



УДК 622.271.452+622.271.322.2

## БЕСТРАНСПОРТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ПЛАСТА VI НА РАЗРЕЗЕ «ТОМУСИНСКИЙ»

Паламарчук А.Б.<sup>1</sup>, Стукан А.В.<sup>2</sup>, Гвоздкова Т.Н.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Филиал ПАО «Южный Кузбасс» – управление по открытой добыче угля (Разрез «Ольжерасский»)

<sup>2</sup> Филиал ПАО «Южный Кузбасс» – управление по открытой добыче угля (Разрез «Красногорский»)

<sup>3</sup> Междуреченский филиал Кузбасского государственного технического университета им. Т.Ф. Горбачева

### Аннотация.

Полнота выемки запасов при открытой угледобыче является актуальной проблемой, особенно при наличии запасов, извлечение которых ранее было ограничено горно-геологическими и техническими факторами. В статье раскрывается вопрос применения бестранспортной технологии при разработке законсервированных запасов пласта VI разреза «Томусинский» с размещенным поверх вышележащей породной толщи отвалом вскрышных пород. Даны геологические особенности строения участка месторождения, определяющие выбор технологии и порядка отработки пологозалегающего пласта VI с расположенными на перекрывающем его междупластье бульдозерными отвалами вскрышных пород. Описывается методика расчета линейных параметров отвалов и их вместимости при отсыпке двух- и трехъярусных отвалов. Приведены особенности строения перекрывающей пласт толщи отложений (как коренных, так и техногенных) и их влияние на выбор технологии ведения работ и выбор применяемого оборудования. Рассмотрено два порядка отработки пласта: по падению и по восстанию. Выявлено, что выемка данных законсервированных запасов угля целесообразна при их отработке по падению, приведены основные параметры технологических схем отвалообразования и внутренних отвалов различной ярусности, возводимых при отработке пласта. Выявлена зависимость числа ярусов от мощности перекрывающих пласт отложений и горно-геологических условий, а также установлена максимальная ярусность внутреннего отвала для рассматриваемых условий.

### Информация о статье

Принята 12 февраля 2019 г.

**Ключевые слова:** бестранспортная технология, законсервированные запасы, драглайн, внутренний отвал, открытые горные работы

## USING OF TRANSPORTLESS TECHNOLOGY IN MINING OF «VI» COAL SEAM AT TOMUSINSKY OPEN PIT MINE

Alexey B. Palamarchuk<sup>1</sup>, Anton V. Stukan<sup>2</sup>, Tatiana N. Gvozdikova<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Branch of South Kuzbass PJSC – Open Mining Department (Olzherassk Open Pit Mine)

<sup>2</sup> Branch of South Kuzbass PJSC – Open Mining Department (Krasnogorsk Open Pit Mine)

<sup>3</sup> Mezhdurechensk branch of T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

### Abstract.

Completeness of extraction of reserves in open coal mining is an actual problem, especially if there are reserves, the extraction of which was previously limited by geological and technical factors. The article reviews the issue of using transportless technology in the development of mothballed reserves of Seam 6 at Tomusinsky open-pit mine with the dump site of overburden placed over the overlying rock strata. The geological features of the site structure of the field are given, which determine the choice of technology and the procedure for mining the flat lying Seam VI with the bulldozer dumps of overburden rocks located on its overlapping interbed. The method of calculating the linear parameters of the dumps and their

### Article info

Received February 12, 2019

**Keywords:** transportless technology, preserved coal reserves, dragline, internal dump, open pit mining



capacity when dumping two- and three-tier dumps is described. The specific features of the structure of the overlying strata of sediments (both primary and man-made) and their influence on the choice of technology and the equipment to be used are presented. Two procedures for the seam mining are considered: on the dip and up the dip. It was identified that the excavation of these mothballed coal reserves is expedient when they are mined on the dip, the main parameters of the technological schemes for formation of dumps and internal dumps of various tiers erected in mining of the seam are given. The dependence of the number of tiers on the thickness of the overlying sediments and geological conditions is revealed, and the maximum number of the internal dump tiers for the conditions under consideration is established.

## Введение

Разрез «Томусинский» располагается в южной части Кузнецкой котловины. Горные работы велись в северо-восточной части Томусинского месторождения каменного угля. Разрабатываемое разрезом поле приурочено к продуктивной верхнебалахонской подсерии балахонской серии нижнепермских отложений (рис. 1). Вскрышные породы представлены песчаниками, алевролитами, углистыми аргиллитами. В отработке находилась свита из трех пологопадающих пластов: III мощностью 9,5 м, IV–V мощностью 9,8 м и VI мощностью 6,5 м. Продуктивная толща отработываемого поля разреза в тектоническом отношении представляет собой осложненную мелко-амплитудной складчатостью моноклираль, падающую в северо-западном направлении под углами 6–10°.

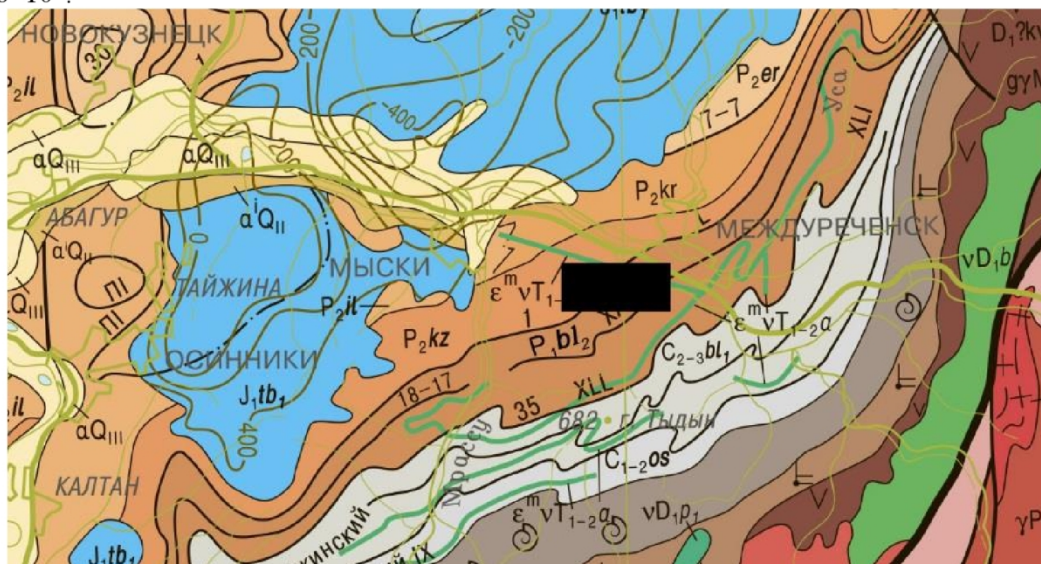


Рис. 1. Схема расположения карьерного поля разреза «Томусинский» на Томусинском месторождении

В междупластье пласта IV-V и VI залежали крепкие сероцветные среднезернистые сильно-трещиноватые песчаники с коэффициентом крепости до 8 по шкале Протодяконова, в почве – сильнотрещиноватые алевролиты средней крепости ( $f = 3-5$ ). На данном участке был организован бульдозерный отвал с высотой от 40 до 60 метров и объемом в разрыхленном состоянии 15,4 млн  $m^3$ . Объем коренной вскрыши кровли пласта VI был равен 22,0 млн  $m^3$ . Запасы угля на участке составляли 4,6 млн.т. Средний коэффициент вскрыши по участку равнялся 8,13  $m^3/t$ . Вкрест простирания длина участка составляла 880 метров, а по простиранию колебалась от 450 до 680 м.

Геологическое строение карьерного поля позволило разместить на почве отработанного пласта внутренние отвалы, что предопределило порядок отработки законсервированных запасов пласта VI. Проведенный анализ работы по возможностям отработки участка показал, что при угле залегания пластов в пределах участка 6-10° его можно было отработать с использованием бестранспортной технологии двумя вариантами: по падению и по восстанию [1]. Первый вариант





предполагал порядок отработки пласта по падению со вскрытием с использованием существующего транспортного заезда на железнодорожные отвалы, с необходимостью трассировки его в границах диагональной разрезной траншеи до профиля № 160 и далее по простиранью на длину 470 м (рис. 2).

Проходка разрезной траншеи включала вывозку породы бульдозерного отвала от профиля №160 до профиля №145. Погрузка породы осуществлялась шагающим экскаватором ЭШ 10.70, а проходка траншеи по коренным породам – экскаватором ЭКГ-10, то есть оборудованием, существующим на разрезе. Кроме того, в пределах профилей №№ 160-185 разработку бульдозерного отвала можно было осуществлять драглайном ЭШ 20.90 в существующую емкость на северо-востоке участка.

На рис. 2 представлен план изогипс кровли пласта VI с нанесенными границами угольных заходок шириной 40 м.

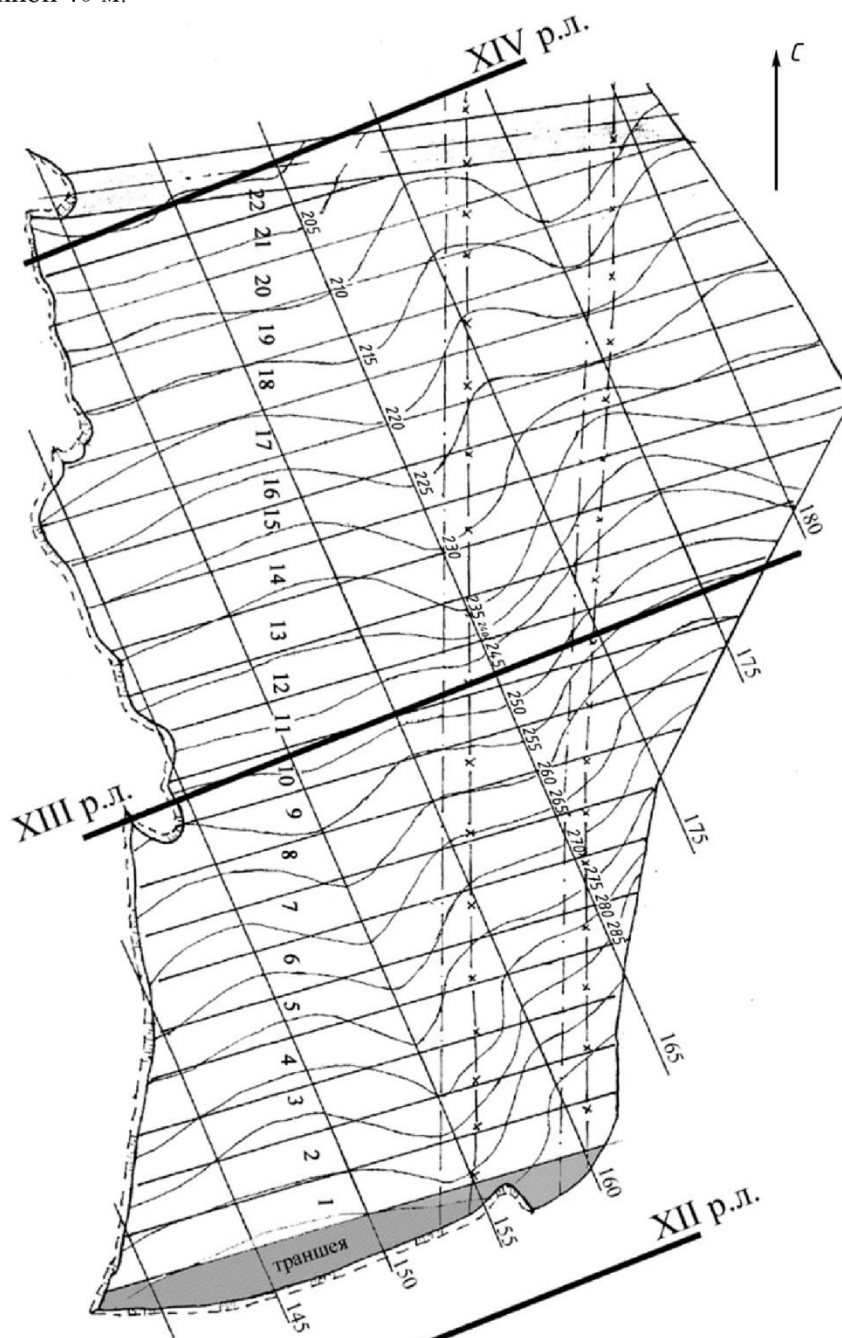


Рис. 2. План изогипс кровли пласта VI с порядковыми номерами заходок при отработке пласта по падению. Разрезная траншея выделена серым. Значения длин заходок – в табл. 1.



Таблица 1. Длина заходок при работе по падению пл. VI

№ заходки	Длина, м
1	466
2	460
3	460
4	460
5	448
6	457
7	480
8	480
9	530
10	510
11	543
12	580
13	645
14	705
15	705
16	710
17	688
18	624
19	615
20	572
21	431
22	203

При отработке участка по его восточной стороне была проведена разрезная траншея и далее отработаны 23 заходки.

Вскрытие заходок с западной стороны участка было существенно затруднено по следующим причинам. В юго-западной его части расположен железнодорожный отвал, нижняя бровка откоса которого уже перекрыла границы рассматриваемого участка. Далее, в северо-западной части к границе участка примыкал бестранспортный отвал, образованный при отработке пл. VI на начальном этапе работы разреза, и перекрытый к тому же вдоль всей западной границы участка (профили 140-155) бульдозерным отвалом высотой от 15 до 50 м над естественной поверхностью участка.

Таким образом, вскрытие участка по этому варианту развития горных работ было более просто организовать с восточной стороны, чему также способствовал благоприятный рельеф поверхности.

Наиболее сложной являлась отработка первых трех заходок по падению из-за недостаточной вместимости для размещения породы на всю мощность вскрыши во внутренний отвал [1]. После отработки третьей заходки появилась возможность отрабатывать всю породную толщу (междупластье и навалы) по бестранспортной технологии. Показателем такой схемы экскавации является коэффициент переэкскавации, равный 1,3, что приемлемо по экономическим соображениям. Общее время отработки участка по данному варианту составляло около 10 лет.

По второму варианту была возможность отработки участка по восстанию, начиная от разрезной траншеи, проходка которой заканчивалась по XIV разведочной линии. По этому варианту была установлена необходимость создания опорного навала для возможности установки внутреннего отвала при работе по восстанию. Было установлено, что для создания опорного навала необходимо было отработать как минимум три заходки по падению, начиная от траншеи, в пределах от профиля №155 до профиля №180. Время отработки трех заходок составляло около 2 лет. Следовательно, приступить к отработке участка по восстанию можно только спустя два года, т.е. по завершении проходки разрезной траншеи.

Другой особенностью работы по восстанию являлась необходимость обеспечения устойчивости вскрышных уступов. Проведенные расчеты по устойчивости показали, что высокие уступы (высотой 36-45 м) для обеспечения нормативного коэффициента запаса устойчивости необходимо делить на два подступа и смещать их относительно друг друга. Переход полностью на бестранспортную технологию по этому варианту также был возможен после отработки первых трех заходок, когда сформировалась достаточная вместимость внутреннего отвала. Порода первых двух заходок отсыпалась бы на опорный навал. Расчетное время отработки участка по восстанию составляло 9 лет.

Проблема усугублялась тем, что в научно-технической литературе практически отсутствовали рекомендации по отработке такой своеобразной двухслойной породной толщи, какой являлся проектируемый участок. Известные работы по бестранспортной технологии [3-17] при их несомненной важности и полезности не могли являться своего рода отправной точкой, и проектирование пришлось производить с нуля.

Исходя из условий вскрытия и времени начала работы по участку, был рекомендован первый вариант (отработка пласта по падению).





### Границы участка, его горно-геологическая и горно-техническая характеристика

Границами участка являлись:

- на севере – XIV осевая линия;
- на востоке – целик под рекой Томь;
- на юге – выход пласта VI под наносы;
- на западе – откос уступа по пл. VI, образованный при его предыдущей выемке, в пределах поперечных профилей №№ 140-155.

Длина участка по простиранию колебалась от 450 м на юге, 680 м в центральной части и 700 м (на севере), вкрест простирания – 880 м (от выхода под наносы и до XIV осевой линии).

Естественная поверхность участка была повсеместно перекрыта бульдозерным отвалом.

Пласт VI залегал ниже ранее отработанного пласта IV-V от 24-44 м до 48-52 м в зоне пликативного нарушения. Залегание пласта VI устойчивое, мощность его колебалась от 4,8 до 6,6 м (в среднем – 6,5 м). Пласт состоял из двух основных угольных пачек, разделенных породным прослойком, мощность которого часто менялась как по падению, так и по простиранию и колебалась от 0,3 до 1,1 м (в среднем 1 м). Нижняя пачка пласта гораздо выдержанней, мощность ее 2,7-3,5 м (в среднем 3,1 м). Верхняя пачка пласта содержала в себе 2-3 тонких (суммарной мощностью 0,1-0,2 м) прослойка аргиллита, мощность ее менялась от 1,8 до 3 м (в среднем 2,1 м). Плотность угля  $\rho_y = 1,37 \text{ т/м}^3$ . Крепость угля – средняя. Угли пласта VI относятся к маркам ОС, КС (коксуемые) и Т (энергетические).

На разрезе применялось следующее оборудование:

- 1) При транспортной технологии на вскрыше применялся экскаватор ЭКГ-10 с погрузкой породы в автосамосвалы. Грузоподъемность автосамосвалов составляла 105 и 120 т.
- 2) При бестранспортной технологии применялись экскаваторы ЭШ 20.90 и ЭШ 10.70. На буровзрывных работах были приняты: для бурения скальных пород бурстанок ЗСБШ 200-60; для взрывной подготовки угля бурстанок СБР-160А-24.
- 3) Для зарядания и забойки скважин при ведении взрывных работ применялась зарядная машина МЗ-ЗБУ1 и забойная машина ЗС-1М, для вспомогательных работ – бульдозерно-рыхлительные агрегаты ДЗ-110А на базовом тракторе Т-130 и ДЗ-59С на базовом тракторе Т-330.

Балансовые запасы угля на участке подсчитаны на основе пластовой карты (рис. 2) при средней мощности пласта 6,5 м (с учетом породного прослоя) и плотности угля  $1,37 \text{ т/м}^3$ . Площадь пласта VI в границах участка составила  $490067 \text{ м}^2$ , балансовые запасы чистого угля при селективной выемке – 3,692 млн. т.

### Схема вскрытия участка

При отработке участка применялась следующая схема вскрытия. Капитальная вскрывающая пласт VI траншея начиналась от капитальной автодороги на отметке 261 м. Эта вскрывающая траншея наклонена в направлении с севера на юг. Проводилась она по междупластью пл. IV-V и VI (рис. 3).

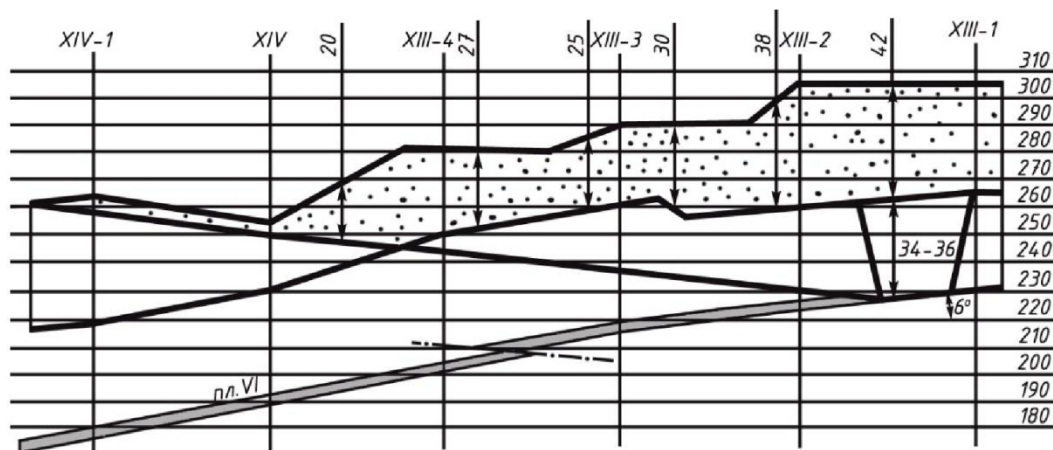


Рис. 3. Продольное сечение по оси вскрывающей траншеи



Цель проходки вскрывающей траншеи – обеспечить транспортный доступ к району между осевыми линиями XIII-1, XIII в месте их пересечения профилем 185. Она подходила к отметке 227 на почве пл. VI на его восточной границе и здесь вскрывающая траншея, пройденная по породе, заканчивалась. Длина вскрывающей траншеи 492 м, перепад высотных отметок (261 м – 227 м) = 34 м. Подъем в грузовом направлении  $i = 34 / 492 = 0,069$  или  $i = 6,9\%$ . На рис. 4 показан продольный профиль по оси дна вскрывающей траншеи, а поперечный профиль автодороги, уложенной во вскрывающей траншее, показан на рис. 5. От отметки 227 м начинается разрезная траншея для вскрытия пласта VI.

Наклонный участок трассы разрезной траншеи проходил по границе горельника от профиля 185 до профиля 160. Длина наклонного участка составляла 750 м, перепад отметок (300 – 235 м) = 65 м. т.е. средний уклон 8,7%. Продольный профиль трассы наклонного участка показан на рис. 6.

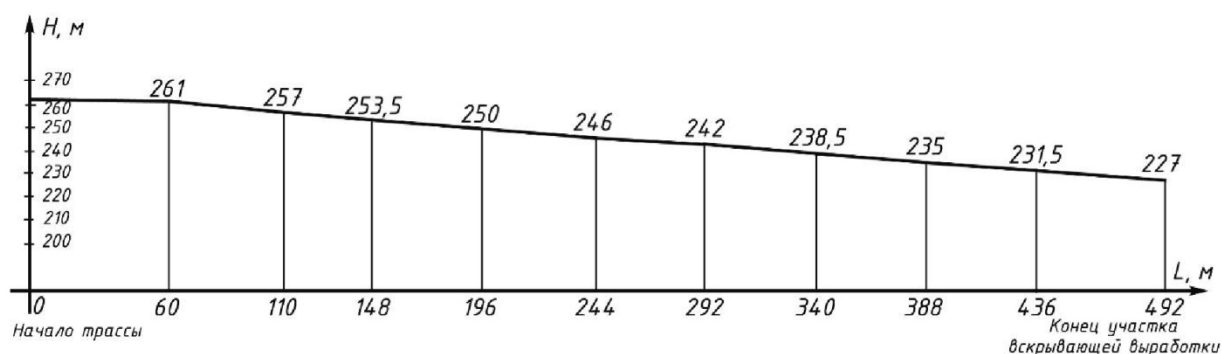


Рис. 4. Продольный профиль по оси вскрывающей траншеи

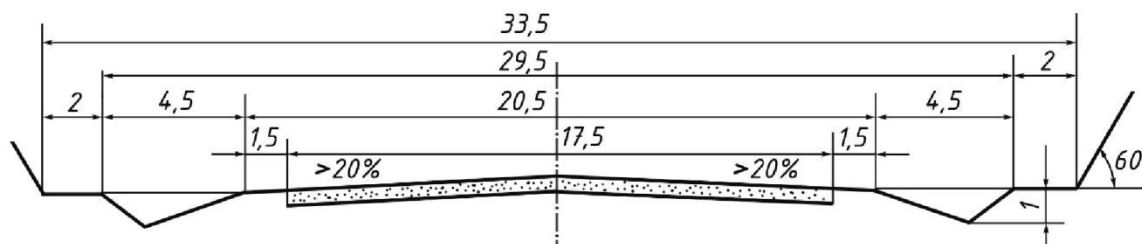


Рис. 5. Поперечный профиль автодороги во вскрывающей траншее

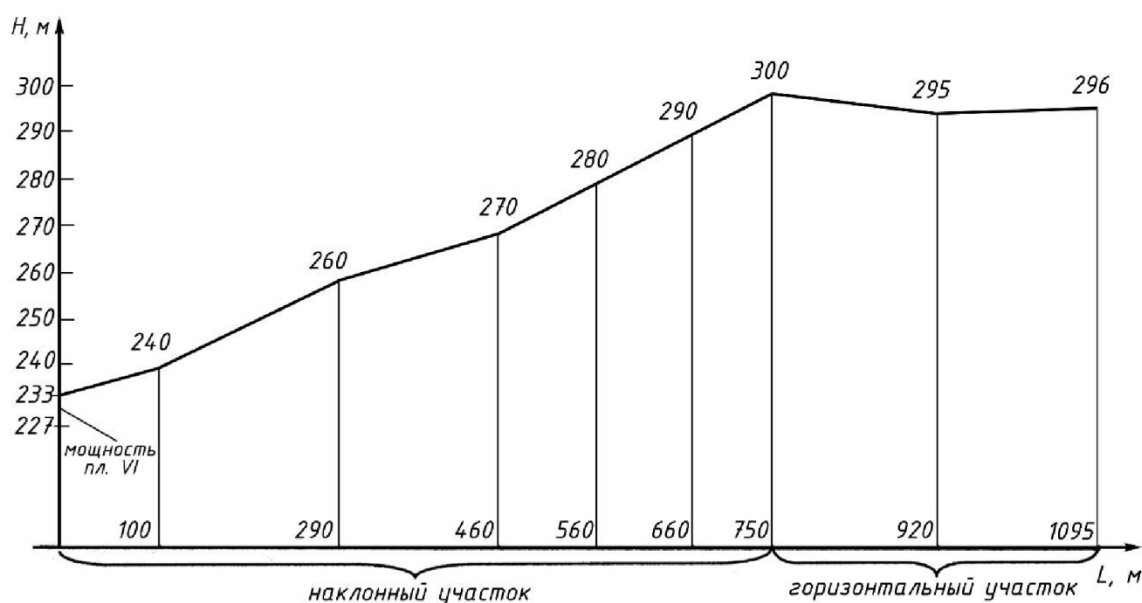


Рис. 6. Продольный профиль трассы разрезной траншеи





Объем вскрыши на участке состоит из объема породного навала и объема междупластья пластов IV-V и VI.

Породный навал на начало отработки находился на поверхности участка от 3 до 10 лет. Следовательно, первоначально разрыхленная порода ( $K_p = 1,4$ ) уплотнилась и для определения объема навала в плотном виде, что необходимо для нахождения времени его разработки, требуется учесть остаточный коэффициент разрыхления.

Для трещиноватых скальных пород при первоначальном коэффициенте разрыхления  $K_p = 1,3 \div 1,45$  остаточный коэффициент разрыхления породы  $K_{p.o.} = 1,1 \div 1,12$  (значение по шкале СП 45.13330.2012 при свободной насыпке породы на открытой поверхности) [2].

Объем породного навала определен по его средневзвешенной высоте, ввиду неравномерной отсыпки породы по площади участка.

Для определения средневзвешенной высоты навала использованы профили от №145 до №180. Каждый профиль делился на участки длиной  $l_i$  и высотой  $H_{n,i}$ . Направление деления на участки – от выходов пласта под наносы до XIV осевой линии.

Средневзвешенная высота навала на участке определялась по формуле:

$$H_{н.ср.} = \frac{\sum(l_i \cdot H_{н,i})}{\sum l_i}, \text{ м} \quad (1)$$

Результаты расчета средневзвешенной высоты навала приведены в табл. 2. Анализ данных табл. 2 показывает широкий разброс значений высоты навалов. Наиболее высокие навалы (от 40 до 57 м) находятся в центральной части участка (профиля 150-165) вверх и вниз от XIII осевой линии относительно падения пласта VI. При применении бестранспортной технологии здесь требовалась большая вместимость внутреннего многоярусного отвала.

С восточной стороны участка (профили 170-180) высота навалов меньше 25-38 м, что объясняется близостью границы участка. Небольшая высота навалов и в западной части участка – 18-26 м.

Такая особенность распределения породы навала в условиях применения бестранспортной технологии требовала разработки серии схем экскавации по длине заходок для отражения количественного изменения породных объемов, переваливаемых во внутренний отвал.

Высота междупластья более стабильна и колебалась в пределах 39-43 м при средневзвешенном значении 41,66 м. Локальное увеличение высоты междупластья до 48-52 м связано с двумя дизъюнктивными нарушениями на рассматриваемом участке.

Схема вскрытия участка была привязана к существующей на разрезе схеме вскрытия, т.е. к существующим транспортным коммуникациям. С восточной стороны участка вдоль его границы расположена капитальная автодорога, связывающая промплощадку с заездами на транспортные горизонты основного карьерного поля.

Анализ условий вскрытия участка показал, что он мог быть вскрыт по выходу пласта VI под наносы без достаточно больших затрат времени и средств с восточной стороны, где расположены заезды. Этому способствовало залегание пласта и существующая капитальная автодорога.

С западной стороны вскрытие пласта VI по его выходу под наносы было технически возможно, но потребовало бы очень больших затрат времени и средств, так как пласт частично перекрыт отвалом железнодорожной вскрыши, высота которого превышала на 50-70 м существующий уровень поверхности бульдозерного отвала на участке.

Вывоз угля осуществлялся автотранспортом. Ширина дна разрезной траншеи определялась шириной угольной заходки и была принята равной 40 м.

Положение проектного контура разрезной траншеи на профилях горных работ 145-180 показано на рис. 7. Как видно из схем, по трассе разрезной траншеи междупластье пластов IV-V и VI повсеместно перекрыто породным навалом высотой от 15 до 40 м. После завершения проходки разрезной траншеи параллельно горизонтальному участку нарезались заходки по падению шириной 40 м.



Таблица 2. Результаты расчета средневзвешенной высоты породного навала и междупластья

Номер профиля	Породный навал		Междупластье	
	$l_{н.и}, \text{ м}$	$H_{н.и}, \text{ м}$	$l_i, \text{ м}$	$H_i, \text{ м}$
145	75	45	225	43
	80	23		
	65	18		
150	25	26	80 350	52 41
	57	30		
	70	15		
	250	42		
155	140	25	180 155 300 300	53 49 40 40
	110	25		
	110	23		
	195	52		
	35	11		
	100	40		
	50	26		
	130	26		
	40	16		
160	85	4	220 300 230 130	33 40 50 39
	80	14		
	120	42		
	194	44		
	38	45		
	172	24		
	57	15		
165	300	57	80 80 168 220 300	11 32 45 41 42
	270	44		
	130	39		
	190	19		
170	320	33	140 150 120 120	40 48 52 41
	110	38		
	90	25		
180	127	10	200 300	40 38
	136	36		
	178	25		
	53	24		
	35	15		
	$\Sigma l_{н.и} = 4217 \text{ м}$	$\Sigma H_{н.и} = 137712 \text{ м}$	$\Sigma l_i = 4348 \text{ м}$	$\Sigma (l_i \cdot H_i) = 181130 \text{ м}^2$
	$H_{н.ср.} = \frac{137712}{4217} = 32,65 \text{ м}$		$H_{ср.} = \frac{181130}{4348} = 41,66 \text{ м}$	



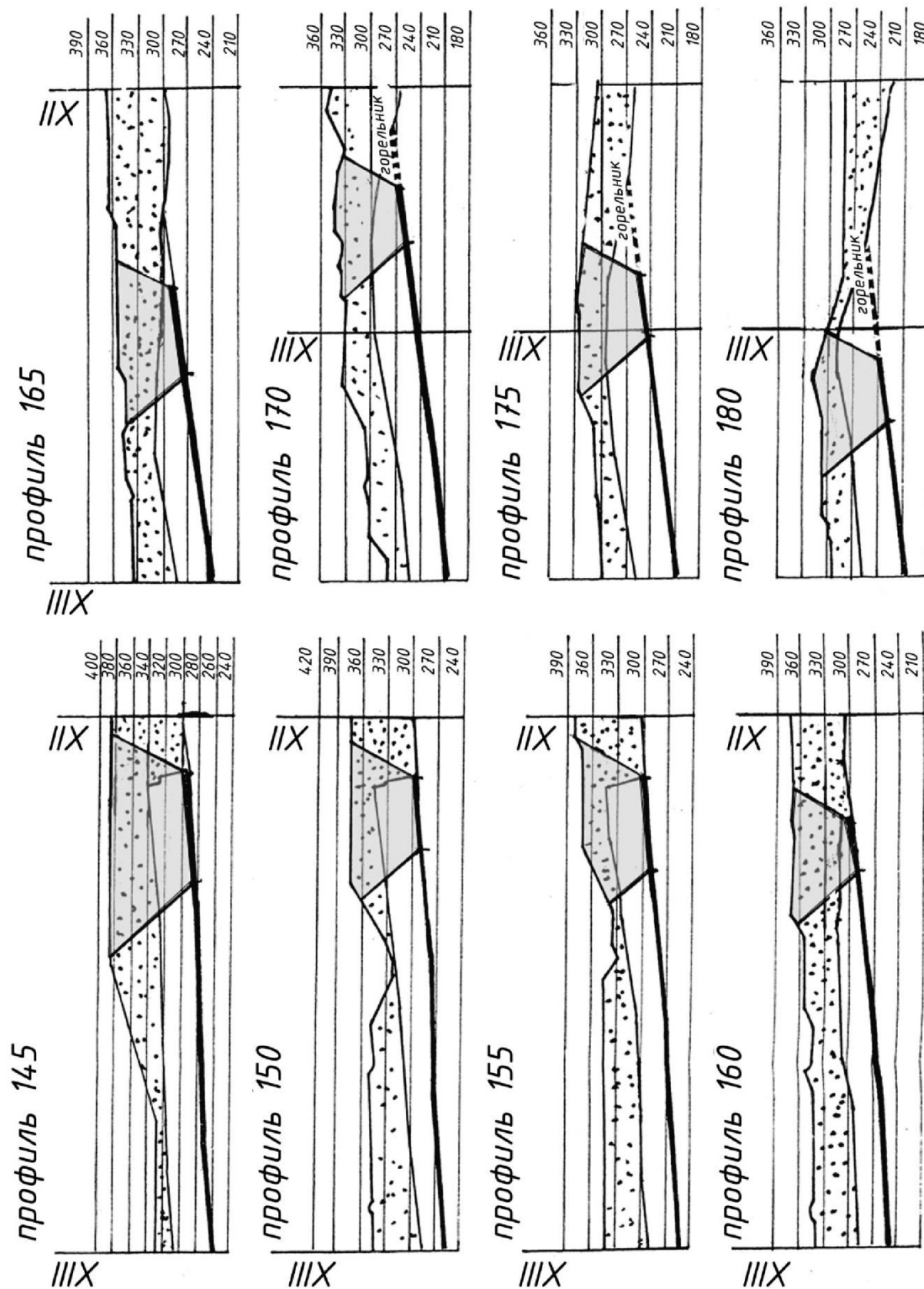


Рис. 7. Положение контура разрезной траншеи



Вскрытие заходок с 1 по 16 (из 23) осуществлялось заездами на наклонный участок разрезной траншеи. Для вскрытия нижележащих семи заходок была сформирована наклонная выездная траншея в отвале вдоль восточной границы участка между профилями 185 и 180 со строительством петлевого разворота.

### Обоснование необходимой вместимости и структуры внутренних отвалов при применении бестранспортной технологии

Средняя мощность междупластья пл. IV-V и VI составляет 41,66 м (на отдельных участках от 32 м до 56 м). Средняя мощность навала породы в уплотненном состоянии составляла 32,65 м при остаточном коэффициенте разрыхления породы  $K_{p.o.} = 1,12$  (на отдельных участках от 24 м до 57 м). Приведенная к плотному состоянию высота навала составила  $32,65 / 1,12 = 29,2$  м (на отдельных участках от 21,4 м до 50 м).

Таким образом, общая средняя мощность вскрыши, размещаемая во внутреннем отвале, составит  $\Sigma H = 70,86$  м, при колебании на отдельных участках от 53,4 м до 102 м.

Для обоснования структуры и параметров бестранспортных схем экскавации прежде всего необходимо было установить схемы отвалообразования. Размещение породной толщи такой мощности требовало отсыпки многоярусного внутреннего отвала.

При построении схем внутренних отвалов и в методике расчета их параметров используются следующие обозначения:

#### 1. Рабочие параметры экскаваторов-драглайнов, участвующих в отсыпке отвальных ярусов, и параметры их безопасной работы:

$R_{\text{ч}}$ ,  $R_{\text{р}}$ ,  $H_{\text{р}}$ ,  $H_{\text{ч}}$ ,  $R_{\text{к}}$ ,  $\text{Ш}_{\text{х}}$  – соответственно радиус черпания, радиус разгрузки, высота разгрузки, глубина черпания, радиус вращения и ширина хода экскаватора, занятого на формировании первого и второго ярусов, м;

$\text{Ш}_{\text{тр}}$  – ширина трассы для прохода драглайнов на отвале с учетом вращения кузова, м;

$B$  – минимальное расстояние от оси рабочего хода драглайна до верхней бровки нижележащего яруса, м;

$b_{\text{п}} = 3 \div 4$  м – минимальное расстояние между лыжей драглайна при работе и шагании и верхней бровкой нижележащего яруса, м.

#### 2. Общие параметры всех схем отвалообразования:

$\alpha_{01}$  – угол подрезки первого яруса внутреннего отвала, отсыпаемого на прочное основание, рекомендуемый для разрезов Южного Кузбасса;

$\alpha_0 = 37^\circ$  – угол естественного откоса грунтосмесей в отвале на разрезах Южного Кузбасса;

$\gamma_{\text{г}}$  – генеральный (общий) угол откоса внутреннего отвала на разрезах Южного Кузбасса (по рекомендациям Прокопьевского филиала ВНИМИ);

$B \geq 10$  м – ширина бермы между верхней бровкой первого яруса и нижней бровкой второго яруса, м;

$h_{\text{ф}}$  – величина понижения отвального слоя между двумя смежными заходками, м;

$A_{\text{г1}}$  – горизонтальная ширина первого (в нашем случае южного) отвального яруса, м;

$A_{\text{г}}$  – горизонтальная ширина второго, третьего и четвертого ярусов, м;

$S_{\text{пр}}$  – объем, занимаемый во втором ярусе породой, отсыпанной при формировании первого яруса предыдущей отвальной заходки;

$E_{\text{я1}}$  – вместимость первого яруса на один метр фронта работ (удельная вместимость,  $\text{м}^3$ );

$\Delta$  – ширина свободной емкости в верхней части отвального яруса, не заполняемая при его отсыпке из-за несоответствия величины разгрузочного параметра драглайна ( $R_{\text{р}}$ ) горизонтальной ширине отвального яруса ( $A_{\text{г}}$ ), расположенного выше первого;

$H_{\text{я1}}$  – высота первого (нижнего) отвального яруса, измеряемая по вертикали от нижней бровки яруса до верхней его площадки (высота может принимать значения  $H_{\text{я1}} \leq H_{\text{ч}}$ ), м;

$H_{\text{я2}}$ ,  $H_{\text{я3}}$ ,  $H_{\text{я4}}$  – высота соответственно второго, третьего и четвертого ярусов, измеряемая по вертикали от нижней площадки установки отсыпавшего ярус драглайна до верхней площадки яруса (высоты могут принимать значения:  $H_{\text{я2}} \leq H_{\text{р}}$ ;  $H_{\text{я3}} \leq H_{\text{р0}}$ ;  $H_{\text{я4}} \leq H_{\text{р1}}$ ), м.





В табл. 3, 4, 5, 6, 7 приводятся формулы для расчета линейных параметров и вместимости внутренних отвалов.

Мощность вскрышной толщи, эквивалентная вместимости отвала, определяется по формуле:

$$H_{\text{э}} = \frac{E_{0i}}{A \cdot K_p} \quad (2)$$

где  $K_p$  – коэффициент разрыхления породы в отвале;  $E_{0i}$  – общая вместимость отвала,  $\text{м}^2$ ;  $A$  – ширина отвальной заходки,  $\text{м}$ .

Результаты расчетов линейных параметров отвалов и их вместимости приведены в табл. 7

Исходные данные, принятые в расчетах: экскаватор ЭШ 20.90,  $R_{\text{ч}} = R_p = 83 \text{ м}$ ;  $H_p = 38 \text{ м}$ ;  $\text{Ш}_{\text{тр}} = 34 \text{ м}$ ;  $H_{\text{ч}} = 42 \text{ м}$ ;  $b_{\text{п}} = 4 \text{ м}$ ;  $B = 6 \text{ м}$ ;  $A = 40 \text{ м}$ ;  $\alpha_{01} = 37^\circ$ ;  $\alpha_0 = 37^\circ$ ;  $\varphi = 8^\circ$ ;  $K_p = 1,4$ . Принято  $H_{\text{я2}} = H_{\text{я3}} = H_{\text{я4}} = H_p$ .

Таблица 3. Формулы расчета параметров, общих для всех схем отвалообразования

Параметр	Расчетная формула	Параметр	Расчетная формула
$\text{Ш}_{\text{тр}} =$	$B + R_{\text{к}} + 1, \text{ м}$	$A_{\text{г1}} =$	$A \cdot \sin(\alpha_{01} - \varphi) \cdot \sin^{-1} \alpha_{01}, \text{ м}$
$B =$	$0,5 \cdot \text{Ш}_{\text{х}} + b_{\text{п}}, \text{ м}$	$A_{\text{г}} =$	$A \cdot \sin(\alpha_0 - \varphi) \cdot \sin^{-1} \alpha_{01}, \text{ м}$
$h_{\varphi} =$	$A \cdot \sin \varphi, \text{ м}$	$\Delta =$	$0,25 \cdot A_{\text{г}}, \text{ м}$
		$E_{\Delta} =$	$0,25 \cdot \Delta^2 \cdot \text{tg} \alpha_0, \text{ м}^2$
		$S_{\text{np.1}} =$	$h_{\varphi} \cdot [B - 0,5 \cdot h_{\varphi} \cdot (\text{ctg} \alpha_0 - \text{ctg} \alpha)]$
		$S_{\text{np.2}} =$	$(\text{Ш}_{\text{тр}} - A_{\text{г}}) \cdot h_{\varphi}, \text{ м}^2$
$E_{\text{я1}} = A_{\text{г1}} \cdot \left( H_{\text{я1}} \cdot \frac{\text{ctg} \varphi}{\text{ctg} \varphi - \text{tg} \alpha_{01}} - 0,5 \cdot A \cdot \sin \varphi \right), \text{ м}$			

Таблица 4. Формулы и последовательность расчета линейных параметров и вместимости двухъярусного отвала

Параметр	Расчетная формула	Параметр	Расчетная формула
$R'_p =$	$H_{\text{я2}} \cdot \text{ctg} \alpha_0 + A_{\text{г}} + B, \text{ м}$	$E_0 =$	$E_{\text{я1}} + E_{\text{я2}}, \text{ м}^2$
$\Delta_2 =$	$0; E_{\Delta 2} = 0 \text{ при } R_p \geq R'_p, \text{ м}$	$H_{\text{э}} =$	$\frac{E_0}{A \cdot K_p}, \text{ м}$
$\Delta_2 =$	$R'_p - R_p; E_{\Delta 2} = 0,25 \cdot \Delta_2^2 \cdot \text{tg} \alpha_0, \text{ м}^2 \text{ (при } R_p$		
$E_{\text{я2}} =$	$< R'_p)$		
	$A_{\text{г}} \cdot H_{\text{я2}} - S_{\text{np1}} - E_{\Delta 2}, \text{ м}^2$		

Таблица 5. Формулы и последовательность расчета линейных параметров и вместимости трехъярусного отвала без подготовки дополнительной емкости

Параметр с расчетной формулой	Параметр с расчетной формулой
$R'_p = H_{\text{я2}} \cdot \text{ctg} \alpha_0 + A_{\text{г}} + B, \text{ м}$	$E_{\text{я3}} = A_{\text{г}} \cdot H_{\text{я3}} - S_{\text{np.2}}, \text{ м}^2$
$\Delta_2 = 0; E_{\Delta 2} = 0 \text{ при } R_p \geq R'_p, \text{ м}$	$E_0 = E_{\text{я1}} + E_{\text{я2}} + E_{\text{я3}}, \text{ м}^2$
$\Delta_2 = R'_p - R_p; E_{\Delta 2} = 0,25 \cdot \Delta_2^2 \cdot \text{tg} \alpha_0, \text{ м}^2$	$H_{\text{э}} = \frac{E_0}{A \cdot K_p}, \text{ м}$
$\text{(при } R_p < R'_p)$	
$E_{\text{я2}} = A_{\text{г}} \cdot H_{\text{я2}} - S_{\text{np1}} - E_{\Delta 2}, \text{ м}^2$	



Таблица 6. Формулы и последовательность расчета линейных параметров и вместимости трехъярусного отвала с подготовкой дополнительной емкости во втором ярусе

Параметр с расчетной формулой	Параметр с расчетной формулой
$E'_{я2} = A_c \cdot H_{я2} - S_{np,1}, M^2$ $E_{я3} = A_c \cdot H_{я3} - S'_{np}, M^2$	$\Delta A_{c2} = E_{я3} \cdot H_{c0}^{-1}, M$ $\Delta E_{я2} = \Delta A_{c2} \cdot (H_c - h_\phi) - E_{\Delta}, \varpi^2 M^2$ $E_{я2} = E'_{я2} + \Delta E_{я2}, M^2$ $E_{03} = E_{я1} + E_{я2}, M^2$ $H_{я,3} = E_{03} \cdot (A \cdot K_p)^{-1}, M$

Таблица 7. Формулы и последовательность расчета линейных параметров и вместимости трехъярусного отвала с подготовкой дополнительной емкости во втором ярусе

Параметр с расчетной формулой	Параметр с расчетной формулой
$R'_p = H_{я2} \cdot ctg \alpha_0 + A_c + B, M$ $\begin{cases} \Delta_2 = 0; E_{\Delta 2} = 0 \text{ при } R_p \geq R'_p, M \\ \Delta_2 = R'_p - R_p; \\ E_{\Delta 2} = 0,25 \cdot \Delta_2^2 \cdot tg \alpha_0, M^2 \end{cases}$ $(\text{при } R_p < R'_p)$ $E_{я2} = A_c \cdot H_{я2} - S_{np1} - E_{\Delta 2}, M^2$ $E'_{я3} = (H_{я3} - h_\phi) \cdot A_c - S_{np,2}, M^2$ $\Delta E_{я3} = (H_c - h_\phi) - 0,25 \cdot tg \alpha_0 \times$ $\times (A_c^2 + 2 \cdot \Delta^2 + 2 \cdot \Delta \cdot A_c), M^2$	$\Delta A_{c3} = A_c, M$ $A_{c3} = A_c + \Delta A_{c3}, M$ $E_{я3} = E'_{я3} + \Delta E_{я3}, M^2$ $S_{я3} = A_c \cdot H_c - E_{\Delta}, M^2$ $E_{я4} = S_{я3}, M^2$ $H_{я4} = A_c^{-1} \cdot \{H_c \cdot A_c + S_{np} -$ $- [(A_c + \Delta)^2 - \Delta^2] \cdot 0,25 \cdot tg \alpha_0\}, M$ $E_0 = E_{я1} + E_{я2} + E_{я3}, M^2$ $H_{я} = E_0 \cdot (A \cdot K_p)^{-1}, M$

Таблица 8. Линейные параметры и вместимость отвалов

Значения общих параметров для всех схем экскавации									
A <sub>г1</sub> , м	A <sub>г</sub> , м	Δ, м	E <sub>Δ</sub> , м <sup>2</sup>	h <sub>ф</sub> , м	E <sub>я1</sub> , м <sup>2</sup>	S <sub>np1</sub> , м <sup>2</sup>	S <sub>np2</sub> , м <sup>2</sup>	S <sub>np3</sub> , м <sup>2</sup>	S <sup>np1</sup> , м <sup>2</sup>
34	32,2	8	12,2	5,56	1335	28,3	9,9	9,9	33,4
Двухъярусный отвал									
E <sub>я1</sub> , м <sup>2</sup>	R <sup>п</sup> , м	Δ <sub>2</sub> , м	E <sub>Δ2</sub> , м <sup>2</sup>	E <sub>я2</sub> , м <sup>2</sup>	E <sub>02</sub> = E <sub>я1</sub> + E <sub>я2</sub> , м <sup>2</sup>			H <sub>я.2</sub> , м	
1335	92,6	9,6	17,5	1177,8	2512,8			44,8	
Трехъярусный отвал без подготовки емкости во втором ярусе									
E <sub>я1</sub> , м <sup>2</sup>		E <sub>я2</sub> , м <sup>2</sup>		E <sub>я3</sub> , м <sup>2</sup>		E <sub>0.3</sub> = E <sub>я1</sub> + E <sub>я2</sub> + E <sub>я3</sub> , м <sup>2</sup>		H <sub>я.3</sub> , м	
1335		1177,8		1034,7		3547,4		63,3	
Трехъярусный отвал с подготовкой дополнительной емкости во втором ярусе									
E <sub>я1</sub> , м <sup>2</sup>	E <sup>я2</sup> , м <sup>2</sup>	ΔE <sub>я2</sub> , м <sup>2</sup>	E <sub>я3</sub> , м <sup>2</sup>	ΔA <sub>г2</sub> , м <sup>2</sup>	E <sup>я2</sup> + ΔE <sub>я2</sub> , м <sup>2</sup>	E <sub>я1</sub> + E <sup>я2</sup> + ΔE <sub>я2</sub> , м <sup>2</sup>	H <sub>я.3</sub> , м		
1335	1195,3	1020,4	1190,2	28,3	2210,6	3545,6	63,3		
Четырехъярусный отвал									
E <sub>я1</sub> , м <sup>2</sup>	R <sup>п</sup> , м	Δ <sub>2</sub> , м	E <sub>Δ2</sub> , м <sup>2</sup>	E <sub>я2</sub> , м <sup>2</sup>	E <sup>я3</sup> , м <sup>2</sup>	ΔE <sub>я3</sub> , м <sup>2</sup>	E <sub>04</sub> , м <sup>2</sup>	H <sub>я.4</sub> , м	
1335	88,6	5,6	6,0	1189,3	1034,7	856,8	4415,8	78,8	





Для размещения средней мощности породной толщи отсыпался четырехъярусный отвал, который имел место при разработке пласта VI, что видно из таблицы 8. На отдельных участках производилась отсыпка трехъярусных отвалов, а на тех участках, где мощность вскрыши превышает 78 м, была использована транспортная технология для снижения высоты навала.

Отсыпка на этих участках пятиярусного отвала была нецелесообразна как по техническим причинам (малый фронт работ), так и по экономическим, поскольку коэффициент переэкскавации превышал значение 1,9-2,0.

#### **Технология разработки участка по падению пласта VI.**

Для разработки вскрышных заходок был принят драглайн ЭШ 20.90.

Особенностью разработки первых заходок является недостаточная вместимость выработанного пространства в пределах ширины заходки 40 м, для размещения породы навала и заходки по междупластью. По мере отработки заходок вместимость внутреннего отвала увеличивается. Возрастает также длина заходок (табл. 1).

Первые заходки располагаются в пределах профилей 160, 155, 150, 145. Построение по этим профилям схем экскавации показало, что при отработке первых четырех заходок можно отсыпать только двухъярусные отвалы с размещением в них полностью или частично только породу междупластья (построено 16 схем экскавации).

Для примера на рис. 8 показаны схемы экскавации первых четырех заходок по пр. 150, а в таблицах 9 и 10 представлены параметры схем в профиле горных работ и распределение объемов по видам работ для первых четырех заходок.

При разработке следующих заходок появляется возможность размещать третий и четвертый ярусы на поверхности внутреннего отвала, т.е. отсыпать трехъярусный или четырехъярусный отвал.

Начиная с пятой заходки, разработку участка можно вести по типовым схемам экскавации с отсыпкой трех- или четырехъярусного отвала.

#### **Типовая схема экскавации с отсыпкой трехъярусного отвала.**

Схема экскавации приведена на рис. 9.

Схема построена по средним параметрам породной толщи: высота навала – 32,6 м (с учетом остаточного коэффициента разрыхления  $K_{p.o} = 1,12$ ) и высота междупластья – 41,66 м.

По типовой схеме экскавации предусматривается отсыпка трехъярусного отвала с эквивалентной мощностью вскрыши 63,3 м. Коэффициент переэкскавации  $K_{пэ} = 1,09$ .

Средняя высота породной толщи над пл. VI составляет (в плотном виде):

$$41,66 + \frac{32,6}{1,12} = 70,8 \text{ м.}$$

Тогда  $(70,8 - 63,3) = 7,5$  м навала (порода в плотном виде) надо отрабатывать на автотранспорт.

Установленный календарный срок разработки участка и принятая в результате расчетов комплектация применяемого оборудования позволили сделать следующие выводы, послужившие основой для фактически принятой технологии.

1. Первые четыре заходки ввиду недостаточности приемной способности отвала разрабатываются с отсыпкой породы в два яруса, причем в них размещается порода междупластья (за исключением объемов, вывозимых на автотранспорт) – 105,4 тыс.м<sup>3</sup> по профилям 150-155. Уступ по навалу высотой 32,8 м вывозится на автотранспорт (рис. 8). Поэтому для начала разработки первой заходки порода навала удаляется по транспортной технологии, что составляет: при работе ЭКГ-10 – 1,2 мес., при работе ЭКГ-15 – 0,93 мес. В дальнейшем работа драглайна по разработке навала над последующими тремя заходками будет осуществляться параллельно, так как заходка по междупластью и уступ по навалу пространственно смещены.

2. При разработке последующих заходок по схеме с отсыпкой трехъярусного отвала осуществляется опережающая выемка уступа высотой 8,8 м (рис. 9) также параллельно с отработкой остальной породной толщи по бестранспортной технологии.

Поэтому срок календарной отработки участка от первой до последней заходки составит:

- при работе ЭКГ-10:  $(1,2 + 183,17) = 184,37$  мес. или 15 лет 4,4 месяца;
- при работе ЭКГ-15:  $(0,93 + 183) = 183,93$  мес. или 15 лет 3,9 месяца.



За этот период объем автотранспортной вскрыши составит в среднем за год 295 тыс.м<sup>3</sup>.

Экскавация драглайном ЭШ 20.90 составит 15,8 млн.м<sup>3</sup> или в среднем 1,03 млн.м<sup>3</sup> в год; перезэкскавация – 24,55 млн.м<sup>3</sup> или в среднем 1,6 млн.м<sup>3</sup> в год. Объем добычи угля составит (исключается добыча угля за период проходки разрезной траншеи – 391,4 тыс.т), с учетом потерь 5%:  $(4265 \text{ тыс.т} - 391,4) \cdot (1 - 0,05) = 3680 \text{ тыс.т}$ .

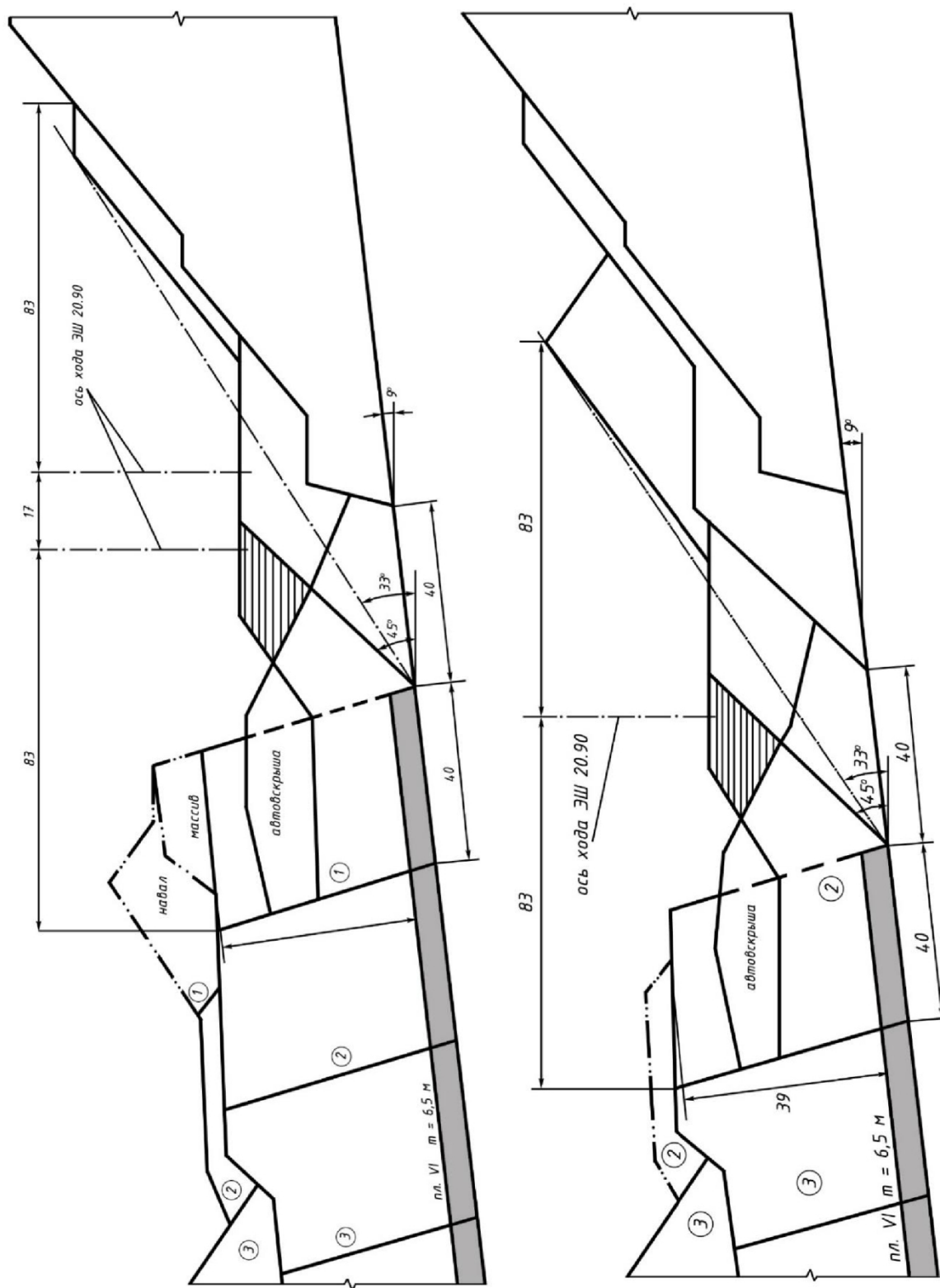


Рис. 8. Схемы разработки первых заходок: сверху – 1-й заходки; внизу – 2-й заходки.

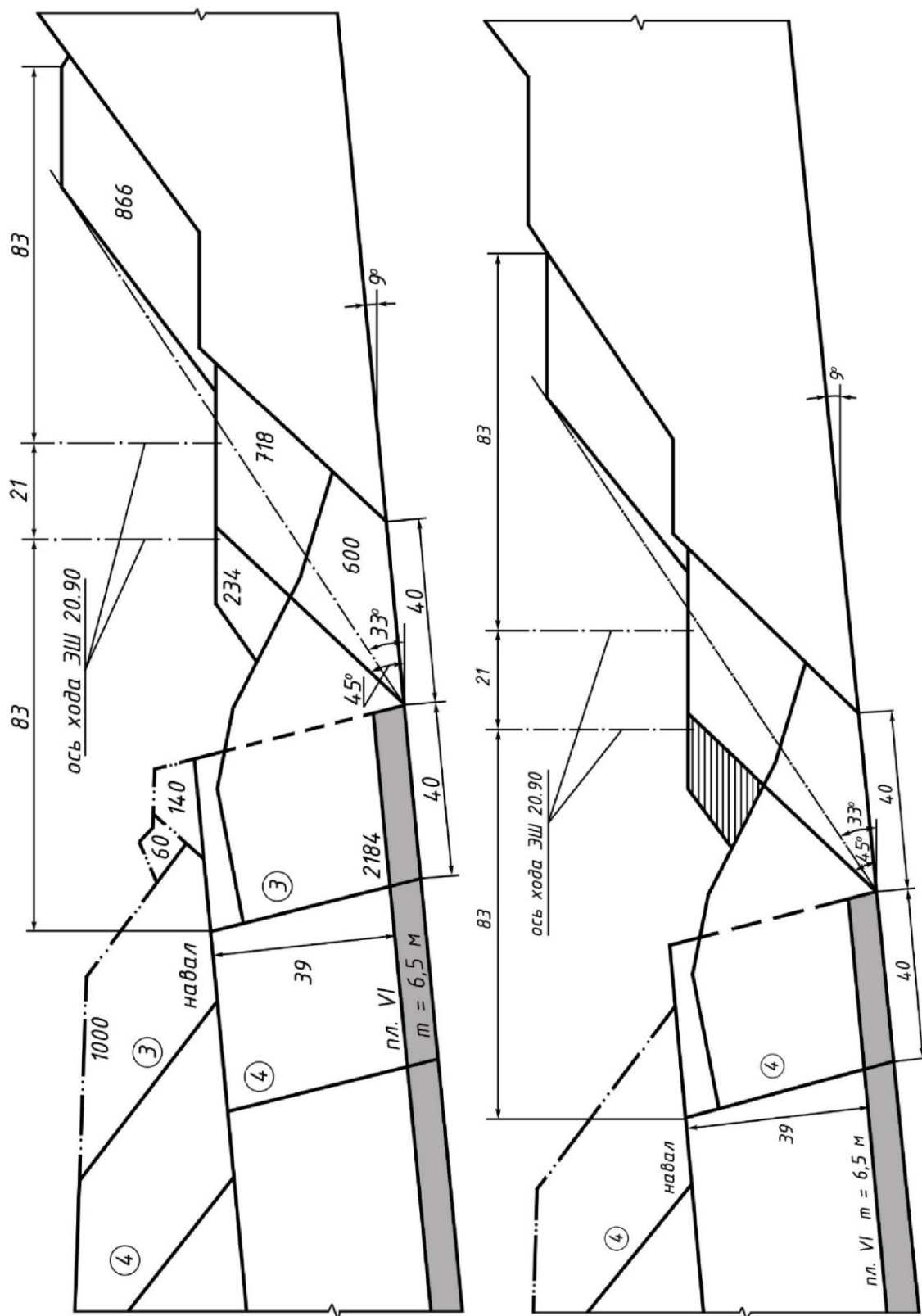


Рис. 8 (продолжение). Схемы разработки первых заходок: сверху – 3-й заходки, внизу – 4-й заходки



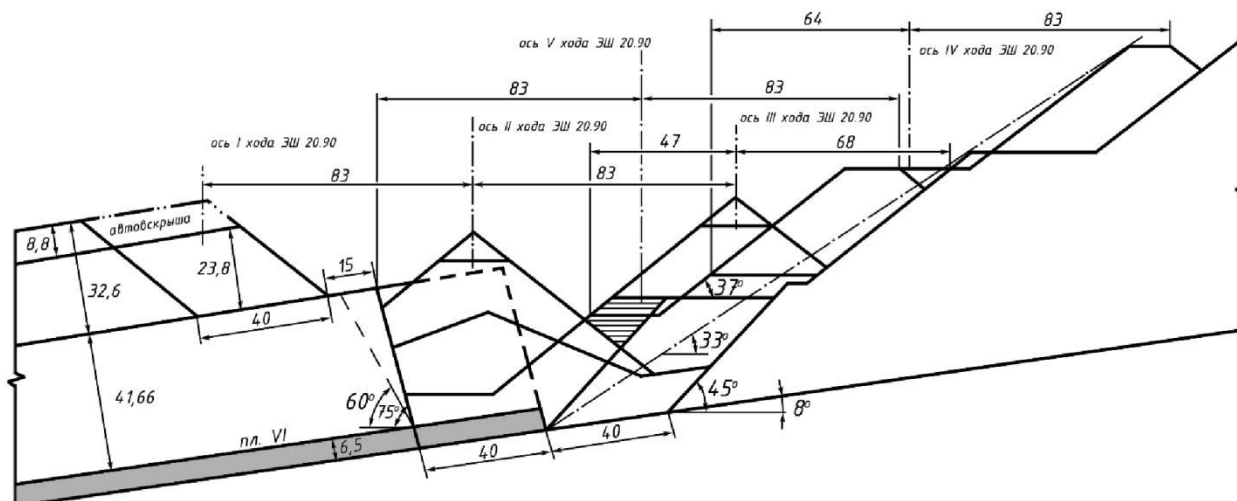
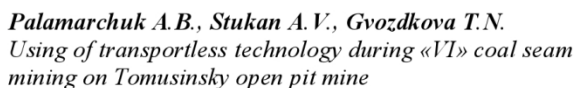


Таблица 9. Параметры схем разработки первых четырех заходок (по профилям горных работ)

Профиль	Высота уступа, м	Сечение навала, вывозимого на автотранспорт (при $K_{p.o} = 1,12$ )	Сечение элементов схемы разработки вскрышных заходок (порода в разрыхленном виде)				
			заходка	вывозка породы междупластья на автотранспорт	взрывной сброс	забой по экскавации породы	трасса перезекскавации
1-я заходка							
160	24	520	1344	–	320	1024	110
155	56	492	3136	–	776	2360	235
150	44	751	2464	897	517	1040	267
145	43	220	2408	–	560	1848	147
2-я заходка							
160	30	1231	1680	–	438	1242	140
155	51	894	2856	276	575	2005	220
150	46	171	2576	654	610	1312	270
145	43	630	2408	–	600	1808	275
3-я заходка							
160	33	1526	1848	–	412	1436	289
155	46	1037	2576	266	615	1695	293
150	39	1200	2184	–	600	1584	234
145	43	1121	2408	–	600	1808	275
4-я заходка							
160	33	1311	1848	–	412	1436	121
155	46	906	2576	266	615	1695	293
150	39	1194	2184	–	600	1584	234
145	36	1529	2016	–	300	1716	275

Таблица 10. Распределение объемов по видам работ при разработке первых четырех заходок (порода в плотном виде)

Заходка	Объем навала, вывозимый на автотранспорт для обнажения заходки по междупластью, тыс. м <sup>3</sup>	Объемы породы по междупластью, тыс. м <sup>3</sup>				
		Объем заходки	Вывозка породы междупластья на автотранспорт	Взрывной сброс	Экскавация	Переэкскавация трассы
1	181,9	664,9	1,0	154,0	509,9	53,1
2	312,7	735,0	66,4	172,5	496,1	70,9
3	524,0	682,3	19,0	168,0	495,3	83,2
4	512,9	635,9	19,0	143,1	473,8	66,2
Всего	1531,4	2718,1	105,4	637,6	1975,1	273,4
Общий объем перерабатываемой породы при разработке четырех заходок (навал и междупластье) – 4248,6 тыс.м <sup>3</sup> . Коэффициент взрывного сброса – 0,23						



Среднегодовая добыча участка:



7. Габриэлян С.С. Применение комбинированного перемещения породы при бестранспортной системе разработки // Уголь. – 1969. – №1.
8. Дробин В.Н. Совершенствование бестранспортной системы разработки // Уголь. – 1983. – №3. – С. 28-29.
9. Гвоздкова, Т.Н. Увеличение объемов внутреннего отвалообразования на разрезах южного Кузбасса // «Энергетическая безопасность России, Новые подходы к развитию угольной промышленности»: Труды международной научно-практической конференции. – Кемерово, 2003. – С. 76-78.
10. Гвоздкова, Т.Н. Разработка по бестранспортной технологии свиты из трех пологих пластов с общей мощностью междупластий 80 м на ОАО «Разрез Сибиргинский» // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2004. – №3. – С. 44-48.
11. Демин А.М., Протасов А.И. О целесообразности увеличения объемов внутреннего отвалообразования на разрезах Кузбасса // Уголь. – 1979. – №3. – С. 32-33.
12. Кузьменко А.Х. Исследование производительности драглайнов в основных технологических схемах на открытых горных разработках: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1979. – 21 с.
13. Мордухович И.Л. Исследование параметров рабочего процесса шагающих драглайнов. – М., Наука, 1984. – 143 с.
14. Гвоздкова Т.Н. Обоснование вида бестранспортных схем экскавации для разработки породной толщи мощностью 80 м и более на разрезах Томусинского района // «Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности»: Материалы международной научно-практической конференции – Кемерово, 2004. – С. 78-82.
15. Омельченко Т.Т. Совершенствование технологии горных работ на разрезе «Красногорский» // Открытая угольдобыча в Кузбассе / Опыт, проблемы, перспективы: Науч.-техн. сб. / Кемеровское книжное изд-во. – Кемерово, 1976. – С. 185-194.
16. Скурихин Ю.Г., Петров А.Е. Снижение потерь угля при работе драглайнов // Уголь. – 1985. – №10. – С. 44-46.
17. Усенко С.П., Глазков А.Л., Рыбаков Б.Н. К вопросу о расширении области применения бестранспортной технологии // Открытая угольдобыча в Кузбассе / Итоги. Проблемы. Перспективы: Науч.-техн. сб. / Кемеровское кн. изд-во. – Кемерово, 1984. – С. 25-27.

## References

1. Gvozdkova T.N. Otrabotka zakonservirovannyh zapasov po pl. VI na ОАО «Razrez Tomusinskij» UK «YUzhnyj Kuzbass» / T.N. Gvozdkova, V.G. Pronoza // Vestnik KuzGTU. – 2007. – №4. – С. 11-16.
2. SP 45.13330.2012 Zemlyanye sooruzheniya, osnovaniya i fundamenty Earthworks, Grounds and Footings Aktualizirovannaya redakciya SNiP 3.02.01-87. Data vvedeniya 2013-01-01
3. Anpilov A.E. Opredelenie osnovnyh parametrov bestransportnoj sistemy razrabotki // Ugol'. – 1987. – №2. – С. 23-25.
4. Belinkin A.A., Serin G.N. Uvyazka vskryshnyh i dobychnykh rabot pri bestransportnoj sisteme // Ugol'. – 1971. – №8.
5. Bogdanova O.I. Rekomendacii po vyboru parametrov vnutrennih otvalov pri ispol'zovanii moshchnykh draglajnov na razrezah yuzhnogo Kuzbassa // Voprosy razrabotki ugod'nyh i slancevykh mestorozhdenij otkrytym sposobom: Nauchnye soobshcheniya / IGD im. A.A. Skochinskogo. – М., 1980. – Вып. 185. – С. 18-25.
6. Vagorovskij V.S. Ob effektivnosti polnogo ispol'zovaniya rabochih parametrov draglajnov // Ugol'. – 1983. – №2. – С. 24-25.
7. Gabrielyan S.S. Primenenie kombinirovannogo peremeshcheniya porody pri bestransportnoj sisteme razrabotki // Ugol'. – 1969. – №1.
8. Drobina V.N. Sovershenstvovanie bestransportnoj sistemy razrabotki // Ugol'. – 1983. – №3. – С. 28-29.
9. Gvozdkova, T.N. Uvelichenie ob'emov vnutrennego otvaloobrazovaniya na razrezah yuzhnogo Kuzbassa // «Energeticheskaya bezopasnost' Rossii, Novye podhody k razvitiyu ugod'noj promyshlennosti»: Trudy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Кемерово, 2003. – С. 76-78.
10. Gvozdkova, T.N. Razrabotka po bestransportnoj tekhnologii svity iz trekh pologih plastov s obshchej moshchnost'yu mezhduplastij 80 m na ОАО «Razrez Sibirginskij» // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2004. – №3. – С. 44-48.
11. Demin A.M., Protasov A.I. O celsobraznosti uvelicheniya ob'emov vnutrennego otvaloobrazovaniya na razrezah Kuzbassa // Ugol'. – 1979. – №3. – С. 32-33.
12. Kuz'menko A.H. Issledovanie proizvoditel'nosti draglajnov v osnovnykh tekhnologicheskikh skhemakh na otkrytykh gornykh razrabotkakh: Avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. – М., 1979. – 21 с.
13. Mordukhovich I.L. Issledovanie parametrov rabocheho processa shagayushchih draglajnov. – М., Nauka, 1984. – 143 с.





14. Gvozdikova T.N. Obosnovanie vida bestransportnyh skhem ekskavatsii dlya razrabotki porodnoj tolshchi moshchnost'yu 80 m i bolee na razrezah Tomusinskogo rajona // «Energeticheskaya bezopasnost' Rossii. Novye podhody k razvitiyu ugol'noj promyshlennosti»: Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii – Kemerovo, 2004. – S. 78-82.

15. Omel'chenko T.T. Sovershenstvovanie tekhnologii gornyh rabot na razreze «Krasnogorskij» // Otkrytaya ugledobycha v Kuzbasse / Opyt, problemy, perspektivy: Nauch.-tekhn. sb. / Kemerovskoe knizhnoe izd-vo. – Kemerovo, 1976. – S. 185-194.

16. Skurihin YU.G., Petrov A.E. Snizhenie poter' uglya pri rabote draglajnov // Ugol'. – 1985. – №10. – S. 44-46.

17. Usenko S.P., Glazkov A.L., Rybakov B.N. K voprosu o rasshirenii oblasti primeneniya bestransportnoj tekhnologii // Otkrytaya ugledobycha v Kuzbasse / Itogi. Problemy. Perspektivy: Nauch.-tekhn. sb. / Kemerovskoe kn. izd-vo. – Kemerovo, 1984. – S. 25-27.

#### **Авторы**

**Паламарчук Алексей Борисович,**  
главный инженер,  
Филиал ПАО «Южный Кузбасс» – управление  
по открытой добыче угля (Разрез «Ольжерас-  
ский»)

**Стукан Антон Владимирович,**  
главный технолог,  
Филиал ПАО «Южный Кузбасс» – управление  
по открытой добыче угля (Разрез «Красногор-  
ский»)

**Гвоздкова Татьяна Николаевна,**  
кандидат технических наук, доцент, директор,  
Междуреченский филиал Кузбасского государ-  
ственного технического университета им. Т.Ф.  
Горбачева  
e-mail: gvozdkovatn@kuzstu.ru

#### **Библиографическое описание статьи**

Паламарчук А.Б. Бестранспортная технология  
разработки пласта VI на разрезе «Томусинский»  
/ А.Б. Паламарчук, А.В. Стукан, Т.Н. Гвоздкова //  
Техника и технология горного дела. – 2019. – №  
1 (4). – С. 50-68.

#### **Authors**

**Alexey B. Palamarchuk,**  
Chief Engineer,  
Branch of South Kuzbass PJSC – Open Mining De-  
partment (Olzherassk Open Pit Mine)

**Anton V. Stukan,**  
Chief Technologist,  
Branch of South Kuzbass PJSC – Open Mining De-  
partment (Krasnogorsk Open Pit Mine)

**Tatiana N. Gvozdikova,**  
Candidate of Technical Sciences, Associated Profes-  
sor, Director,  
Mezhdurechensk branch of T.F. Gorbachev Kuzbass  
State Technical University  
e-mail: gvozdkovatn@kuzstu.ru

#### **Cite this article**

Palamarchuk A.B., Stukan A.V. and Gvozdikova T.N.  
(2019) Using of transportless technology during «VI»  
coal seam mining on Tomusinsky open pit mine,  
*Journal of mining and geotechnical engineering*,  
1(4):50.