 209,70			63 209,70
100	11	52 199,93			52 199,93
90	10	50 778,33			50 778,33
75	15	78 690,32	838,28	2 858,55	77 852,03
60	15	80 511,96	6 531,17	22 271,28	73 980,80
45	15	81 653,90	22 461,56	76 593,91	59 192,34
30	15	80 235,61	34 226,05	116 710,83	46 009,55
15	15	78 582,87	37 361,84	127 403,89	41 221,03
0	15	77 682,10	38 751,23	132 141,70	38 930,86
-15	15	78 402,01	40 297,92	137 415,91	38 104,08
-30	15	77 931,56	41 565,37	141 737,92	36 366,19
-45	15	78 248,46	42 748,78	145 773,33	35 499,68
-60	15	77 436,34	43 493,61	148 313,21	33 942,74
-75	15	75 705,62	43 085,82	146 922,66	32 619,80
-90	15	75 146,69	42 530,50	145 029,02	32 616,19

-105	15	73 993,18	42 450,22	144 755,26	31 542,96
-120	15	72 502,51	42 394,94	144 566,74	30 107,57
-135	15	71 167,47	42 158,08	143 759,07	29 009,38
-150	15	69 779,35	43 472,48	148 241,17	26 306,86
-165	15	67 800,98	44 963,71	153 326,24	22 837,28
-180	15	64 087,20	44 303,97	151 076,53	19 783,24
-195	15	56 807,48	41 117,01	140 209,01	15 690,47
-210	15	53 482,98	38 431,57	131 051,66	15 051,41
-225	15	47 658,20	36 758,25	125 345,62	10 899,96
-240	15	43 767,94	34 309,36	116 994,92	9 458,58
-250	10	26 952,34	21 259,94	72 496,38	5 692,41
ИТОГО:		2 119 807,26	825 511,67	2 814 994,80	1 294 295,59

Учитывая имеющуюся схему вскрытия карьера ОАО «Лебединского ГОКа» необходимо выполнение работ по разному и постановке участков западного и восточного бортов в предельное конечное положение согласно отчету о научно-исследовательской работе «Инженерно-геологическое обоснование безопасных параметров участка временно нерабочих бортов карьера» [7].

С учетом дальнейшего понижения горных работ в карьере до глубины 500 м, согласно утвержденных запасов и кондиций на рудные и нерудные полезные ископаемые, необходимо предусмотреть выполнение научно-исследовательской работы по выдаче заключений обеспечивающих устойчивость бортов карьера ОАО «Лебединский ГОК» с понижением глубины ведения горных работ (исследование состояния устойчивости бортов карьера, откосов ярусов отвалов с целью прогноза ожидаемых, допустимых и предельных значений деформаций).

Принятая транспортно-углубочная система разработки, с параллельным продвижением фронта горных работ, с учетом безопасного ведения открытых горных работ, залегания пород и руд месторождений, физико-механических свойств горных пород предопределяет добычу железистых кварцитов осуществлять в юго-восточной и центральной части карьера.

Продолжение ведения интенсивных работ по отработке «сланцевого языка» и понижение перегрузочных рудно-вскрышных пунктов с автотранспорта на железнодорожный транспорт обеспечит наличие активного фронта горных работ в горизонтальной плоскости развития карьерного поля до расчетного 2025 г. Целесообразности полноты погашения объемов по отработке «сланцевого языка» подтверждена средним коэффициентом вскрыши центральной части карьера 0,212 м³/т.

Специалистами ГП «ГПИ «Кривбасспроект» проанализировано постепенное наращивание объемов добычи железистых кварцитов в период 2014-2020 гг. для достижения проектной производительности карьера с использованием имеющегося парка выемочно-погрузочного и транспортного оборудования (Вариант 1) и горного оборудования с увеличенными геометрическими характеристиками и производительностью (Вариант 2). Перспективный план производства на расчетные 2014, 2020 и 2025 гг. представлен в табл. 3.

Таблица 3

Показатели	2014 год	2020 год	2025 год
Добыча железистых кварцитов, млн т	47,7	53,2	53,2
Вскрыша, всего, млн м ³	22,0	25,0	25,0
скальная вскрыша, млн м ³	13,5	12,1	14,6
скальная вскрыша (пригрузка), млн м ³	2,2	1,0	1,0
рыхлая вскрыша, млн м ³	8,5	13,1	10,4
в т.ч. средства гидромеханизации, млн м ³	2,5	4,0	4,0
Коэффициент вскрыши млн м ³ /т	0,461	0,474	0,47
Количество перегрузочных пунктов (Вариант 1), шт.	12	10	14
Количество перегрузочных пунктов (Вариант 2), шт.	11	5	9
Расстояние откатки автотранспорта, км	2,6	3,7	3,5
Расстояние откатки ж/д транспорта, км	14,3	15,7	17,0
Грузооборот автотранспорта, млн т.км	149	167	257
Грузооборот ж/д транспорта, млн т.км	1 377	1 622	1 799

Увеличение пропускной и провозной способности железнодорожного транспорта без строительства III въездной железнодорожной траншеи возможно осуществить только за счет уменьшения количества угловых заездов и времени простоя ж/д составов на станциях «Горная», «Скальная», «Кварцитная» путем увеличения объемов вывоза горной массы минуя станцию «Горная» (см. рис. 1).

В связи с увеличением объемов добычи железистых кварцитов и выемки вскрышных пород (автозабой) на нижних горизонтах карьера в расчетных 2023-2025 гг. дальнейшее развитие транспортной схемы в карьере возможно с внедрением циклично-поточной технологии транспортировки железистых кварцитов до корпусов крупного дробления обогатительной фабрики ОАО «Лебединский ГОК».

Ввод в эксплуатацию ЦПТ на борту карьера определен превышением лимита пропускной и провозной способности железнодорожных станций, перегонов и подвижного состава в расчетном 2023 году.

Сравнение вариантов строительства ЦПТ на борту карьера выполнено на имеющейся технической базе - использование экскаваторов ЭКГ-10 с погрузкой в карьерные автосамосвалы 130 т (Вариант 1); к автомобильно-железнодорожному оборудованию с увеличенными характеристиками и производительностью горного оборудования – использование экскаваторов ЭКГ-15 на перегрузочных пунктах и экскаваторов Hitachi, с ковшом емкостью 20 м³, в автозабоях с погрузкой в карьерные автосамосвалы 220 т (Вариант 2).

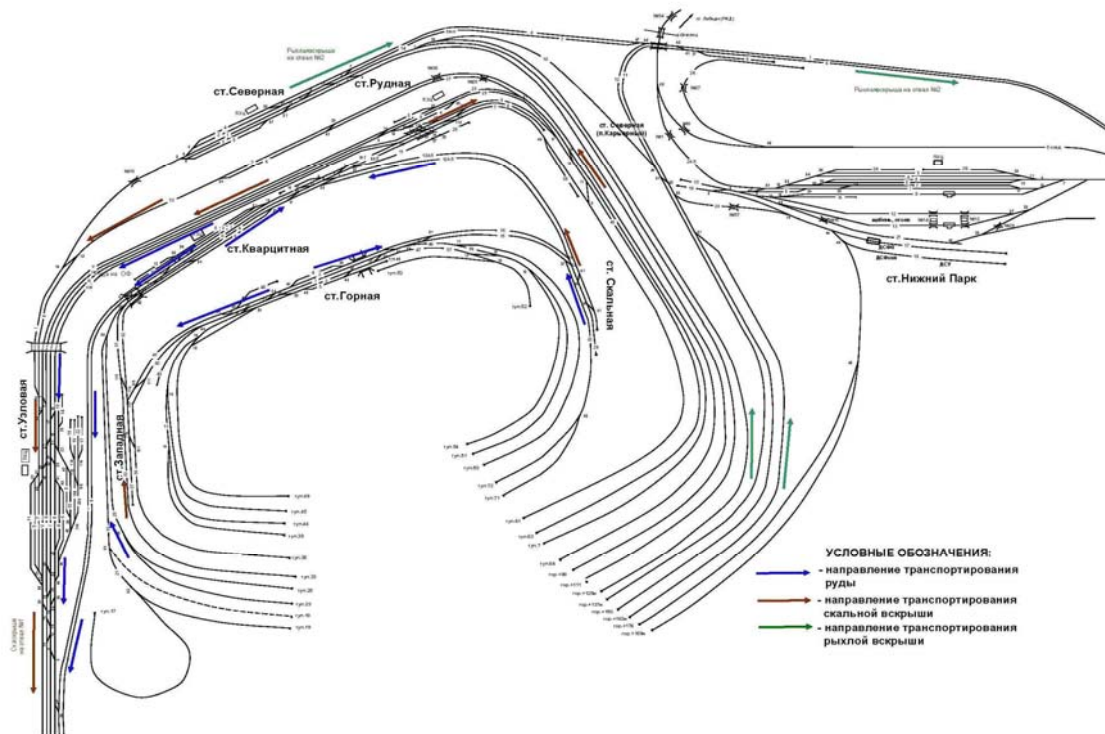


Рис. 1 Схема транспортировки горной массы железнодорожным транспортом

Преимущества и недостатки предлагаемых вариантов расположения ЦПТ в карьере ОАО «Лебединский ГОК» представлены в табл. 4.

В связи с увеличением объемов добычи железистых кварцитов и выемки вскрышных пород (автозабой) на нижних горизонтах карьера в расчетных 2023-2025 гг. дальнейшее развитие транспортной схемы в карьере возможно с внедрением циклично-поточной технологии транспортировки железистых кварцитов до корпусов крупного дробления обогатительной фабрики ОАО «Лебединский ГОК».

Ввод в эксплуатацию ЦПТ на борту карьера определен превышением лимита пропускной и провозной способности железнодорожных станций, перегонов и подвижного состава в расчетном 2023 году. Сравнение вариантов строительства ЦПТ на борту карьера выполнено на

имеющейся технической базе – использование экскаваторов ЭКГ-10 с погрузкой в карьерные автосамосвалы 130 т (Вариант 1); к автомобильно-железнодорожному оборудованию с увеличенными характеристиками и производительностью горного оборудования – использование экскаваторов ЭКГ-15 на перегрузочных пунктах и экскаваторов Hitachi, с ковшем емкостью 20 м³, в автозаволах с погрузкой в карьерные автосамосвалы 220 т (Вариант 2).

Таблица 4

Наименование показателей	1 вариант	2 вариант	3 вариант	4 вариант	5 вариант	6 вариант	7 вариант		3Б вариант	
	Затопный (применение конвейеров фирмы «MeisomInerals») 40 млн.т. руды	Центральный (применение конвейеров фирмы «Гжжаш») 40 млн.т. руды	Южный (применение конвейеров фирмы «Гжжаш») 40 млн.т. руды	Затопный (применение конвейеров фирмы «Doppelmauer») 40 млн. т. руды	Центральный (применение крутонаклонных конвейеров) 40 млн.т. руды	Южный (применение крутонаклонных конвейеров) 40 млн.т. руды	I этап - центральный (применение крутонаклонных конвейеров) 20 млн.т. руды	II этап - южный (применение крутонаклонных конвейеров) 20 млн.т. руды	I этап - южный (применение конвейеров фирмы «Гжжаш») 20 млн.т. руды	II этап - южный углубленный (применение конвейеров фирмы «Гжжаш») 20 млн.т. руды
Дата подготовки площадки под дробилки, год	01.01.17	01.01.17	01.01.21	01.01.17	01.01.16	01.01.21	01.01.16	01.01.23	01.01.21	01.01.23
Пуск ЦПТ в эксплуатацию, год	2020	2020	2023	2020	2019	2023	2019	2025	2023	2025
Горизонт расположение дробилок, м	минус 138	минус 75	0	минус 138	минус 75	0	минус 75	минус 78	0	минус 78
Горизонт разгрузки автосамосвалов, м	минус 120	минус 57	18	минус 120	минус 57	18	минус 57	минус 60	18	минус 60
Количество руды в целике под дробилками, тыс. т	29 104	146 993	118 552	29 104	123 474	118 552	83 985	37 926	99 659	37 926
							121 911		137 585	
Срок эксплуатации ЦПТ, лет	до конца отработки	не менее 20	15 + 20	до конца отработки	не менее 20	15 + 20	не менее 20	15	15 + 20	не менее 15
Возможность удлинения ЦПТ	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-
Объемы работ формирования площадки под ПДП, млн. м ³	4,32	1,46	11,26	4,32	0,88	11,03	0,88	21,86	11,26	11,43
							22,74		22,69	
Удельная высота подъема автотранспортом, м	43	89	144	43	89	144	89	87	144	87
Дальность транспортировки руды автотранспортом на ПДП, км	2,8	2,9	3,3	2,8	2,9	3,3	2,9	3,0	3,3	3,0
Угол наклона конвейера, градус	15	15	15	20	30	30	30		15	

Следует отметить, что применение конвейерного транспорта в карьере наиболее эффективно при отработке нижних горизонтов карьера. В настоящее время нижние горизонты карьера ОАО «ЛГОКа» отрабатываются на комбинированный автомобильно-железнодорожный транспорт.

Поэтому наиболее очевидным является поэтапный переход на дробильно-конвейерные комплексы части грузопотоков именно этих горизонтов.

При этом возможна отработка руды на комплекс ЦПТ, а выемка и транспортирование скальной вскрыши до перегрузочных пунктов с авто на железнодорожный транспорт по существующей схеме.

В связи с этим, критерием выбора варианта глубины расположения дробильно-перегрузочного пункта ЦПТ является обоснование расчета глубины ввода ЦПТ, основу которого составляет принцип равенства удельных энергетических затрат (оцениваемых по удельному расходу дизельного топлива) на транспортирование 1 т руды с верхнего горизонта отработки на автомобильный транспорт (верхней рудной зоны ЦПТ) и удельных энергетических затрат на транспортирование руды автомобильным транспортом с дна карьера (нижней рудной зоны ЦПТ).

При этом, не учитываются затраты на транспортирование руды в горизонтальном направлении, ввиду их равенства для нижней и верхней рудных зон для ЦПТ.

Высота рудной зоны для ЦПТ, при доставке руды на дробильно-перегрузочный пункт автомобильным транспортом, выражается следующими формулами (рис. 2)

$$h_p = h_p^H + \Delta h^B + (h_2^H - h_2^B) \quad (1)$$

$$h_p = H_K - h_2^B \quad (2)$$

где h_p^H - высота нижней рудной зоны для ЦПТ, м; Δh^B - высота нижней части верхней рудной

зоны, обрабатываемой полностью на автомобильный транспорт, м; h_a^y - глубина частичного ввода автомобильного транспорта на рудных горизонтах, м; h_a^n - глубина полного ввода автомобильного транспорта на рудных горизонтах, м; H_k - глубина карьера, м.
верхняя рудная зона для ЦПТ



Рис. 2 Схема для расчета глубины расположения горизонта разгрузки ЦПТ

Глубина заложения горизонта разгрузки ЦПТ

$$H_y = h_a^n + \Delta h^y \quad (3)$$

Удельные энергетические затраты нижней рудной зоны

$$E_p^n = h_p^n \cdot \frac{K_p}{i} \cdot q^n, \quad (4)$$

где K_p - коэффициент развития трассы; i - уклон автомобильных съездов, доли ед.; q^n - удельный расход дизельного топлива для автосамосвалов, работающих на подъем, л/т·км

Удельные энергетические затраты верхней рудной зоны

$$E_p^y = (\Delta h^y + (h_a^n - h_a^y) \cdot K_{тр}) \cdot \frac{K_p}{i} \cdot q^n \cdot K_{рас}, \quad (5)$$

где $K_{тр}$ - коэффициент, учитывающий удельный объем руды, обрабатываемый на автомобильный транспорт в зоне работы автомобильно-железнодорожного транспорта; $K_{рас}$ - коэффициент, учитывающий снижение расхода дизельного топлива при движении автосамосвалов на спуск.

Оптимальная глубина заложения разгрузки ЦПТ H_y будет при условии равенства удельных энергетических затрат верхней и нижней рудных зон $E_p^n = E_p^y$. Приравняв уравнения (4) и (5), выразим глубину нижней рудной зоны

$$h_p^n = (\Delta h^y + (h_a^n - h_a^y) \cdot K_{тр}) \cdot K_{рас} \quad (6)$$

Приравняв правые части уравнений (1) и (2), и с учетом уравнения (6) можно выразить величину Δh^y

$$\Delta h^y = \frac{H_k - h_a^y - (h_a^n - h_a^y) \cdot (1 + K_{тр} \cdot K_{рас})}{K_{рас} + 1} \quad (7)$$

Глубина заложения горизонта разгрузки ЦПТ

$$H_y = h_a^n + \frac{H_k - h_a^y - (h_a^n - h_a^y) \cdot (1 + K_{тр} \cdot K_{рас})}{1 + K_{рас}} \quad (8)$$

При выполнении расчета приняты следующие исходные данные для условий карьера ОАО «Лебединский ГОК», и с учетом нормативных показателей

$$K_p = 1,25; K_{рас} = 0,8; h_a^n = 254 \text{ м}; h_a^y = 149 \text{ м}; H_k = 459 \text{ м}; K_{тр} = 0,43.$$

Глубина заложения горизонта разгрузки ЦПТ для условий Лебединского ГОКа при работе ЦПТ

$$H_y = 254 + \frac{459 - 149 - (254 - 149) \cdot (1 + 0,43 \cdot 0,8)}{1 + 0,8} = 348 \text{ м}$$

При средней отметки поверхности карьера 209 м, оптимальный горизонт разгрузки ЦПТ минус 139 м.

Выводы и направления дальнейших исследований. Учитывая динамику развития горных работ в карьере ОАО «Лебединский ГОКа» с учетом постановки северного борта, северо-

западного и северо-восточного участков бортов карьера на конечный проектный контур, формирование, размещение и строительство площадки ПДП под ЦПТ с разгрузкой автосамосвалов на горизонте минус 135 м возможно только по вариантам ЦПТ западного и центрального расположения конвейерных трасс с использованием крутонаклонного конвейера [8] или же конвейеров фирм «MetsoMinerals» [9], «Doppelmaуt» [10].

Следует отметить, что длина конвейерного тракта западного варианта размещения составляет более 8 км, при этом необходимо обеспечить пересечение инженерных и транспортных коммуникаций, следовательно, по экономическому эффекту применение данного варианта расположения ЦПТ в карьере уступает железнодорожному способу доставки железистых кварцитов к корпусам крупного дробления обогатительной фабрики ОАО «ЛГОКа».

Неравномерность грузопотока автомобильного транспорта по доставке руды на ПДП (объем доставки руды по кратчайшему пути на расчетный 2025 год до ПДП №1 составит 5000 тыс. т в год, а на ПДП №2 – 35 000 тыс. т в год), это предопределяет необходимость в устройстве проезда от ПДП №1 к ПДП №2 через конвейерный тракт, либо обеспечение дополнительного доступа от ПДП №1 к горизонтам минус 90 м и ниже с помощью формирования съездовых участков (при такой конфигурации транспортной схемы будут законсервированы запасы рудного тела юго-западного направления ниже площадки ПДП ЦПТ).

Таким образом, необходимо рассмотреть возможность отработки южного рабочего борта карьера с помощью проходки и формирования въездных скользящих железнодорожных съездов под максимально возможным руководящим уклоном, с учетом отработки рыхлых вскрышных пород средствами гидромеханизации.

Данная реконструкция развития транспортной схемы оптимизирует распределение грузопотоков по вывозу горной массы из карьера.

Следовательно, при постановке нерабочего борта карьера, разрабатывающего крутопадающие железорудные месторождения, в предельное проектное положение необходимо учитывать при проектировании на перспективу, с учетом понижения ведения открытых горных работ ниже горизонта подсчета балансовых геологических запасов, перенос транспортных коммуникаций с нерабочего на рабочий борт карьера.

Список литературы

1. **Дриженко А.Ю.** Кар’єрні технологічні гірничотранспортні системи: моногр. / А.Ю. Дриженко. – Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2011. – 542 с.
2. **Терещенко В.В., Ковалев К.В., Швец Д.В.** Поэтапность ввода в эксплуатацию циклично-поточных технологий, вскрывающих крутопадающие месторождения полезных ископаемых, с исследованием рационального шага переноса дробильно-перегрузочного пункта // Разработка рудных месторождений. – Кривой Рог, 2011. – Вып. 94. – с. 55-59.
3. **Сторчак В.А., Терещенко В.В., Швец Д.В.** Сравнительная характеристика автомобильного и конвейерного видов транспорта в условиях разработки глубоких горизонтов карьера Ингулецкого ГОКа // Сучасні технології розробки рудних родовищ / Збірник наукових праць за результатами роботи Міжнародної науково-технічної конференції. – Кривий Ріг: Видавничий дім, 2011. – с. 45-46.
4. **Швец Д.В.** Анализ перспективных направлений ведения открытых горных работ в карьере ОАО «Лебединский ГОК» // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць / Ін-т Геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України. – Дніпропетровськ, 2013. – Вып. 111. – 203-212 с.
5. ОАО «Лебединский ГОК». Технический проект на разработку Лебединского и Стойло-Лебединского месторождений. III очередь строительства. – Белгород: ООО «ЦЕНТРОГИПРОРУДА», 2004.
6. **Хоменко С., Котов А.** Геоинформационная система K-MINE: Пособие пользователя. – Кривой Рог: «КРИВ-БАССАКАДЕМИНВЕСТ», 2012. – 372 с.: ил.
7. ОАО «Лебединский ГОК». Отчет о НИР «Инженерно-геологическое обоснование безопасных параметров участка временно нерабочих бортов карьера». – Белгород: ОАО «ВНОГЕМ», 2012.
8. ОАО «Ковдорский ГОК». Дробильно-транспортный комплекс крутонаклонный ДТК-3000/140к. – Киев: HOWARD TRADING INC, 2005.

Рукопись поступила в редакцию 11.03.14