



УДК 622.223.013 (571.17)

СХЕМА ВСКРЫТИЯ УЧАСТКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРАНСПОРТНЫХ ПЕРЕМЫЧЕК ДЛЯ СОКРАЩЕНИЯ РАССТОЯНИЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ВСКРЫШИ И УГЛЯ В УСЛОВИЯХ РАЗРЕЗА «АРШАНОВСКИЙ»

Ванеев А.В.

ООО «РУТЭК»

Аннотация.

Удельный вес затрат на транспортирование горной массы в себестоимости добычи угля на разрезе «Аршановский» составляет 55%. Отработка запасов угля осуществляется в северо-восточной части лицензионного участка. Существующая карьерная выемка представляет собой две продольные горные выработки, проведенные вдоль наиболее мощных угольных пластов 15 и 19. Вскрытие карьера осуществляется траншейным способом. Транспортировка горной массы осуществляется через фланги по торцам карьера. Применение схемы вскрытия с использованием транспортных перемычек позволит сократить расстояние транспортирования горной массы, и, как следствие, существенно снизить затраты. В данной статье рассматривается вариант формирования транспортной перемычки по почве пласта 15 для соединения рабочих горизонтов по пластам 19, 19а и 19б с внешним отвалом и перегрузочным пунктом угля. Это даст возможность переориентировать грузопотоки с торцов на центральную часть карьера, и уменьшить средневзвешенное расстояние транспортирования вскрыши и угля на 0.2 и 0.3 км соответственно.

Информация о статье

Принята 15 июня 2018 г.

Ключевые слова: схема вскрытия карьера, карьерные грузопотоки, транспортная перемычка, вскрывающие открытые горные выработки.

OPENING-UP SCHEME WITH TRANSPORT JUMPERS TO REDUCE THE OVERBURDEN AND COAL TRANSPORTATION DISTANCE AT ARSHANOVSKY OPEN PIT: CASE STUDY

Andriyan V. Vaneev

LLC "RUTEC"

Abstract.

Specific weight of expenses for transportation of rock mass in the cost of coal mining on Arshanovsky open pit is 55%. The development of coal reserves is carried out in the northeastern part of the license area. The existing quarry excavation consists of two longitudinal mine workings carried out along the most powerful coal seams 15 and 19. The quarry is opened by trenching. Transportation of rock mass is carried out through flanks along the ends of the quarry. The use of the opening-up scheme with the transport bridges will reduce the transportation distance of the rock mass, and, as a result, significantly reduce costs. This article deals with the option of forming a transport bridge along the bottom of seam 15 to connect the working horizons of seams 19, 19a and 19b to the external dump and the coal transfer point. This will make it possible to reorient the freight traffic from the ends to the central part of the quarry, and to reduce the average weighted distance of transportation of the overburden and coal by 0.2 and 0.3 km, respectively.

Article info

Received June 15, 2018

Keywords: the scheme of the quarry opening-up, quarry freight traffic, a transport jumper, opening-up mine workings.



Введение. Краткая характеристика горных работ на участке

На начало 2018 года длина выработки по пласту 15 составляет 2300 м, ширина – 300-350 м. Глубина отработки достигает 50 м в районе карьерного водосборника. Длина выработки по пласту 19 составляет 1800 м, ширина – 230-350 м. Глубина отработки достигает 40 м. Высота отработываемых уступов составляет 5-15 м, ширина рабочих площадок – 25-50 м.

Горные работы ведутся с применением транспортной технологии, по продольной углубочной однобортовой системе разработки (рис. 1) по классификации академика В.В. Ржевского [1].

Для взрывания сухих и обводненных скважин используется ВВ эмигран П-25, для сухих – граммонит 79/21 и гранулит. Удельный расход в среднем составляет для эмигран П-25 – 0,6 кг/м³; при использовании граммонита 79/21, гранулита – 0,5 кг/м³.

Фактические параметры БВР:

- диаметр скважин – 0,150÷0,216 м;
- угол наклона скважин к горизонту – 90°;
- расстояние между скважинами – 5,0÷6,0 м;
- расстояние между рядами скважин – 5,0÷6,0 м.

Бурение взрывных скважин осуществляется буровыми станками Atlas Copco DML-1200 и Atlas Copco ROC L8. Вскрышные и добычные работы ведутся с применением гидравлических экскаваторов типа «обратная лопата» (Komatsu PC400, Hitachi ZX470, Komatsu PC1250, Komatsu PC3000, Komatsu PC800, Volvo EC750D, Volvo EC480, Hyundai-R450, CAT-365) с погрузкой в автомобильный транспорт.

Вскрышные породы транспортируются на существующий внешний бульдозерный отвал Северный, расположенный севернее отработываемого участка. Дальность транспортирования вскрышных пород в среднем составляет 2,7 км. Транспортирование добытого угля осуществляется до существующего перегрузочного пункта, расположенного севернее отработываемого участка, рядом с отвалом вскрышных пород. Дальность транспортирования угля в среднем составляет 2,4 км. При ведении отвальных работ, а также для выполнения вспомогательных работ в забоях экскаваторов, строительстве автодорог, зачистке площадок, рыхления мерзлого слоя почвы и на вспомогательных работах используются бульдозеры Komatsu D375, D355, Caterpillar D9R, D10T, Shantui SD32, SD16, Komatsu WD600. Для планировки и текущего содержания автодорог применяются автогрейдеры ДЗ-98, John Deere 872G и CAT-16M. Транспортный доступ к забоям экскаваторов осуществляется по сети существующих автодорог, соединяющих места производства вскрышных и добычных работ с местами разгрузки на отвале вскрышных пород и перегрузочном пункте. Ширина проезжей части существующих автодорог соответствует параметрам технологических автодорог для применяемого автотранспорта.

Изучению способов и схем вскрытия посвящены фундаментальные работы известных ученых в области горного дела Ржевского В.В., Мельникова Н.В., Шешко Е.Ф., Арсентьева А.И., Анистратова Ю.И., Хохрякова В.С., Томакова П.И. [2-8], в которых речь идет о вскрытии карьера в целом без установления четкой связи параметров грузопотока карьера и вскрытия конкретных рабочих горизонтов. В работах Колесникова В.Ф., Васильева Е.И., Ташкинова А.С., Корякина А.И., Пронозы В.Г. и других кузбасских ученых [9-16] рассматриваются вопросы вскрытия, более приближенные к конкретным горно-геологическим условиям. Для условий разреза «Черниговский» была выполнена работа [17] по обоснованию параметров транспортных переемычек, однако горно-геологические условия рассматриваемого объекта имеют существенные отличия.

Базовый вариант годового объема производства предусматривает транспортировку вскрышных пород и угля по бермам торцов карьера (флангами). *Предлагаемый* вариант предусматривает применение схемы вскрытия с использованием транспортных переемычек. Сооружение транспортной переемычки позволит соединить рабочие горизонты по пластам 19, 19а, 19б с внешним отвалом и перегрузочным пунктом угля через центральную часть карьера. Производственные показатели базового и проектного вариантов приведены в таблице 1.

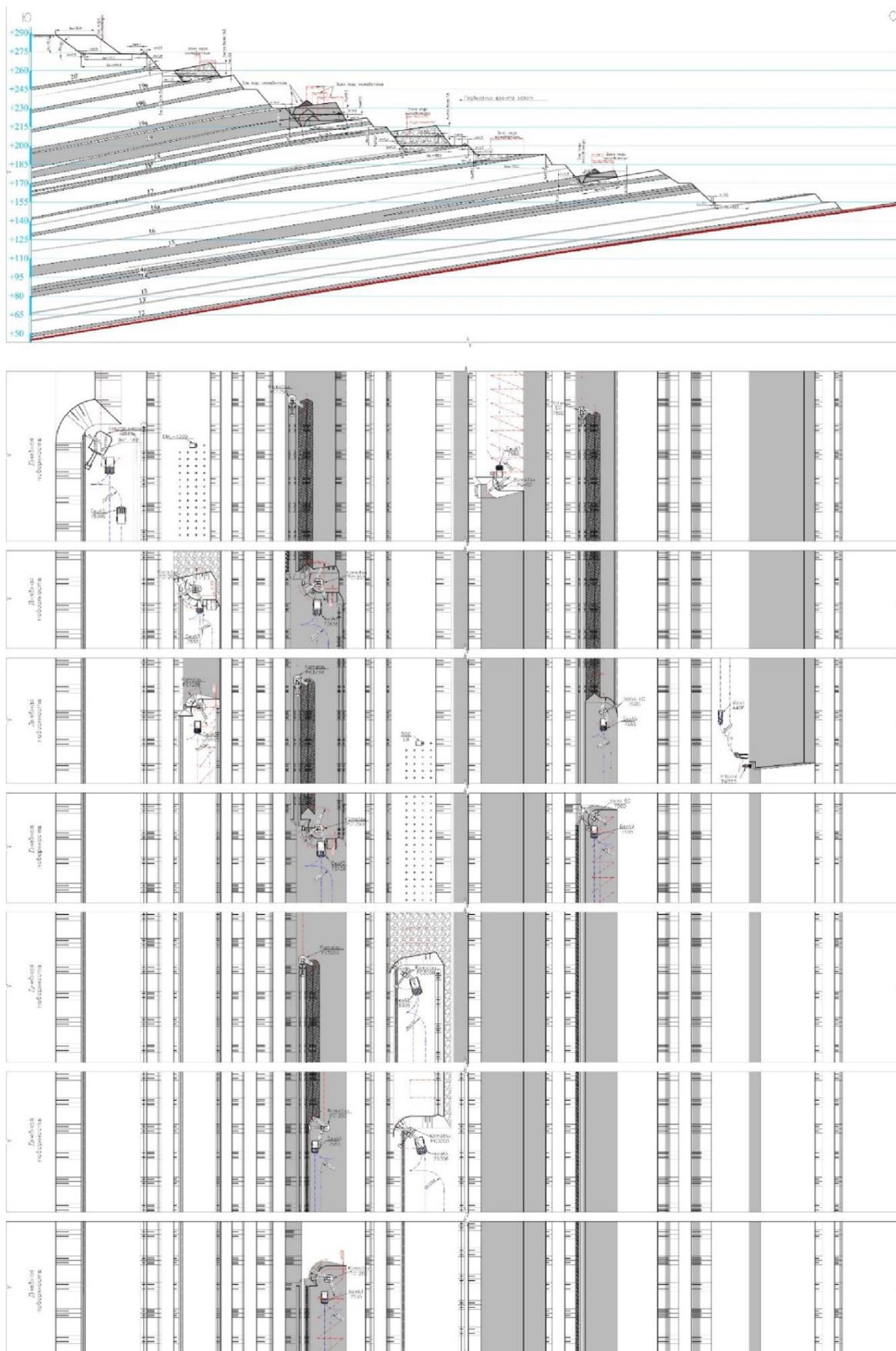


Рис. 1. Общий вид системы разработки



Таблица 1. Годовые производственные показатели работы участка

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение	
		Базовый вариант	Предлагаемый вариант
Годовой объём добычи	тыс. т	4 000	4 000
<i>в том числе: - добыча с пластов 14,14а,15',15,15а,16,16а,17,18',18,18а</i>	тыс. т	2 500	2 500
<i>- добыча с пластов 19,19а,19б</i>	тыс. т	1 500	1 500
Расстояние транспортирования добычи	км	2,4	2,1
<i>в том числе: - средневзвешенное расстояние с пластов 14,14а,15',15,15а,16,16а,17,18',18,18а</i>	км	1,8	1,8
<i>- средневзвешенное расстояние с пластов 19,19а,19б</i>	км	3,4	2,5
Годовой объём вскрыши	тыс.м ³	16 600	16 600
<i>в том числе: - вскрыши с пластов 14,14а,15',15,15а,16,16а,17,18',18,18а</i>	тыс.м ³	10 100	10 100
<i>- вскрыши с пластов 19,19а,19б</i>	тыс.м ³	6 500	6 500
Расстояние транспортирования вскрыши	км	2,7	2,5
<i>в том числе: - средневзвешенное расстояние с пластов 14,14а,15',15,15а,16,16а,17,18',18,18а</i>	км	2,4	2,4
<i>- средневзвешенное расстояние с пластов 19,19а,19б</i>	км	3,2	2,8

Обоснование целесообразности применения схемы вскрытия с использованием транспортных перемычек. Показатели предлагаемого варианта.

В таблицах 2 и 3 представлены параметры грузопотока соответственно вскрышных пород и добычи с рабочих горизонтов по пластам 19, 19а и 19б по базовому и проектному вариантам.

В результате переориентирования грузопотоков расстояние транспортирования вскрышных пород с рабочих горизонтов по пластам 19, 19а и 19б снизится на 0,4 км в проектном варианте по отношению к базовому. 60% вскрышных пород с рабочих горизонтов пластов 19,19а и 19б в проектном варианте будут транспортироваться по транспортной перемычке через центральную часть карьера.

В результате переориентирования грузопотоков расстояние транспортирования угля с рабочих горизонтов по пластам 19, 19а и 19б снизится на 0,9 км в проектном варианте по отношению к базовому. 60% добычи угля с рабочих горизонтов пластов 19,19а и 19б в проектном варианте будут транспортироваться по транспортной перемычке через центральную часть карьера.

В суммарных объёмах добычи и вскрыши по разрезу переориентирование грузопотоков приведёт к снижению расстояния транспортирования вскрыши в течение года на 0,2 км и расстояния транспортирования добычи на 0,3 км по сравнению с базовым вариантом.



Таблица 2. Параметры грузопотока вскрышных пород базового и проектного вариантов с рабочих горизонтов по пластам 19, 19а и 19б

Годовой грузопоток по вскрышке с рабочих горизонтов по пластам 19, 19а и 19б				
Базовый вариант		Объем, млн.м ³	Макс. рассто- яние, км	Среднее рассто- яние, км
ВСЕГО		6,5	3,7	3,2
западный фланг	40% через западный фланг	2,6	3,7	3,35
восточный фланг	60% через восточный фланг	3,9	3,7	3,1
Предлагаемый вариант		Объем, млн.м ³	Макс. рассто- яние, км	Среднее рассто- яние, км
ВСЕГО		6,5	3,3	2,8
западный фланг	20% через западный фланг	1,3	3,3	3,15
восточный фланг	20% через восточный фланг	1,3	2,8	2,65
перемычка	60% через транспортную пе- ремычку	3,9	3,3	2,8

Таблица 3. Параметры грузопотока добычи базового и проектного вариантов с рабочих горизонтов по пластам 19, 19а и 19б

Годовой грузопоток по добыче с рабочих горизонтов по пластам 19, 19а и 19б				
Базовый вариант		Объем, млн.т	Макс. рассто- яние, км	Среднее рассто- яние, км
ВСЕГО		1,5	4,6	3,4
западный фланг	40% через западный фланг	0,6	2,9	2,55
восточный фланг	60% через восточный фланг	0,9	4,6	4,0
Предлагаемый вариант		Объем, млн.т	Макс. рассто- яние, км	Среднее рассто- яние, км
ВСЕГО		1,5	3,3	2,5
западный фланг	20% через западный фланг	0,3	2,5	2,35
восточный фланг	20% через западный фланг	0,3	3,7	3,55
перемычка	60% через транспортную пе- ремычку	0,9	2,6	2,15

Формирование транспортной перемычки

Транспортная перемычка состоит из следующих элементов (рис. 2, рис. 3):

1. Траншея, пройденная по коренным породам кровли пластов 16, 16а, 17 (ПК0-ПК4+15).
2. Насыпная транспортная призма (ПК4+15-ПК6+60).
3. Горизонтальная площадка (ПК6+60-ПК7).
4. Два съезда (в северо-восточном и северо-западном направлениях) по четвертичным отложениям от существующих дорог на поверхности (ПК7-ПК11+95 и ПК7-ПК12'+65).

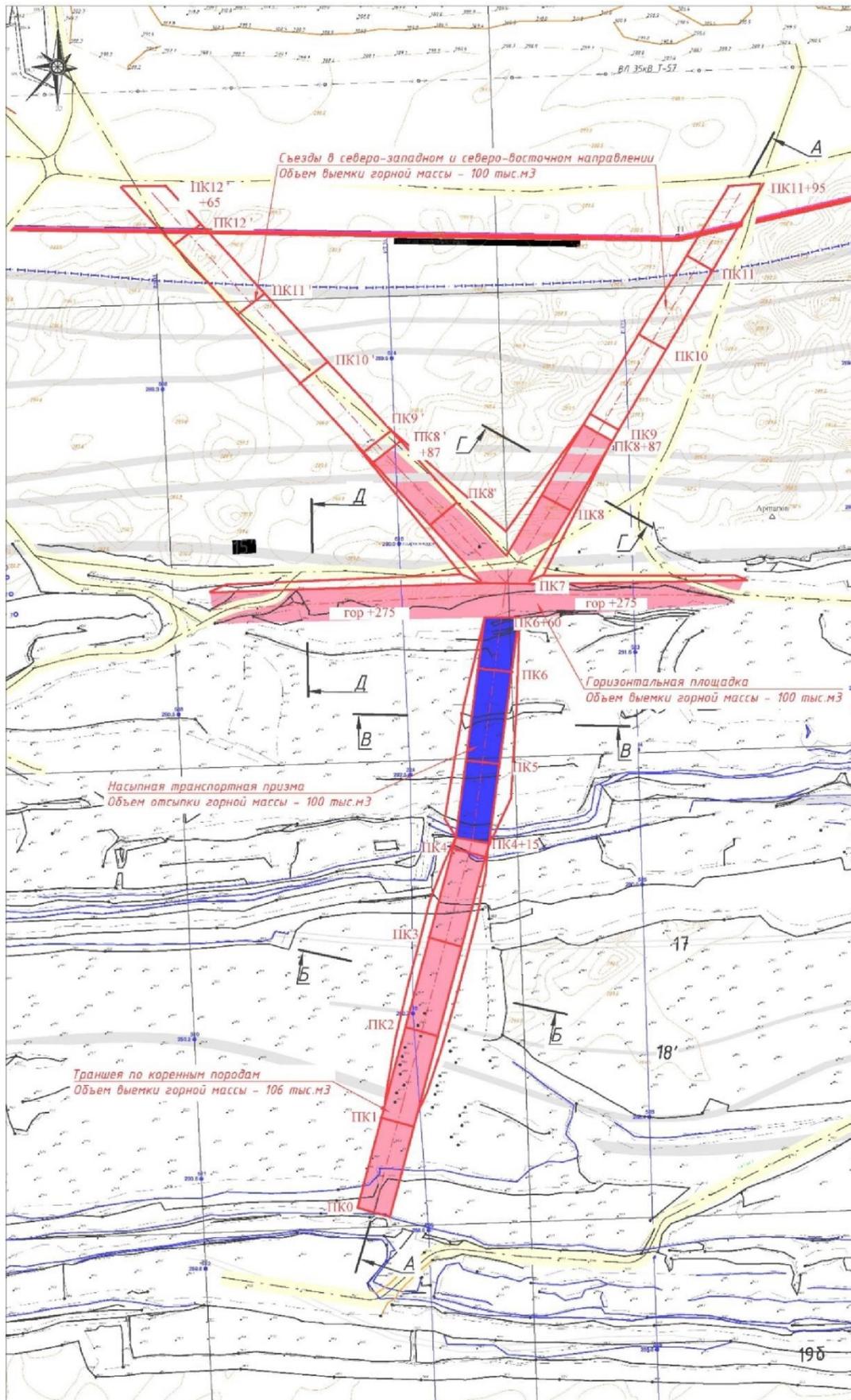


Рис. 2. Схема формирования транспортной перемычки

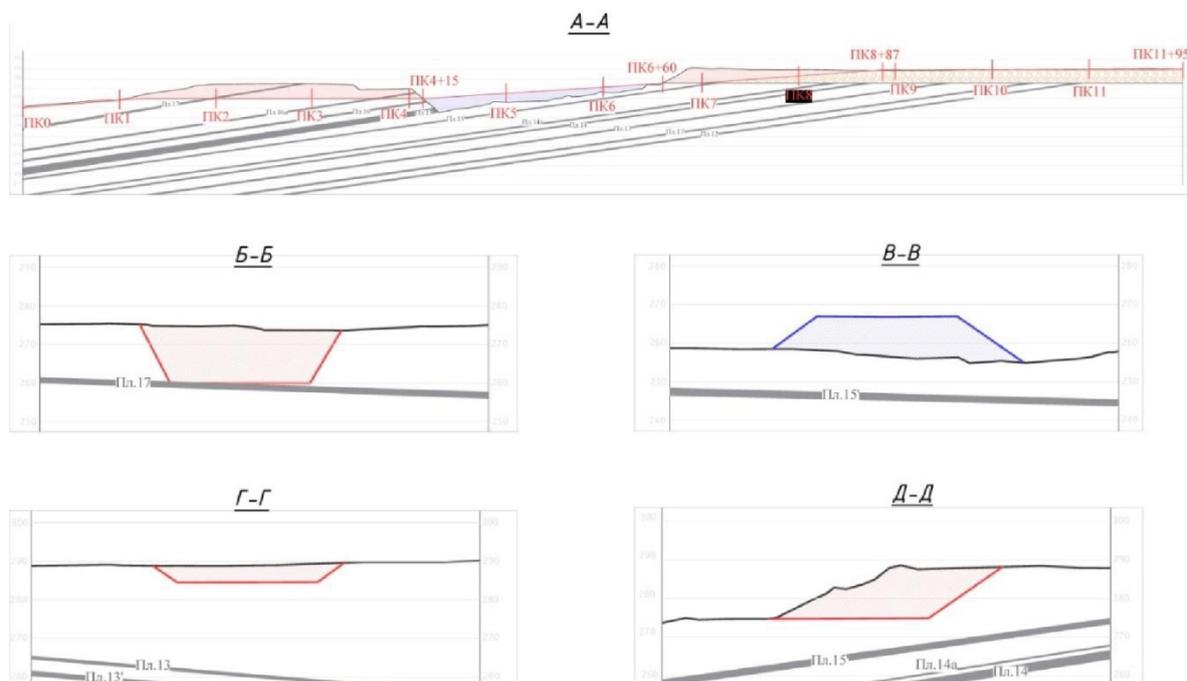


Рис. 3. Продольный и поперечные профили транспортной перемычки

Основные параметры транспортной перемычки представлены в таблице 5.

Таблица 5. Параметры транспортной перемычки

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Общая протяженность		
- со съездов в северо-восточном направлении	м	1195
- со съездом в северо-западном направлении	м	1265
Ширина по низу	м	36
Объем выемки горной массы	тыс.м ³	306
Объем насыпи	тыс.м ³	100

Формирование траншей по коренным породам (ПК0-ПК4+15)

Формирование траншеи по коренным породам будет производиться со стороны разрезной траншеи по пласту 19 в северном направлении с ПК0 (+252) до ПК1 (+260) с уклоном 80 % и с ПК1 (+260) до ПК4+15 (+260) на одном уровне.

Глубина траншеи не будет превышать 15 м. Выемка горной массы будет производиться экскаватором РС-1250 двумя подступами. Высота верхнего подступа – 10 м. Высота нижнего подступа – 5 м.

Погрузка в автосамосвалы БелАЗ-7555 будет осуществляться ниже уровня стояния экскаватора. Установка самосвалов под погрузку – тупиковая.

Вскрышные породы траншеи будут вывозиться на внешний отвал (расстояние транспортирования – 3,1 км), попутная добыча (пласты 16а, 17) на перегрузочный пункт угля (расстояние транспортирования – 3,2 км). Основные параметры траншеи, пройденной по коренным породам, представлены в таблице 6.



Таблица 6. Параметры траншеи, пройденной по коренным породам.

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
Объем вынимаемой горной массы, необходимый для формирования траншеи	тыс.м ³	106
в том числе объем попутной добычи (пл. 17,16а)	тыс.м ³	6
	тыс.т	8
Длина траншеи	м	415,0
Ширина траншеи по низу	м	36,0
Угол откоса (устойчивый угол откоса борта уступа)	град	57
Продольный уклон		
- с ПК0 до ПК1	‰	80
- с ПК1 до ПК4+15	‰	0

Ширина траншеи по низу не должна быть меньше необходимой ширины из условий разворота самосвалов при тупиковой установке под погрузку.

$$B_{pT} \geq R + 0,5d + 0,5L + 2m, \quad (1)$$

где R – радиус разворота самосвала БелАЗ-7555, м; d – ширина кузова, м; L – длина автосамосвала, м; m – минимальное расстояние между транспортом и нижней бровкой траншеи, м;
 $B_{pT} \geq 9,0 + 0,5 \cdot 5,08 + 0,5 \cdot 9,2 + 2 \cdot 2 \geq 22,68$ м;

Ширина траншеи будет равна ширине автодороги. Основные параметры внутрикарьерной автомобильной дороги, расположенной в траншее по коренным породам, представлены в таблице 7.

Таблица 7. Параметры автодороги, расположенной в траншее, при использовании автосамосвалов Caterpillar-777E

Категория автодороги	-	I-к
Число полос движения	шт	2
Максимальный продольный уклон	‰	80
Ширина проезжей части	м	23,0
Поперечный уклон проезжей части	‰	30
Ширина обочины (2 шт)	м	1,5
Поперечный уклон обочин	‰	50
Ширина водоотводной канавы по верху (2 шт)	м	4,0
Ширина закуветной полки (2 шт), м	e	1,0
Расчетная ширина, м	B	36,0
Принимаемая ширина, м	B	36,0

На рис. 4 показаны параметры автодорог, создаваемых в траншеях и на транспортной перемычке.

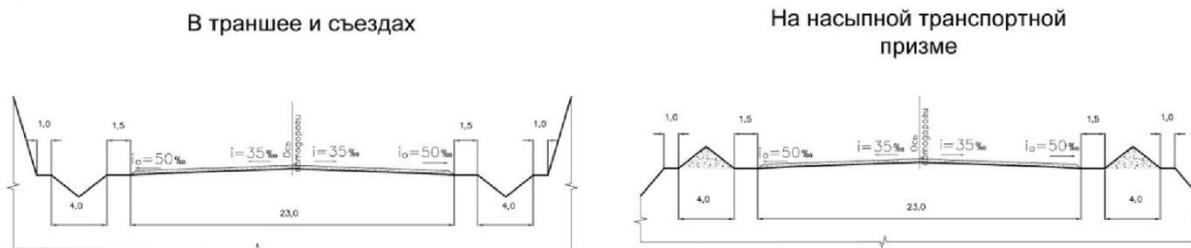


Рис. 4. Схемы к определению ширины карьерных автодорог



Продолжительность работ по выемке горной массы составит 11 календарных дней. Общая продолжительность работ по формированию траншеи (с учётом буровзрывных и бульдозерных работ) составит 21 календарный день с момента начала.

Бурение скважин характеризуется относительным показателем трудности бурения породы P_6 (по В. В. Ржевскому):

$$P_6 = 0,07 \cdot (\sigma_{сж} + \sigma_{сдв}) + 0,7 \cdot \gamma, \quad (2)$$

где $\sigma_{сж}$, $\sigma_{сдв}$ – пределы прочности горной породы соответственно на сжатие и сдвиг, МПа; γ – плотность породы, т/м³.

Результаты расчета относительного показателя трудности бурения представлены в таблице 8.

Таблица 8. Результаты расчета относительного показателя трудности бурения

Тип породы	Плотность породы, т/м ³	Сопротивление сжатию, МПа	Сопротивление сдвигу, МПа	Относительный показатель трудности бурения
Песчаники окремненные	2,30	73,5	8,0	7,3
Алевролиты	2,43	65,6	7,4	6,8
Аргиллиты	2,47	58,1	7,3	6,3
Гравелиты	2,48	55,6	-	5,6
Угли	1,26	26,9	2,2	2,9

Относительный показатель трудности бурения P_6 принимается для наиболее встречающихся пород (алевролит). Породам с пределом прочности на сжатие, равным 70 МПа, соответствует III категория по блочности. При вместимости ковша экскаватора 6,7 м³ и III категории пород по блочности рациональный диаметр скважин (d) составляет 0,200 м.

Параметры буровзрывных работ представлены в таблице 9.

Таблица 9. Результаты расчета параметров буровзрывных работ

Параметры	Значение
Прочность пород, МПа	65,6
Диаметр скважин, м	0,200
Взрывчатое вещество	Граммонит 79/21
Показатель относительной эффективности ВВ	0,95
Средний диаметр естественной отдельности, м	1,3
Рациональная степень взрывного дробления	1,7
Удельный расход ВВ, кг/м ³	0,5
Угол наклона скважин	90°
Сетка скважин	Прямоугольная
Диаметр скважин, м	0,200
Длина скважин (макс), м	16
Длина забойки, м	1,2
Длина заряда ВВ (макс), м	14,8
Вместимость 1 м скважины, кг/м	29,8
Масса скважинного заряда (макс), кг	441
Расстояние между скважинами в ряду, м	5,0
Расстояние между рядами скважин, м	5,0
Ширина буровзрывной заходки, м	55,0
Число рядов скважин	11
Объём буровых работ, п.м.	4000
Объём взрывных работ, тыс.м ³	100



Формирование горизонтальной площадки (ПК6+60-ПК7).

Формирование горизонтальной площадки будет производиться со стороны внутрикарьерной автодороги, расположенной в 250 метрах восточнее ПК7 на почве пласта 15. Это позволит транспортировать вынимаемую горную массу на отвал «Северный» через восточный фланг. Расстояние транспортирования составит 2,3 км.

Выемка горной массы будет производиться экскаватором Komatsu PC-1250. Направление хода экскаватора – с востока на запад по горизонтальной отметке +275. Длина экскаваторного блока составляет 40 метров (с ПК6+60 до ПК7). Транспортирование горной массы будет производится самосвалами БелАЗ-7555. Высота уступа не будет превышать 15 метров.

Продолжительность экскаваторных работ составит 9 календарных дней.

Основные параметры горизонтальной площадки представлены в таблице 10.

Таблица 10. Параметры горизонтальной площадки

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
Объём выемки ПГС	тыс.м ³	100
Ширина площадки	м	40,0
Протяжённость в западном направлении	м	320,0
Протяжённость в восточном направлении	м	250,0

Назначение горизонтальной площадки – обеспечение соединения с карьерными автодорогами в западном и восточном направлении и сохранение существующих грузопотоков с траншеи 15 пласта, а также организация системы съездов для дальнейшей отработки пласта 15⁷.

На горизонтальной площадке будет размещена внутрикарьерная автомобильная дорога. Внутрикарьерные и отвальные автомобильные дороги относятся к категории «к» – автомобильные дороги открытых горных разработок. Исходя из расчетного годового объема перевозок, постоянные внутриплощадочные карьерные автодороги относятся к категории I-к. Согласно таблицы 48 СНИП 2.05.07-91 «Промышленный транспорт» ширина проезжей части для двухполосных дорог, самосвалов с максимальным габаритом по ширине 6,40 метра должна быть не менее 19 метров. Принимаем ширину проезжей части 27 метров. Основные параметры внутрикарьерной автодороги, расположенной на горизонтальной площадке, рассчитаны исходя из категории дорог, параметров применяемых автосамосвалов и представлены в таблице 11.

Таблица 11. Параметры внутрикарьерной автодороги на горизонтальной площадке

Категория автодороги	-	I-к
Число полос движения	шт	2
Продольный уклон	‰	0
Ширина проезжей части, м	<i>a</i>	27,0
Поперечный уклон проезжей части	‰	30
Ширина обочины (2 шт), м	<i>b</i>	1,5
Поперечный уклон обочин	‰	50
Высота удерживающего вала (не менее), м	<i>h_{ев}</i>	1,4
Ширина удерживающего грунтового вала, м	<i>d_{ев}</i>	4,0
Расстояние от внешней бровки вала до бровки откоса, м	<i>z</i>	1,0
Ширина водоотводной канавы по верху, м	<i>c</i>	4,0
Ширина заковетной полки, м	<i>e</i>	1,0
Расчетная ширина, м	<i>B</i>	40,0
Принимаемая ширина, м	<i>B</i>	40,0



Формирование съездов в северо-восточном и северо-западном направлениях по четвертичным отложениям от существующих дорог на поверхности (ПК7-ПК11+95 и ПК7-ПК12'+65)

Формирование съездов будет производиться со стороны горизонтальной площадки ПК7 (+275) в северном направлении. Длина съезда в северо-восточном направлении составит 495 м (ПК7-ПК11+95). Длина съезда в северо-западном направлении составит 565 м (ПК7-ПК12'+65). Выемка горной массы будет производиться экскаватором РС-1250. Высота уступа не будет превышать 15 м. Вынимаемая горная масса (четвертичные отложения) будет использоваться для отсыпки транспортной призмы. Транспортирование будет осуществляться самосвалами БелАЗ-7555. Расстояние транспортирования 0,35 км. Продолжительность экскаваторных работ по формированию съездов составит 9 календарных дней. Основные параметры съездов представлены в таблице 12. Ширина съездов будет равна ширине автодороги, параметры которой представлены в таблице 13.

Таблица 12. Параметры съездов, формируемых по четвертичным отложениям

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
Объём выемки ПГС	тыс.м ³	100
Ширина по низу	м	36,0
Максимальная высота уступа	м	15,0
Угол откоса (устойчивый угол уступа для четвертичных отложений)	град	37
Продольный уклон		
- с ПК7 до ПК8+87	‰	80
- с ПК8+87 до ПК11+95	‰	0
- с ПК7 до ПК8'+87	‰	80
- с ПК8'+87 до ПК12'+65	‰	0

Таблица 13. Параметры автодороги, расположенной на съездах

Категория автодороги	-	I-к
Число полос движения	шт	2
Наибольший продольный уклон	‰	80
Ширина проезжей части	м	23,0
Поперечный уклон проезжей части	‰	30
Ширина обочины (2 шт)	м	1,5
Поперечный уклон обочин	‰	50
Ширина водоотводной канавы по верху (2 шт)	м	4,0
Ширина закуветной полки (2 шт), м	е	1,0
Расчетная ширина, м	B	36,0
Принимаемая ширина, м	B	36,0

Ширина траншеи по низу не должна быть меньше необходимой ширины из условий разворота самосвалов при тупиковой установке под погрузку.

$$B_{pT} \geq R + 0,5d + 0,5L + 2m, \quad (4)$$

где R – радиус разворота самосвала БелАЗ-7555, м; d – ширина кузова, м; L – длина автосамосвала, м; m – минимальное расстояние между транспортом и нижней бровкой траншеи, м.

$$B_{pT} \geq 9,0 + 0,5 * 5,08 + 0,5 * 9,2 + 2 * 2 \geq 22,68 \text{ м.}$$

Формирование насыпной транспортной призмы (ПК4+15-ПК6+60).



Формирование насыпной призмы будет производиться со стороны горизонтальной площадки в сторону траншеи по коренным породам в южном направлении с ПК6+60 (+275) до ПК4+15 (+260) с уклоном 65 ‰.

Максимальная высота отсыпки призмы составит 15 м.

Формирование насыпной призмы будет производиться четвертичными отложениями (ПГС). Выемка ПГС будет осуществляться экскаватором Komatsu PC-1250 при формировании съездов (в северо-восточном и северо-западном направлении). Транспортировку ПГС на отсыпку будем производить самосвалами БелАЗ-7555. Объем отсыпки – 100 тыс.м³. Среднее расстояние транспортирования 0,35 км. Планировку насыпной транспортной призмы будем производить бульдозером Komatsu D-375.

Продолжительность работ составит 9 календарных суток с момента начала.

Основные параметры насыпной призмы представлены в таблице 14.

Таблица 14. Параметры насыпной призмы

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
Объем вскрышных пород, необходимый для отсыпки призмы	тыс.м ³	100
Среднее расстояние транспортирования самосвалами	м	350
Ширина по верху	м	36
Максимальная высота отсыпки	м	15
Угол откоса (естественный угол откоса)	град	37

На призме будет размещена внутрикарьерная автомобильная дорога.

Основные параметры внутрикарьерной автодороги, расположенной на насыпной транспортной призме, рассчитаны исходя из категории дорог, параметров применяемых автосамосвалов и представлены в таблице 15.

Таблица 15. Параметры внутрикарьерной автодороги, расположенной на насыпной призме, при использовании автосамосвалов Caterpillar-777E

Категория автодороги	-	I-к
Число полос движения	шт	2
Продольный уклон	‰	65
Ширина проезжей части, м	<i>a</i>	23,0
Поперечный уклон проезжей части	‰	30
Ширина обочины (2 шт), м	<i>b</i>	1,5
Поперечный уклон обочин	‰	50
Высота удерживающего вала (не менее), м	<i>h_{ев}</i>	1,4
Ширина удерживающего грунтового вала (2 шт), м	<i>d_{ев}</i>	4,0
Расстояние от внешней бровки вала до бровки откоса (2 шт), м	<i>z</i>	1,0
Расчетная ширина, м	<i>B</i>	36,0
Принимаемая ширина, м	<i>B</i>	36,0

Для построения календарного графика работ был выполнен расчет производительности бурового станка и экскаватора. Результаты расчета производительности экскаватора Komatsu PC1250 представлены в табл. 16.



Таблица 16. Производительность РС-1250 при формировании горизонтальной площадки, съездов и траншеи

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение	
		Площадка, съезды	Траншея
Тип пород	-	Четвертичные	Коренные
Объемная масса пород	т/м ³	1,7	2,4
Категория пород по трудности экскавации	-	II	IV
Вместимость ковша экскаватора	м ³	6,7	6,7
Марка автосамосвала	-	БелАЗ-7555	
Грузоподъемность автосамосвала	т	50	50
Геометрическая емкость кузова с шапкой	м ³	32	32
Вместимость ковша экскаватора в целике	м ³	7,5	6,0
Вместимость кузова автосамосвала в целике	м ³	26	23
Коэффициент разрыхления породы	-	1,25	1,38
Коэффициент наполнения ковша экскаватора	-	1,40	1,24
Коэффициент экскавации	-	1,12	0,90
Объем горной массы, перевозимой автосамосвалом	м ³	26	23
Оперативное время на цикл экскавации	с	26	26
Количество циклов экскаватора при погрузке	шт	4	4
Время погрузки транспортной единицы	мин	1,7	1,7
Время установки транспортной единицы под погрузку	мин	1,1	1,1
Время ожидания транспорта	мин/рейс	0,15	0,15
Рабочее время смены:			
- продолжительность смены	мин	720	720
- подготовительно-заключительные операции	мин	30	30
- подчистка подъезда к экскаватору	мин	15	15
- время на личные надобности	мин	15	15
- время на обед	мин	30	30
- время чистой работы экскаватора	мин	630	630
Количество смен в сутки	шт	2	2
Количество погружаемых транспортных единиц в смену	шт	214	214
Количество суток в год:			
- работы участка	сут	365	365
- простоев экскаваторов в ремонтах	сут	22	22
- простоев по метеоусловиям	сут	7	7
- перегонов экскаватора	сут	5	5
- чистой работы экскаватора	сут	331	331
Поправочные коэффициенты на условия работы:	-	1	1
Эксплуатационная производительность:			
- сменная	м ³ /см	5564	4922
- суточная	м ³ /сут	11128	9844
- месячная	тыс.м ³ /мес	335	296
- годовая	тыс.м ³ /год	3683	3258
Вынимаемый объем горной массы	тыс.м ³	100	106
Время чистой работы	час	189	213
Календарное время работы	сут	9	11



Календарный график и порядок выполнения работ по формированию транспортной перемычки

Для увеличения темпов работ, в сооружении траншеи по коренным породам, горизонтальной площадки и съездов в северо-восточном и северо-западном направлениях будут задействованы 2 единицы экскаватора Komatsu PC-1250. На рис. 6 представлен календарный график выполнения работ по формированию транспортной перемычки.

Этап работ	Наименование работ	Календарные дни с начала работ																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Горизонтальная площадка	Выемка горной массы	■																				
	Бульдозерные работы	■																				
Съезды на северо-восток и северо-запад	Выемка горной массы	■																				
	Бульдозерные работы	■																				
Насыпная транспортная призма	Завозка горной массы на отсыпку призмы	■																				
	Бульдозерные работы	■																				
Траншея по коренным породам	Бурение	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Заряжание, взрывание																					
	Вывозка горной массы																					
	Бульдозерные работы																					

Рис. 6. Календарный график выполнения работ по формированию транспортной перемычки

Экскаватором PC-1250 производим выемку ПГС, формируя горизонтальную площадку. Формирование горизонтальной площадки будет производиться со стороны внутрикарьерной автодороги, расположенной в 250 метрах восточнее ПК7 (+275), которая соединена съездом с существующими автодорогами. Вынимаемый объем ПГС будет транспортироваться самосвалами БелАЗ-7555 на отвал «Северный». Расстояние транспортирования составит 2,3 км. Продолжительность работ по формированию горизонтальной площадки составит 10 суток.

На 11-е сутки, по окончании работ по формированию горизонтальной площадки, экскаватором PC-1250 начинаем формирование съездов в северо-восточном и северо-западном направлениях. Вынимаемый объем ПГС будет транспортироваться самосвалами БелАЗ-7555 на расстояние 0,35 км в южном направлении для формирования насыпной транспортной призмы. Продолжительность работ по формированию съездов составит 10 суток. Продолжительность работ по формированию насыпной транспортной призмы составит 9 суток.

Одновременно с производством работ по формированию горизонтальной площадки, съездов и транспортной призмы, производятся работы по формированию траншеи по коренным породам. Продолжительность работ по формированию траншеи составит 21 сутки.

Таким образом, на формирование транспортной перемычки понадобится 21 сутки с момента начала работ.

Расчет эффективности применения схемы вскрытия с использованием транспортной перемычки

Применение схемы вскрытия с использованием транспортной перемычки позволит увеличить производительность парка самосвалов, и, как следствие – выполнить запланированные годовые объемы производства меньшим количеством единиц техники.

В таблице 17 приведены нормы выработки на транспортирование горной массы при погрузке автосамосвалов БелАЗ-7555 экскаватором PC-1250 с емкостью ковша 6,7 м³ и автосамосвалов САТ 77Е экскаватором PC-3000 с емкостью ковша 15 м³.



Таблица 17. Нормы выработки на транспортирование горной массы при погрузке автосамосвалов БелАЗ-7555 экскаватором РС-1250 с ковшом 6,7 м³ и автосамосвалов САТ 777Е экскаватором РС-3000 с емкостью ковша 15 м³.

Расстояние, км	Погрузка экскаватором РС-3000 (15 м ³) Cat-777			
	Сменная норма рейсов (50% II кат + 30% III кат+20% IV кат)	кол-во <u>дней</u> <u>ТО и ППР</u> за месяц	кол-во <u>дней</u> <u>в работе</u> за месяц	Норма выработки за месяц, м ³ /мес
				(50% II кат + 30% III кат+20% IV кат)
Объем породы в кузове (в целике), м ³				43
1,01-1,2	62	1,5	28,9	153 201
1,21-1,4	57	1,5	28,9	141 056
1,41-1,6	53	1,5	28,9	130 583
1,61-1,8	49	1,5	28,9	121 867
1,81-2,0	46	1,5	28,9	114 406
2,01-2,3	44	1,5	28,9	108 877
2,31-2,6	40	1,5	28,9	100 041
2,61-2,9	37	1,5	28,9	92 409
2,91-3,2	35	1,5	28,9	86 107
3,21-3,5	32	1,5	28,9	80 170
3,51-3,9	30	1,5	28,9	75 483
3,91-4,3	28	1,5	28,9	69 912
4,31-4,7	26	1,5	28,9	65 072
4,71-5,1	24	1,5	28,9	60 793
5,11-5,5	23	1,5	28,9	57 107
5,51-5,9	22	1,5	28,9	53 901
Расстояние, км	Погрузка экскаватором РС-1250 (6,7 м ³) БелАЗ-7555			
	Сменная норма рейсов (50% II кат + 30% III кат+20% IV кат)	кол-во <u>дней</u> <u>ТО и ППР</u> за месяц	кол-во <u>дней</u> <u>в работе</u> за месяц	Норма выработки за месяц, м ³ /мес
				(50% II кат + 30% III кат+20% IV кат)
Объем породы в кузове (в целике), м ³				23
1,01-1,2	45	1,5	28,9	59 782
1,21-1,4	42	1,5	28,9	55 796
1,41-1,6	39	1,5	28,9	51 811
1,61-1,8	37	1,5	28,9	49 154
1,81-2,0	35	1,5	28,9	46 497
2,01-2,3	34	1,5	28,9	45 700
2,31-2,6	34	1,5	28,9	44 637
2,61-2,9	32	1,5	28,9	42 511
2,91-3,2	30	1,5	28,9	39 854
3,21-3,5	28	1,5	28,9	37 197
3,51-3,9	27	1,5	28,9	35 869
3,91-4,3	26	1,5	28,9	34 540
4,31-4,7	24	1,5	28,9	31 884
4,71-5,1	22	1,5	28,9	29 227
5,11-5,5	20	1,5	28,9	26 570
5,51-5,9	19	1,5	28,9	25 241



Дефицит провозной способности компенсируется привлечением технологического транспорта подрядной организации. Расчёт провозной способности парка самосвалов по транспортировке вскрышных пород с учётом привлечённого транспорта представлен в таблице 18.

Таблица 18. Расчёт провозной способности парка самосвалов по транспортировке вскрышных пород

Наименование показателя	Базовый вариант	Предлагаемый вариант
Годовой объём вскрыши, тыс.м ³	16600	16600
Расстояние транспортирования вскрыши, км	2,7	2,5
Годовая провозная способность парка самосвалов САТ-777 (6 единиц), тыс.м ³ /год	6653	7203
Годовая провозная способность парка самосвалов БелАЗ-7555 (6 единиц), тыс.м ³ /год	3061	3214
Объём перевозок самосвалами подрядчика, тыс.м ³ /год	6886	6183

Уменьшение расстояния транспортирования горной массы принесёт двойной эффект:

1. Уменьшение грузооборота, и, как следствие – снижение условно-переменных расходов на транспортировку (ГСМ, сдельная заработная плата, начисления на ФОТ, шины).
2. За счёт снижения расстояния транспортировки в проектном варианте увеличивается объём перевозки вскрыши парком самосвалов ООО «Разрез Аршановский». Соответственно, снижается объём перевозок силами подрядчика с более высокой расценкой.

Для расчёта экономического эффекта был произведён расчёт затрат на формирование транспортной перемычки по почве пласта 15. Для этого необходимо произвести расчёт себестоимости: 1 моточаса работы бульдозера Komatsu D-375; экскавации 1 м³ горной массы Komatsu PC-1250; транспортирования 1 м³ горной массы самосвалом БелАЗ-7555. В таблицах 19-21 приведены итоги расчёта вышеуказанных показателей.

Таблица 19. Себестоимость экскавации 1 м³ горной массы экскаватором Komatsu PC-1250

Наименование	Ед. изм.	Значение
Объём экскавации	м ³ /мес	340 000
Балансовая стоимость экскаватора	тыс.₽	55 838
Срок полезного использования	мес	121
Амортизация	тыс.₽/мес	461
Резерв на ремонты	% БС	0,41
Расходы на ремонты	тыс.₽/мес	231
Норма расхода ДТ	л/1000м ³	213
Средняя стоимость ДТ без НДС	₽/л	38,1
Объёмный вес ДТ	кг/л	0,87
Расходы на ДТ	тыс.₽/мес	2 757
Расходы на ТО	тыс.₽/мес	404
Среднемесячная ЗП машиниста	тыс.₽/чел	65
ФОТ	тыс.₽/мес	293
Страховые взносы	%	40,1
Страховые взносы на ФОТ	тыс.₽/мес	117
ОСАГО, КАСКО	тыс.₽/мес	10
ИТОГО расходы	тыс.₽/мес	4 273
	₽/м ³	12,57



Таблица 20. Себестоимость 1 моточаса бульдозера Komatsu D-375

Наименование	Ед. изм.	Значение
Количество моточасов в месяц	м-час/мес	573
Балансовая стоимость бульдозера	тыс. ₺	52 042
Срок полезного использования	мес	121
Амортизация	тыс. ₺/мес	430
Резерв на ремонты	% БС	0,41
Расходы на ремонты	тыс. ₺/мес	215
Норма расхода ДТ	л/м-час	59
Средняя стоимость ДТ без НДС	₺/л	38,1
Расходы на ДТ	тыс. ₺/мес	1 280
Расходы на ТО	тыс. ₺/мес	350
Среднемесячная ЗП машиниста	тыс. ₺/чел	50
Численность экипажа (с подменными)	чел	4,5
ФОТ	тыс. ₺/мес	225
Страховые взносы	%	40,1
Страховые взносы на ФОТ	тыс. ₺/мес	90
ОСАГО, КАСКО	тыс. ₺/мес	10
ИТОГО расходы	тыс. ₺/мес	2 601
	₺/м-час	4 541

Таблица 21. Себестоимость транспортирования 1 м³ горной массы самосвалами БелАЗ-7555 и Cat-777E

Наименование	Ед. изм.	Расстояние транспортирования, км				
		БелАЗ-7555			CAT-777	
		0,31-0,40	2,31-2,60	2,61-2,90	2,31-2,6	2,61-2,90
Объем транспортировки	м ³ /мес	90263	44637	42511	100041	92409
Количество рейсов	рейс/мес	3924	1941	1848	2327	2149
Грузооборот за месяц	тыс. ткм/мес	70	241	257	539	559
Пробег за месяц (с учетом холостого пробега – 5%)	км/мес	2884	9985	10674	11970	12411
Балансовая стоимость самосвала	тыс. р	29000	29000	29000	66236	66236
Срок полезного использования	мес.	85	85	85	121	121
Амортизация	тыс. руб/мес	341	341	341	547	547
Резерв на ремонты	% БС	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Расходы на ремонты	тыс. руб/мес	120	120	120	274	274
Норма расхода ДТ	л/100 км	416	231	231	399	399
	г/ткм	150	83	83	77	77
Средняя стоимость ДТ без НДС	руб/л	38,1	38,1	38,1	38,1	38,1
Расходы на ДТ	тыс.руб/мес	457	880	940	1821	1888
Расходы на ТО	тыс.руб/мес	115	115	115	285	285
Норма расхода автошин	шт/10000км	6	6	6	6	6
Средняя стоимость шины	тыс.руб/шт	541	541	541	983	983
Расходы на автошины	тыс.руб/мес	94	324	346	706	732
Среднемесячная ЗП водителя	тыс.руб/чел	50	50	50	60	60
Численность экипажа (с подменными)	чел.	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
ФОТ	тыс.руб/мес	225	225	225	270	270
Страховые взносы	%	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1
Страховые взносы на ФОТ	тыс.руб/мес	90	90	90	108	108
Итого расходы	тыс.руб/мес	1477	2130	2213	4062	4155
	руб/ткм	21,3	8,9	8,6	7,5	7,4
	руб/м ³	16,37	47,71	52,05	40,60	44,96



Буровзрывные работы производятся силами подрядной организации. Стоимость комплексной услуги (бурение+заряжание+взрывание) при удельном расходе ВВ 0,5 кг/м³ составляет 31,00 ₪/м³. Расчёт затрат приведен в таблице 22.

Таблица 22. Расчёт затрат на формирование транспортной перемычки по почве пласта 15

Этап работ	Наименование работ	Объем, тыс.м ³	Часы работы	Расценка, руб/м ³ (руб/час)	Расходы		
					По видам работ, тыс.руб.	По этапу работ, тыс.руб.	Удельные, руб/м ³
Горизонтальная площадка	Выемка горной массы	100		12,57	1257	6553	65,53
	Транспортирование горной массы	100		52,05	5205		
	Бульдозерные работы		20	4541	91		
Насыпная транспортная призма	Завозка горной массы на отсыпку призмы	100		16,37	1637	2493	24,93
	Бульдозерные работы		189	4541	857		
Съезды на северо-восток и северо-запад	Выемка горной массы	100		12,57	1257	1348	13,48
	Бульдозерные работы		20	4541	91		
Траншея по коренным породам	Бурение	100		31,00	3100	10041	94,72
	Заряжание, взрывание						
	Выемка горной массы	106		12,57	1332		
	Транспортирование горной массы	106		52,05	5518		
	Бульдозерные работы		20	4541	91		
Итого затраты на формирование транспортной перемычки						20434	66,78

Итого расходы на формирование транспортной перемычки составят 20 434 тыс.₪

Расчёт экономического эффекта от применения схемы вскрытия с использованием транспортной перемычки

Как было сказано выше, дефицит провозной способности парка самосвалов разреза «Аршановский» компенсируется за счёт привлечения подрядных организаций для транспортирования горной массы. Расценка подрядчика на перевозку угля при расстоянии более 2,0 км составляет 11,0 ₪/ткм. Расценки подрядчика на транспортирование вскрышных пород приведены в таблице 23.

Таблица 23. Расценки подрядной организации на транспортирование вскрышных пород.

Расстояние, км	Расценка, ₪/м ³
2,31-2,6	50,42
2,61-2,9	52,33

Было произведено сравнение расходов на транспортировку горной массы в базовом и предлагаемом варианте, результаты расчетов приведены в табл. 24.



Таблица 24. Сравнение расходов на транспортирование горной массы базового и предложенного вариантов

Наименование показателя	Ед. изм.	Базовый вариант	Предлагаемый вариант
Годовой объём вскрыши	тыс.м ³ /год	16 600	16 600
	тыс.₽	818 785	757 553
Расстояние транспортирования вскрыши	км	2,7	2,5
Годовая провозная способность парка самосвалов САТ-777 (6 единиц)	тыс.м ³ /год	6 653	7 203
	тыс.₽	299 148	292 448
Годовая провозная способность парка самосвалов БелАЗ-7555 (6 единиц)	тыс.м ³ /год	3 061	3 214
	тыс.₽	159 323	153 344
Объём перевозок самосвалами подрядчика	тыс.м ³ /год	6 886	6 183
	тыс.₽	360 314	311 761
Годовой объём добычи	тыс.т/год	4 000	4 000
Расстояние транспортирования добычи	км	2,4	2,1
Объём перевозок самосвалами подрядчика	тыс.т/год	4 000	4 000
	тыс.₽	105 600	90 750
Итого затраты на перевозку горной массы	тыс.₽	924 385	848 303

В результате уменьшения расстояния транспортирования в проектом варианте произойдёт снижение расходов на транспортировку горной массы на 76 082 тыс.₽. Расходы на формирование транспортной перемычки составят 20 434 тыс.₽. В таблице 25 произведён расчёт эффекта от применения схемы вскрытия с использованием транспортной перемычки.

Таблица 25. Эффект от применения схемы вскрытия с использованием транспортной перемычки.

Наименование показателя	Ед. изм.	Эффект («+» - перерасход, «-» - экономия)
Снижение расстояния транспортирования добычи	км	-0,3
	тыс.₽	-14850
Снижение расстояния транспортирования вскрыши	км	-0,2
	тыс.₽	-61232
Выемка горной массы при формировании транспортной перемычки	км	+306
	тыс.₽	+20434
Суммарный эффект	тыс.₽	-55648
Срок окупаемости	мес.	4,4



Суммарный эффект от применения схемы вскрытия с использованием транспортных перемычек за год составляет 55 648 тыс.₽. При этом срок окупаемости расходов по формированию транспортной перемычки составляет менее 5 месяцев.

Завершающим этапом работы является оценка влияния использования транспортных перемычек на полную себестоимость добычи угля. В таблице 26 приведены результаты этих расчетов.

Таблица 26. Влияние применения схемы вскрытия с использованием транспортных перемычек на полную себестоимость добычи угля.

Наименование	Базовый вариант		Предлагаемый вариант	
	тыс.м ³	тыс.₽	тыс.м ³	тыс.₽
Полная себестоимость 2017 года, ₽/т	1 050			
Транспортирование вскрышных пород (собственный транспорт)	9 714	458 471	10 417	445 792
Средневзвешенное расстояние	2,7		2,5	
Транспортирование вскрышных пород (подрядчик)	6 886	360 314	6 183	311 761
Средневзвешенное расстояние	2,7		2,5	
Транспортирование добычи (подрядчик), тыс.т	4 000	105 600	4 000	90 750
Средневзвешенное расстояние	2,4		2,1	
Расходы на формирование транспортной перемычки			306	20 434
Полная себестоимость от уровня 2017, ₽/т	1 050		1 036	

Заключение

Сравнение различных возможных вариантов вскрытия является весьма важным аспектом проектно-производственной деятельности. Доказано на практическом примере, что стоимостные показатели вскрытия одного и того же рабочего горизонта могут изменяться в значительных пределах. В результате выполненных расчетов установлено, что применение схемы вскрытия с использованием транспортных перемычек позволит снизить полную себестоимость добычи угля на 14 руб/т. В абсолютном выражении годовая экономия составит 55 648 тыс.₽. При этом необходимо учесть, что сформированная транспортная перемычка будет использоваться в течение практически всего периода отработки запасов первой очереди и, соответственно, приносить экономический эффект.

Список источников

1. Ржевский, В.В. Открытые горные работы. Ч. 2. Технология и комплексная механизация. – М. : Недра, 1985. – 549 с.
2. Ржевский, В.В. Научные основы проектирования карьеров. – М.: Недра, 1977. – 598 с.
3. Мельников, Н.В. Краткий справочник по открытым горным работам: 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1982. – 414 с.
4. Шешко, Е.Ф. Основы теории вскрытия карьерных полей. – М.: Углетехиздат, 1953. – 116 с.
5. Арсентьев, А.И. Вскрытие и системы разработки карьерных полей. – М. : Недра, 1981. – 278 с.
6. Анистратов, Ю.И. Технология открытых горных работ. – М. : Недра, 1995. – 284 с.
7. Хохлаков, В.С. Открытая разработка месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1991. – 336 с.
8. Томаков, П.И. Структуры комплексной механизации карьеров с техникой циклического действия. –



М.: Недра, 1976. – 232 с.

9. Колесников, В.Ф. Систематизация схем вскрытия при продольных и поперечных технологиях / Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 1998. – №5. – С. 55-58.

10. Vasil'ev, E.I. Technical-economic bases of schemes for opening up open-pit fields during the working of inclined and steeply-dipping deposits / E.I. Vasil'ev, V.F. Kolesnikov // Soviet Mining Science. – 1969. – №5. – pp. 532-541.

11. Колесников, В.Ф. Определяющие факторы схем вскрытия разрезов Кузбасса / Горный информационно-аналитический бюллетень. – 1999. – №6. – С. 66-69.

12. Kolesnikov, V.F. Methods and schemes of opening-up the quarry fields at various bedding conditions of deposits / The 8th Russian-Chinese Symposium “Coal in the 21st century: mining, processing and safety”. Atlantis Press, 2016. – pp. 104-107.

13. Колесников, В.Ф. Технические решения по вскрытию рабочих горизонтов разрезов Кузбасса / В.Ф. Колесников, В.И. Кузнецов, А.С. Ташкинов // Кемерово : Кузбассвуиздат. – 1998. – 172 с.

14. Колесников, В.Ф. Вскрытие и порядок отработки полей разрезов Кузбасса / В.Ф. Колесников, В.И. Кузнецов, А.С. Ташкинов // Кемерово : Кузбассвуиздат. – 1997. – 128 с.

15. Колесников, В.Ф. Технология ведения выемочных работ с применением гидравлических экскаваторов / В.Ф. Колесников, А.И. Корякин, А.В. Стрельников // Кемерово : Кузбассвуиздат. – 143 с.

16. Kolesnikov, V.F. Using of wide stopes in coalless zones mined by shovels and backhoes / V. Kolesnikov, O. Litvin, J. Janočko, A. Efremkov // E3S Web of Conferences. The Second International Innovative Mining Symposium. – 2017. – 01031. – DOI: 10.1051/e3sconf/20172101031

17. Минибаев, Р.Р. Опыт применения насыпных транспортных перемычек для вскрытия и отработки рабочих горизонтов разреза ОАО «Черниговец» / Р.Р. Минибаев [и др.] // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2014. – №6. – С. 95-101.

References

1. Rzhetskij, V.V. Otkrytye gornye raboty. Ch. 2. Tehnologija i kompleksnaja mehanizacija. – М.: Nedra, 1985. – 549 s.

2. Rzhetskij, V.V. Nauchnye osnovy proektirovanija kar'erov. – М.: Nedra, 1977. – 598 s.

3. Mel'nikov, N.V. Kratkij spravocnik po otkryтым gornym rabotam: 4-e izd., pererab. i dop. – М.: Nedra, 1982. – 414 s.

4. Sheshko, E.F. Osnovy teorii vskrytija kar'ernyh polej. – М.: Ugletehizdat, 1953. – 116 s.

5. Arsent'ev, A.I. Vskrytie i sistemy razrabotki kar'ernyh polej. – М.: Nedra, 1981. – 278 s.

6. Anistratov, Ju.I. Tehnologija otkrytyh gornyh rabot. – М.: Nedra, 1995. – 284 s.

7. Khokhrjakov, V.S. Otkrytaja razrabotka mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh. – М.: Nedra, 1991. – 336 s.

8. Tomakov, P.I. Struktury kompleksnoj mehanizacii kar'erov s tehnikoj ciklichnogo dejstvija. – М.: Nedra, 1976. – 232 s.

9. Kolesnikov, V.F. Sistematizacija shem vskrytija pri prodol'nyh i poperechnyh tehnologijah / Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. – 1998. – №5. – S. 55-58.

10. Vasil'ev, E.I. Technical-economic bases of schemes for opening up open-pit fields during the working of inclined and steeply-dipping deposits / E.I. Vasil'ev, V.F. Kolesnikov // Soviet Mining Science. – 1969. – №5. – pp. 532-541.

11. Kolesnikov, V.F. Opredelajushhie faktory shem vskrytija razrezov Kuzbassa / Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten'. – 1999. – №6. – S. 66-69.

12. Kolesnikov, V.F. Methods and schemes of opening-up the quarry fields at various bedding conditions of deposits / The 8th Russian-Chinese Symposium “Coal in the 21st century: mining, processing and safety”. Atlantis Press, 2016. – pp. 104-107.

13. Kolesnikov, V.F. Tehnicheskie reshenija po vskrytiju rabochih gorizontov razrezov Kuzbassa / V.F. Kolesnikov, V.I. Kuznecov, A.S. Tashkinov // Kemerovo : Kuzbassvuzizdat. – 1998. – 172 s.

14. Kolesnikov, V.F. Vskrytie i porjadok otrabotki polej razrezov Kuzbassa / V.F. Kolesnikov, V.I. Kuznecov, A.S. Tashkinov // Kemerovo : Kuzbassvuzizdat. – 1997. – 128 s.

15. Kolesnikov, V.F. Tehnologija vedenija vyemochnyh rabot s primeneniem gidravlicheskih jekskavatorov / V.F. Kolesnikov, A.I. Korjakin, A.V. Strel'nikov // Kemerovo : Kuzbassvuzizdat. – 143 s.

16. Kolesnikov, V.F. Using of wide stopes in coalless zones mined by shovels and backhoes / V. Kolesnikov, O. Litvin, J. Janočko, A. Efremkov // E3S Web of Conferences. The Second International Innovative Mining Symposium. – 2017. – 01031. – DOI: 10.1051/e3sconf/20172101031



Ванеев А.В.

Схема вскрытия участка с использованием транспортных перемычек для сокращения расстояния...

DOI: 10.26730/2618-7434-2018-2-13-35

17. Minibaev, R.R. Opyt primeneniya nasypnyh transportnyh peremyчек dlja vskrytija i otrabotki rabochih gorizontov razreza ОАО «Chernigovec» / R.R. Minibaev [i dr.] // Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten'. – 2014. – №6. – S. 95-101.

Авторы

Ванеев А.В., заместитель генерального директора
ООО «РУТЭК», Россия, Москва, 125040, ул. Расковой, 22б.

Authors

Andriyan V. Vaneev, deputy general director
LLC “RUTEC”, Russian Federation, Moscow,
Raskova str 22b, 125040

Библиографическое описание статьи

Ванеев, А.В. Схема вскрытия участка с использованием транспортных перемычек для сокращения расстояния транспортирования вскрыши и угля в условиях разреза «Аршановский» // Техника и технология горного дела. – 2018. – № 2 (2). – С. 13-35.

Cite this article

Vaneev A.V. (2018) Opening-up scheme with transport jumpers to reduce the overburden and coal transportation distance at Arshanovsky open pit: case study, *Journal of mining and geotechnical engineering*, 2(2):13.