

ISSN 1999-4125 (Print)

ISSN 2949-0642 (Online)

Научная статья

УДК 622.271.3

DOI: 10.26730/1999-4125-2026-3-167-176

ОТРАБОТКА КРУТОПАДАЮЩИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЯ С ВРЕМЕННЫМ ОСТАВЛЕНИЕМ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД НА РАБОЧЕМ БОРТУ РАЗРЕЗА

Митюковский Владислав Александрович^{1,*}, Тюленев Максим Анатольевич²¹ ООО «Инновационная фирма «ВзрывЭкология»² Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева

* для корреспонденции: vladkvp@yandex.ru

Аннотация.

Для разрезов Кузбасса, разрабатывающих месторождения угля с различными условиями залегания свиты пластов, наиболее экономически эффективным и экологически приемлемым является порядок с последовательной отработкой месторождений в две очереди и внутренними отвалами вскрышных пород. Однако при отсутствии условий для размещения вскрыши в выработанном пространстве разреза в некоторых случаях представляется возможность временного оставления вскрышных пород непосредственно на рабочем борту разреза. Например, при разработке участка Новосергеевского месторождения филиала «Краснобродский угольный разрез» необходимо отказаться от продольной, с опережающим развитием в глубину, разработки по мощным пластам угля свиты, т. к. такая отработка отрицательно влияет на установление эффективного режима горных работ. Предлагается применение на этом участке месторождения продольной двухбортной углубочно-сплошной системы разработки, где полускальные породы в бортах разреза отрабатываются экскаваторами типа «прямая мехлопата» уступами, равными высоте нарезанных рабочих горизонтов (16 м), по продольной углубочной двухбортной системе разработки с внешними отвалами вскрышных пород. Междупластья породы мощностью 70-80 м, расположенные в центральной части разреза, отрабатываются также прямыми мехлопатами с такой же высотой уступа (16 м), но уже с применением продольной сплошной системы разработки. Отсутствие на северо-восточном борту разреза пластов угля позволяет отработать полускальные породы высокими (32 м) уступами, при этом часть объемов вскрышных пород временно оставляется на рабочем борту разреза и будет отработана позднее, когда горные работы приступят к завершающей стадии эксплуатации месторождения. Экономическая эффективность отработки вскрышных пород на участке Новосергеевского месторождения с временным оставлением части объемов вскрыши на рабочем северо-восточном борту разреза определялась из сравнения двух вариантов по критерию затрат на вскрышные работы. При первом варианте вскрышные породы в полном объеме отрабатываются и сразу транспортируются на постоянный внешний отвал, а при втором варианте благодаря применению такого технического решения, как разработка полускальных вскрышных пород высокими (32 м) уступами, удастся на рабочем северо-восточном борту разреза временно оставить часть объемов вскрышных пород с отнесением их к отработке в более поздний период и получить при этом



Информация о статье

Поступила:

19 марта 2026 г.

Одобрена после

рецензирования:

15 июня 2026 г.

Принята к публикации:

01 июля 2026 г.

Ключевые слова:

крутопадающие
месторождения, система
разработки, высокие уступы,
временное оставление
вскрышных пород,
экономический эффект

значительный экономический эффект или уменьшить общие затраты на 37,6%.

Для цитирования: Митюковский В. А., Тюленев М. А. Отработка крутопадающих месторождений угля с временным оставлением вскрышных пород на рабочем борту разреза // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2026. № 3 (175). С. 167-176. DOI: 10.26730/1999-4125-2026-3-167-176, EDN: GCLMBU

Введение

Одним из важных направлений повышения эффективности производства вскрышных работ является использование благоприятствующих горно-геологических условий и рельефа поверхности месторождений, а также техногенных сооружений. Наиболее экономически эффективным и экологически приемлемым для разрезов Кузбасса, разрабатывающих месторождения угля с различными условиями залегания свиты пластов, является порядок с последовательной отработкой месторождений в две очереди и внутренними отвалами вскрышных пород.

Для этого, например, при эксплуатации крутопадающих месторождений необходимо разработку угля на разрезах перевести из вертикальной плоскости с постоянной углубкой в горизонтальную плоскость с перемещением фронта горных работ согласно с простиранием свиты пластов, т. е. создать условия для перехода от продольной углубочной на поперечную сплошную систему разработки (с. р.) с подвиганием внутренних отвалов породы синхронно с рабочим бортом по длинной оси поля разреза.

Горные работы начинаются с закладки на одном из флангов месторождения «разреза первой очереди». Предназначенная для эксплуатации в первую очередь часть месторождения угля отрабатывается с применением продольной углубочной с. р. и внешними отвалами вскрышных пород. Окончанием отработки первой очереди месторождения является достижение конечной глубины разреза и развитие в выработанном пространстве всех ярусов внутренних отвалов.

К этому времени должен быть завершен разворот фронта горных работ от продольного до поперечного, и начинается отработка второй очереди месторождения с применением поперечной сплошной однобортной с. р. и автотранспортной технологии ведения горных работ с горизонтальным подвиганием уступов.

Таким образом, создаются благоприятные условия для дальнейшей работы разреза по замкнутому циклу (без использования дополнительных земельных площадей под внешние отвалы) – вскрышные, горно-подготовительные и добычные работы, внутреннее отвалообразование вскрышных пород.

Это позволит проводить рекультивацию нарушенных открытыми горными работами земель в процессе эксплуатации месторождения. К тому же рекультивация земель должна заканчиваться одновременно с завершением цикла работ на разрезе по вскрыше и добыче угля.

Рассмотренный выше порядок разработки предполагает наличие для месторождений угля двух обязательных условий, а именно длины по простиранию порядка 5-7 км и равномерную угленасыщенности как по площади, так и в глубину.

Более подробно примеры применения порядка отработки месторождений угля в две очереди с внутренними отвалами вскрышных пород представлены в работах [1–7].

Однако, если нет условий для размещения вскрыши в выработанном пространстве разреза, то иногда представляется возможность временного оставления вскрышных пород непосредственно на рабочем борту разреза.

Далее в статье рассматривается именно это направление повышения эффективности производства вскрышных работ.

Методы и результаты исследования

Открытые горные работы на крутопадающих месторождениях угля, как известно, ведутся с применением двухбортной системы разработки. При разработке крупных крутопадающих месторождений, таких, например, как Бачатское, Краснобродское, содержание рабочих пластов угля (в разном количестве) находится в обоих бортах и центральной части разреза.

Иногда на некоторых месторождениях появляются участки, когда на одном из рабочих бортов разреза уступами разрабатывается угленасыщенная зона, а на другом – безугольная зона. Один из таких участков расположен на юге Новосергеевского месторождения угля между 52 и 67 профильными линиями и имеет длину 1,5-1,6 км. Это часть северо-восточного крыла Центральной синклинали складки, которая простирается через всю длину Новосергеевского поля и погружается в глубину с северо-запада на юго-восток. Расчетами установлено, что на участке находится порядка 41348,1 тыс. тонн запасов угля, при этом значительно большая доля из них (82%) сосредоточена в центральной части разреза.

Из общих объемов вскрышных пород на разрезе (участке) рыхлые суглинистые

отложения (наносы) составляют около 39 млн м³, а полускальные породы осадочного происхождения – 232, 85 млн м³.

Открытые горные работы на участке начинались с удаления рыхлых суглинистых отложений – наносов, мощность которых местами достигала 25-30 м. К настоящему времени они уже отработаны.

При обосновании системы разработки крутопадающих месторождений угля со свитой пластов следует отказаться от субъективности

принимаемых решений и перейти на объективную реальность, где реальностью является конкретное месторождение (участок), а объективностью – инновационное техническое решение. Например, из Рис. 1 видно, что прежде всего необходимо отказаться от продольной, с опережающим развитием в глубину, разработки по мощным пластам угля свиты потому, что такая отработка отрицательно влияет на установление эффективного режима горных работ по участку в целом.

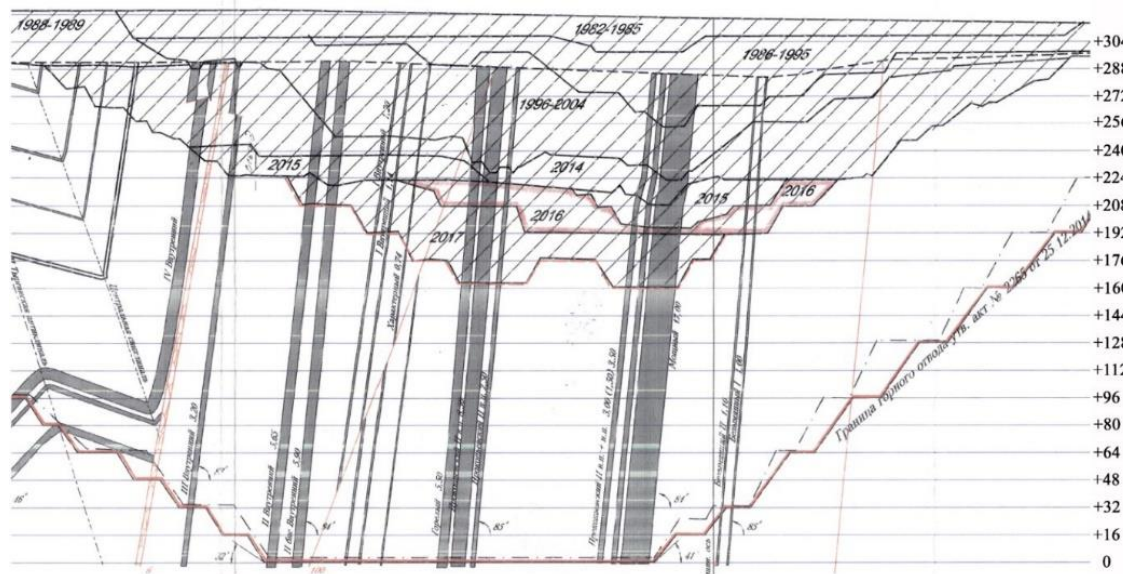


Рис. 1. Продольная, с опережающим развитием горных работ в глубину, разработка мощного пласта угля свиты

Филиал «Краснобродский угольный разрез». Новосергеевское поле. Сечение по профильной линии 58
Fig. 1. Longitudinal, with advanced development of mining operations in depth, mining system of a thick coal seam of the formation

Branch "Krasnobrodsky coal mine." Novosergeevskoye field. Section along profile line 58

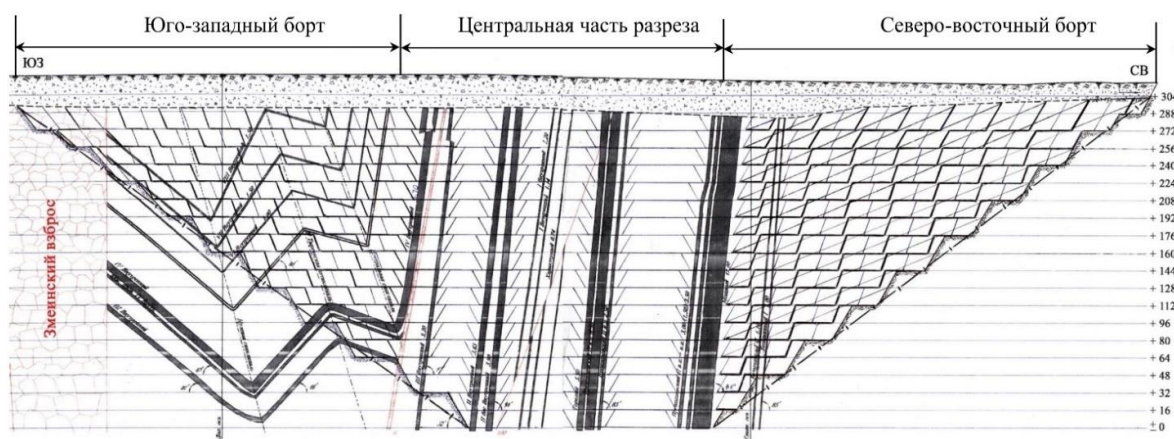


Рис. 2. Положение горных работ на участке Новосергеевского месторождения с отработкой угля и полускальных вскрышных пород уступами, равными высоте нарезанных рабочих горизонтов ($h_y = 16$ м), при применении на разрезе продольной углубочно-сплошной двухбортной системы разработки (Поперечное сечение по 58 профильной линии)

Fig. 2. Position of mining operations in the area of Novosergeevskoye deposit with mining of coal and semi-rocky overburden rocks with benches equal to the height of cut working horizons (16 m) when using a longitudinal deepening-continuous two-side mining system on a quarry (Cross section along 58 profile line)

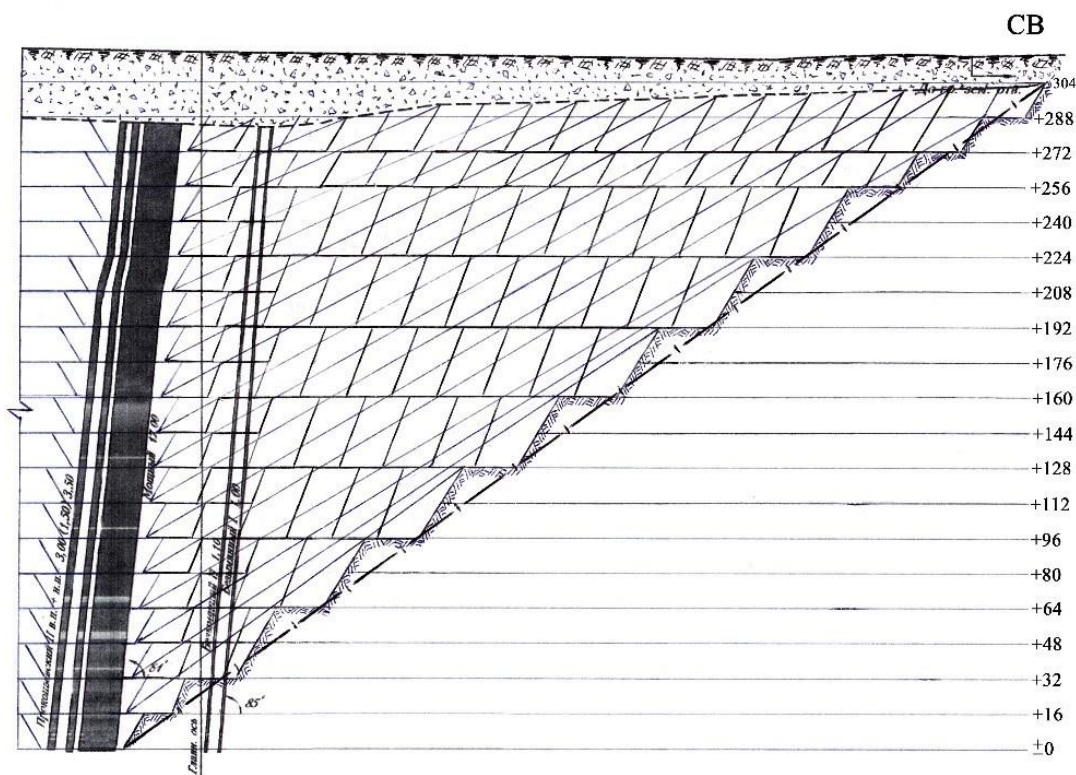


Рис. 3. Схема отработки полускальных вскрышных пород высокими ($h = 32$ м) уступами на северо-восточном (безугольном) борту разреза

Fig. 3. The scheme of development of semi-rocky overburden rocks with high ($h = 32$ m) benches on the northeastern (coalless) side of the quarry

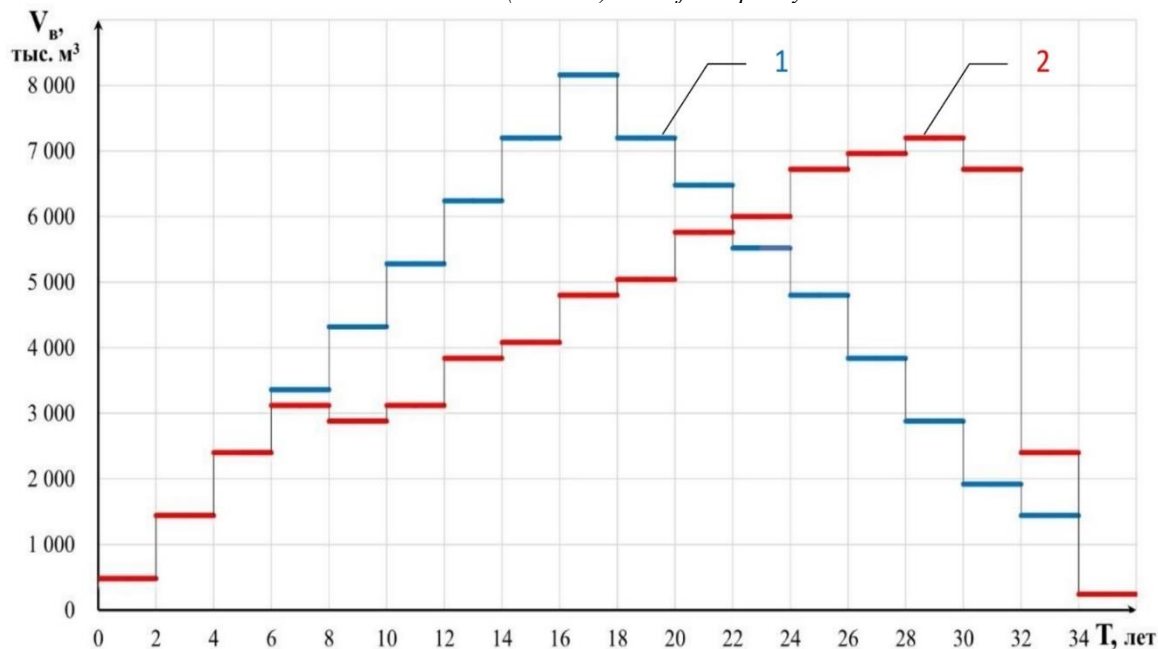


Рис. 4. График изменения объемов вскрыши по годам на северо-восточном борту разреза при разработке полускальных пород уступами разной высоты:

- 1 – вскрышные уступы равные высоте нарезанных горизонтов ($h = 16$ м);
- 2 – техническое решение – высокие вскрышные уступы ($h = 32$ м)

Fig. 4. Graph of changes in overburden volumes by year on the northeastern side of the quarry during development of semi-rocky rocks by benches of different heights:

- 1 - overburden benches equal to the height of cut horizons ($h = 16$ m);
- 2 - technical solution - high overburden benches ($h = 32$ m)

Предлагается применение на участке Новосергеевского месторождения продольной двухбортной углубочно-сплошной системы разработки, где полускальные породы в бортах разреза обрабатываются экскаваторами «прямая мехлопата» уступами, равными высоте нарезанных рабочих горизонтов ($h = 16$ м), по продольной углубочной двухбортной с. р. с внешними отвалами вскрышных пород (Рис. 2).

Междупластья породы, расположенные в центральной части разреза, мощность которых составляет 70-80 метров, обрабатываются также прямыми мехлопатами с такой же высотой уступа ($h = 16$ м), но уже с применением продольной сплошной системы разработки.

Основные рабочие пласты угля Мощный, Прокопьевский II, Горелый, II, II-бис, III и IV Внутренние размещаются в центральной части разреза и вместе с пропластками породы мощностью от 1,5-3 м до 5-6 м образуют

сложные угольно-породные блоки. Поэтому раздельная отработка угля и породы ведется в траншейном забое. Угольно-породный блок, равный высоте нарезанных рабочих горизонтов ($h = 16$ м), разрабатывается по транспортной (с использованием автотранспорта) технологии в два слоя ($h_b = h_n = 8$ м) гидравлическим экскаватором типа обратная лопата [21–23]. Уголь из маломощных ($m_n = 1-1,5$ м) пластов V – VIII Внутренние, которые находятся на юго-западном борту разреза, извлекается экскаватором обратная лопата попутно с процессом отгона рабочего борта. Отсутствие на северо-восточном борту разреза пластов угля позволяет отработать полускальные породы высокими ($h = 32$ м) уступами (Рис. 3).

Междупластья породы, расположенные в центральной части разреза, мощность которых составляет 70-80 метров, обрабатываются также прямыми мехлопатами с такой же высотой

Таблица. Изменение объемов вскрыши по годам и горизонтам на северо-восточном рабочем борту разреза при разработке полускальных вскрышных пород уступами разной высоты.
Table. Changes in overburden volumes by years and horizons on the northeastern working side of the section during the development of semi-horizontal overburden rocks with ledges of different heights.

Номер рабочего горизонта	Глубина отработки (разреза), м	Годы отработки	Высота уступа, равная высоте нарезанных рабочих горизонтов $h=16$ м, $A=20$ м, $Ш_{р.п.} = 48-50$ м		Высокие вскрышные уступы $h=32$ м, $A=20$ м, $Ш_{р.п.} = 54-60$ м	
			Угол наклона рабочего борта, градус	Объем вскрыши, тыс. м ³	Угол наклона рабочего борта, градус	Объем вскрыши, тыс. м ³
+272	40	1 – 2	25	480	25	480
+256	56	3 – 4	24	1440	22	1440
+240	72	5 – 6	24	2400	25	2400
+224	88	7 – 8	24	3360	25	3120
+208	104	9 – 10	23	4320	25	2880
+192	120	11 – 12	23	5280	26	3120
+176	136	13 – 14	23	6240	27,5	3840
+160	152	15 – 16	22,5	7200	29	4080
+144	168	17 – 18	22	8160	30	4800
+128	184	19 – 20	22	7200	30	5040
+112	200	21 – 22	21,5	6480	31	5760
+96	216	23 – 24	21,5	5520	31	6000
+80	232	25 – 26	21,5	4800	31,5	6720
+64	248	27 – 28	21	3840	30	6960
+48	264	29 – 30	26,5	2880	32	7200
+32	280	31 – 32	30	1920	34	6720
+16	296	33 – 34	33	1440	35	2400
±0	312	35 – 36	36	240	36	240
				73200		73200

уступа ($h = 16$ м), но уже с применением продольной сплошной системы разработки.

Основные рабочие пласты угля Мощный, Прокопьевский II, Горелый, II, II-бис, III и IV Внутренние размещаются в центральной части разреза и вместе с пропластками породы мощностью от 1,5-3 м до 5-6 м образуют сложные угольно-породные блоки. Поэтому раздельная отработка угля и породы ведется в траншейном забое. Угольно-породный блок, равный высоте нарезанных рабочих горизонтов ($h = 16$ м), разрабатывается по транспортной (с использованием автотранспорта) технологии в два слоя ($h_b = h_n = 8$ м) гидравлическим экскаватором типа обратная лопата [21–23]. Уголь из маломощных ($m_n = 1-1,5$ м) пластов V – VIII Внутренние, которые находятся на юго-западном борту разреза, извлекается экскаватором обратная лопата попутно с процессом отгона рабочего борта. Отсутствие на северо-восточном борту разреза пластов угля позволяет отработать полускальные породы высокими ($h = 32$ м) уступами (Рис. 3).

Некоторые пояснения к понятию о высоком вскрышном уступе как об инновационном техническом решении

Многие годы, вплоть до конца прошлого столетия, на всех разрезах Кузбасса для выемки и погрузки вскрышных пород в автосамосвалы применялись в основном однотипные экскаваторы – одноковшовые прямые механические лопаты малой и средней мощности ($E_k = 5-16$ м³), у которых максимальная высота черпания ($H_{ч. \max}$) составляет 10-16 м. Поэтому высота рабочих горизонтов, нарезанных много лет тому назад на разрезах, как была, так и осталась равной 10, 15, 16 м.

Однако высокие прочностные характеристики полускальных пород, которые к тому же возрастают с глубиной отработки месторождения, обеспечивают большой запас устойчивости откосов вскрышных уступов. Так, например, высота уступа при угле откоса $\alpha=70^\circ$ может достигать 50-70 м [8–10]. Итак, высоким уступом следует считать такой уступ, которыйкратно превышает высоту нарезанных на разрезе рабочих горизонтов. При двукратном увеличении высоты нарезанных горизонтов вскрышные уступы высотой $h = 20, 30$ и 32 м считаются высокими [11–15].

При подготовке полускальных вскрышных пород к экскавации взрывание высокого уступа производится сразу на полную высоту с применением подпорной стенки, а выемка породы из развала осуществляется в два слоя. Верхний слой вскрыши заходки обрабатывается экскаватором – драглайном (кранлайном) с нижним черпанием и погрузкой породы в автосамосвалы на уровне установки экскаватора, а нижний слой обрабатывается прямой

мехлопатовой с погрузкой породы в автосамосвалы на нижней рабочей площадке уступа [17–20].

Объемы вскрыши, полученные по горизонтам разработки полускальных пород с разной высотой уступа на северо-восточном (безугольном) рабочем борту разреза, представлены в таблице и на Рис. 4. Из данных таблицы и графика (см. Рис. 4) следует, что при отработке на безугольном борту разреза полускальных пород высокими ($h = 32$ м) уступами часть объемов вскрышных пород, начиная с горизонта +224 м и заканчивая на горизонте +112 м, временно оставляется на рабочем борту разреза и будет отработана позднее, когда горные работы приступят к завершающей стадии эксплуатации месторождения, т. е. на горизонтах $+96 - \pm 0$ м. Экономическая эффективность отработки вскрышных пород на участке Новосергеевского месторождения с временным оставлением части объемов вскрыши на рабочем северо-восточном борту разреза определялась из сравнения двух вариантов по критерию затрат на вскрышные работы. При первом варианте, когда вскрышные породы в полном объеме отрабатываются и сразу транспортируются на постоянный внешний отвал, затраты определялись по формуле:

$Z_6 = C_3 \times V_6 + C_{м^3 \cdot км} \times V_6 \times L = V_6 (C_3 + C_{м^3 \cdot км} \times L)$, руб., где C_3 – удельные затраты на выемку и погрузку 1 м³ вскрышных пород экскаватором РН-2800 ($C_3 = 8$ руб./м³); V_6 – объем отработываемый и перевозимый на постоянный внешний отвал вскрышных пород ($V_6 = 73200$ тыс. м³); $C_{м^3 \cdot км}$ – затраты по транспортировке 1 м³ породы на расстояние 1 км автосамосвалом БелАЗ-75306 ($C_{м^3 \cdot км} = 9$ руб.); L – расстояние транспортировки вскрышных пород до постоянного отвала ($L = 3$ км).

По первому варианту общие затраты на отработку всего объема вскрышных пород с одновременной транспортировкой на постоянный внешний отвал составили 2562000 тыс. руб.

При втором варианте благодаря применению такого технического решения, как разработка полускальных вскрышных пород высокими ($h = 32$ м) уступами, удастся на рабочем северо-восточном борту разреза временно оставить часть объемов вскрышных пород с отнесением их к отработке в более поздний период и получить при этом значительный экономический эффект.

При втором варианте приведенные затраты ($Z_{np.}$) на вскрышные работы определяются по формуле:

$$Z_{np.} = V_{61} (C_3 + C_{м^3 \cdot км} \times L) \frac{V_{62} (C_3 + C_{м^3 \cdot км} \times L)}{(1+E)^T} + V_{63} (C_3 + C_{м^3 \cdot км} \times L), \text{ руб.},$$

где C_3 – удельные затраты на выемку и погрузку 1 м³ вскрышных пород экскаватором ЭШ-11/70 ($C_3 = 5$ руб./м³) и ЭКГ-18Р ($C_3 = 7$ руб./м³), в среднем ($C_3 = 6$ руб./м³); $C_{м^3.км}$ – затраты по транспортировке 1 м³ породы на расстояние 1 км автосамосвалом БелАЗ-75131 ($C_{м^3.км} = 8$ руб.); E – норма дисконта ($E = 12\%$); T – срок временного оставления вскрышных пород на рабочем северном-восточном борту разреза.

По второму варианту приведенные затраты ($Z_{пр.}$) по переработке всего объема вскрышных пород на северо-восточном борту разреза составили 1597477 тыс. руб.

Выводы

Результаты сравнения затрат на вскрышные работы по вариантам свидетельствуют о том, что за счет временного оставления части объемов вскрышных пород на рабочем северо-восточном борту разреза можно получить экономический эффект в размере 964523 тыс. руб. или уменьшить общие затраты на 37,6%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барабанов В. Ф., Томаков П. И., Дергачев И. И. Разработка крутых и наклонных пластов открытым способом с размещением пустых пород в выработанном пространстве // Уголь. 1959. № 12. С. 9–10.
2. Томаков П. И. Исследование транспортной системы разработки открытым способом свит крутых угольных пластов Кузбасса с размещением вскрыши в выработанном пространстве. П. И. Томаков. Автореферат канд. дисс. М. : МТИ, 1963. 17 с.
3. Томаков П. И. Отвалообразование при отработке крутых пластов транспортной системой с размещением пустых пород в выработанное пространство. Сб. трудов. Прокопьевск : КузНИУИ, 1963. № 11.
4. Томаков П. И. Система разработки крутых пластов угля с внутренним отвалообразованием // Новые направления в технике и технологии открытых горных работ. М. : Недра, 1965.
5. Томаков П. И., Коваленко В. С. Эффективность внутреннего отвалообразования при разработке Чумышского угольного месторождения // Добыча угля открытым способом. 1972. № 3. С. 8–10.
6. Ненашев А. С. Исследование эффективности разработки месторождений Южного Кузбасса этапами с внутренними отвалами: дис. ... канд. техн. наук / А. С. Ненашев. М. : МТИ, 1975. 165 с.
7. Ненашев А. С., Федотенко С. М., Федотенко В. С. Система разработки с внутренним отвалообразованием для крутопадающих и наклонных угольных месторождений Кузбасса // ТЭК и ресурсы Кузбасса. 2013. № 4(69). С. 48–54.
8. Ненашев А. С., Федотенко В. С. Инновационное развитие технологии и систем открытой разработки, рекультивация нарушенных земель (на примере ОГР Кузбасса). Учебное пособие. Кемерово : Кузбассвуиздат, 2022. 140 с.
9. Горное дело: терминологический словарь / Под научной редакцией акад. РАН Трубецкого К. Н., чл. корр. Каплунова Д. Р. 5-е изд., перераб. и доп. М. : Изд-во «Горная книга», 2016. 635 с.
10. Ржевский В. В. Открытые горные работы. Ч. 2. М. : Недра, 1985. 549 с.
11. Ненашев А. С., Ермолаев В. А., Федотенко С. М., Усенко С. П., Гойхман Э. Э., Ташкинов А. С. Технологические схемы разработки высоких уступов на разрезах Кузбасса. Кемерово : ПО «Кемеровоуголь», 1987. 94 с.
12. Баулин А. В. Обоснование параметров технологии отработки вскрышных пород высокими уступами при транспортной системе разработки на угольных разрезах. Автореферат канд. дисс. М. : ННЦ ГП – ИГД им. А. А. Скочинского, 2002. 23 с.
13. Федотенко В. С. Обоснование проектных решений по производству вскрышных работ высокими уступами на разрезах Кузбасса. Автореферат канд. дисс. М. : МГТУ, 2012. 20 с.
14. Федотенко В. С., Ненашев А. С., Макшеев В. П. Патент РФ на изобретение № 2490463. Способ отработки рабочего борта карьера высокими уступами. Оpubл. 20.08.2013. Бюл. № 23.
15. Ненашев А. С., Федотенко В. С. Технологические аспекты перехода на высокие вскрышные уступы. Кемерово : Кузбассвуиздат, 2017. 200 с.
16. Матва С. В., Кокин С. В., Литвин Ю. И., Протасов С. И., Корнев Г. Н., Федотенко В. С. Совершенствование способов буровзрывной подготовки пород на предприятиях ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» // Уголь. 2015. № 12. С. 24–31.
17. Трубецкой К. Н., Сидоренко И. А., Сеинов Н. П., Самородов Ю. П. Технология отработки вскрыши высокими уступами с применением экскаваторов-кранлайнов. // Горный журнал. 2000. № 3. С. 31–34.
18. Трубецкой К. Н., Киселев Н. Н., Домбровский А. Н., Сидоренко И. А. [и др.] Кранлайн – новый вид шагающего драглайна // Горная промышленность. 1999. № 3. С. 32–35.
19. Трубецкой К. Н., Сеинов Н. П., Киселев Н. Н., Сидоренко И. А. Кранлайны – техника открытых горных работ XXI века // Уголь. 1999. № 11. С. 46–49.
20. Трубецкой К. Н., Сидоренко И. А., Сеинов Н. П., Самородов Ю. П. Технология отработки вскрыши высокими уступами с применением экскаваторов-кранлайнов // Горный журнал. 2000. № 3. С. 31–34.
21. Katsubin A., Markov S., Khoreshok A., Tyulenev M. Selection of Excavating Equipment for the Outpacing Development of the Coal-bearing Zone // E3S Web of Conferences. Kemerovo, 2020. P. 01027. DOI: 10.1051/e3sconf/202017401027. EDN

QSHLYV.

22. Стрельников А. В., Тюленев М. А. Применение обратных гидравлических лопат при разработке сложноструктурных угольных месторождений Кузбасса // Горное оборудование и электромеханика. 2011. № 1. С. 30–34. EDN NDQSZJ.

23. Какубин А. В., Хорешок А. А.,

Тюленев М. А., Марков С. О. Технология опережающей выемки наклонных и крутых угольных пластов обратными гидравлическими лопатами // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2020. № 11. С. 27–36. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-11-0-27-36. EDN ILJQPF.

© 2026 Авторы. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Об авторах:

Митюковский Владислав Александрович, заместитель генерального директора по производству и реализации, ООО «Инновационная фирма «ВзрывЭкология», e-mail: vladkvp@yandex.ru

Тюленев Максим Анатольевич, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой открытых горных работ, Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева, e-mail: tma.geolog@kuzstu.ru

Заявленный вклад авторов:

Митюковский Владислав Александрович – обзор литературы, сбор и анализ данных, концептуализация предложенной идеи, написание текста, выполнение расчетов, оформление графической информации.

Тюленев Максим Анатольевич – постановка исследовательской задачи, анализ данных, написание текста, подведение итогов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Original article

STEEPLY DIPPING COAL DEPOSITS MINING WITH TEMPORARY LEAVING OF OVERBURDEN ROCKS ON THE WORKING SIDE OF THE QUARRY

Vladislav A. Mityukovsky^{1,*}, Maxim A. Tyulenev²

¹ LLC "Innovative company "ExplosionEcology"

² T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

* for correspondence: vladkvp@yandex.ru



Article info

Received:

19 March 2026

Accepted for publication:

15 June 2026

Accepted:

01 July 2026

Keywords: steeply dipping fields, development system, high scarps, temporary abandonment of overburden, economic effect

Abstract.

For Kuzbass sections developing coal deposits with different formation conditions, the most cost-effective and environmentally acceptable procedure is the procedure with sequential development of deposits in two stages and internal dumps of overburden rocks. However, in the absence of conditions for the placement of overburden in the worked-out space of the section, in some cases it is possible to temporarily leave overburden rocks directly on the working side of the section. For example, when developing the Novosergeevskoye field of the Krasnobrodsky Coal Mine branch, it is necessary to abandon the longitudinal, with advanced development in depth, development of thick coal beds of the suite, since such development negatively affects the establishment of an effective mining regime. Application of longitudinal double-side deepening-continuous mining system is proposed in this section of deposit, where semi-rocky rocks in sides of section are excavated by excavators of straight mechanically shovel type with ledges equal to height of cut working horizons (16 m) along longitudinal deepening double-side mining system with external dumps of overburden rocks. Interplasties of rock with a thickness of 70-80 m located in the central part of the section are also worked out with straight furrows with the same

bench height (16 m), but already using a longitudinal continuous development system. The absence of coal seams on the northeastern side of the section makes it possible to mine semi-rocky rocks with high (32 m) ledges, while part of the volume of overburden rocks is temporarily left on the working side of the section and will be worked out later, when mining begins the final stage of field operation. The economic efficiency of overburden mining in the Novosergeevskoye field area with temporary abandonment of part of the overburden volumes on the working northeastern side of the section was determined by comparing two options according to the criterion of overburden costs. In the first option, overburden rocks are fully mined and immediately transported to a permanent external dump, and in the second option, due to the use of such a technical solution as the development of semi-rocky overburden rocks with high (32 m) by ledges, it is possible to temporarily leave part of the volumes of overburden rocks on the working northeastern side of the section and classify them as mining at a later period and obtain a significant economic effect or reduce the total costs of 37.6%.

For citation: Mityukovsky V.A., Tyulenev M.A. Steeply dipping coal deposits mining with temporary leaving of overburden rocks on the working side of the quarry. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*=Bulletin of the Kuzbass State Technical University. 2026; 3(175):167-176. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1999-4125-2026-3-167-176, EDN: GCLMBU

REFERENCES

1. Barabanov V.F., Tomakov P.I., Dergachev I.I. Development of steep and inclined formations in an open manner with the placement of waste rocks in the worked-out space. *Ugol*. 1959; 12:9-10.
2. Tomakov P.I. Investigation of the transport system of open-pit mining of formations of steep coal seams of Kuzbass with placement overburden in the developed space. Abstract of the Cand. Sci. diss. M.: MIT; 1963. 17 p.
3. Tomakov P. I. Dumping during the working out of steep formations by a transport system with the placement of empty rocks in the worked-out space. Collection of works. Prokopyevsk: KuzNIUI; 1963. № 11.
4. Tomakov P.I. System of development of steep coal seams with internal dumping // New directions in engineering and technology of open-pit mining. M.: Nedra; 1965.
5. Tomakov P.I., Kovalenko V.S. Efficiency of internal dumping during the development of the Chumyshsky coal deposit. *Open-pit coal mining*. 1972; 3:8-10.
6. Nenashev A.S. PhD diss.: A study of the effectiveness of the development of deposits in Southern Kuzbass in stages with internal dumps. A. S. Nenashev. M.: MIT; 1975. 165 p.
7. Nenashev A.S., Fedotenko S.M., Fedotenko V.S. Development system with internal dumping for steeply falling and inclined coal deposits of Kuzbass. *Fuel and energy complex and resources of Kuzbass*. 2013; 4(69):48-54.
8. Nenashev A.S., Fedotenko V.S. Innovative development of open-pit technology and systems, reclamation of disturbed lands (on the example of the Kuzbass OGR). A study guide. Kemerovo: Kuzbassvuzizdat; 2022. 140 p.
9. Mining: a terminological dictionary / Under the scientific editorship of the RAS Academician Trubetskoy K.N., RAS corresponding member D.R. Kaplunov – 5th ed., reprint. and additional. M.: Publishing house "Mining book"; 2016. 635 p.
10. Rzhnevsky V.V. Open-pit mining. Part 2. M.: Nedra; 1985. 549 p.
11. Nenashev A.S., Ermolaev V.A., Fedotenko S.M., Usenko S.P., Goikhman E.E., Tashkinov A.S. Technological schemes for the development of high benches in the Kuzbass quarries. Kemerovo: Kemerovougol, 1987. 94 p.
12. Baulin A.V. Substantiation of the parameters of the technology of mining overburden rocks with high benches in the transport system of mining at coal mines. Abstract of the Candidate of Sciences. diss. M.: NSC GP – IGD named after A. A. Skochinsky; 2002. 23 p.
13. Fedotenko V.S. Substantiation of design solutions for the production of overburden works by high benches in Kuzbass open pits. Abstract of the Cand. Sci. diss. M.: MGSU; 2012. 20 p.
14. Fedotenko V.S., Nenashev A.S., Maksheev V.P. RF Patent for invention No. 2490463. The method of working off the working side of the quarry with high benches. Publ. 08/20/2013, Byul. № 23.
15. Nenashev A.S., Fedotenko V.S. Technological aspects of the transition to high overburden benches. Kemerovo: Kuzbassvuzizdat; 2017. 200 p.
16. Improvement of methods of drilling and blasting preparation of rocks at the enterprises of JSC UK Kuzbassrazrezugol / Matva S.V., Kokin S.V., Litvin Yu.I., Protasov S.I., Kornev G.N., Fedotenko V.S. *Ugol*. 2015; 12:24-31.
17. Trubetskoy K.N., Sidorenko I.A., Seinov N.P., Samorodov Yu.P. Technology of working off overburden with high benches using cranline excavators. *Mining journal*. 2000; 3:31-34.

18. Trubetskoy K.N., Kiselyov N.N., Dombrovsky A.N., Sidorenko I.A. [et al.] The cranline is a new kind of walking dragline. *Mining industry*. 1999; 3:32-35.

19. Trubetskoy K.N., Seinov N.P., Kiselev N.N., Sidorenko I.A. Cranlines – open pit mining technique of the XXI century. *Ugol*. 1999; 11:46-49.

20. Trubetskoy K.N., Sidorenko I.A., Seinov N.P., Samorodov Yu.P. Technology of working off overburden with high benches using cranline excavators. *Mining Journal*. 2000; 3:31-34.

21. Katsubin A., Markov S., Khoreshok A., Tyulenev M. Selection of Excavating Equipment for the Outpacing Development of the Coal-bearing Zone. *E3S Web of Conferences*. 2020; 174:01027. DOI: 10.1051/e3sconf/202017401027. EDN QSHLYV.

22. Strelnikov A.V., Tyulenev M.A. Using of backhoes when complex-structured deposits mining in Kuzbass. *Mining Equipment and Electromechanics*. 2011; 1:30-34. EDN NDQSJZ.

23. Katsubin A.V., Khoreshok A.A., Tyulenev M.A., Markov S.O. Technology of advance cutting of sloping and steeply pitching coal seams using hydraulic backhoe excavators. *MLAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020;(11):27-36. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-11-0-27-36.

© 2026 The Authors. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The authors declare no conflict of interest.

About the authors:

Vladislav A. Mityukovsky, Deputy General Director for Production and Sales, LLC "Innovative Firm "Explosion Ecology", e-mail: vladkvp@yandex.ru.

Maxim A. Tyulenev, PhD (Eng.), Associated Professor, Head of Open Pit Mining Department, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, e-mail: tma.geolog@kuzstu.ru

Contribution of the authors:

Vladislav A. Mityukovsky – literature review, data collection and analysis, conceptualization of the proposed idea, writing text, performing calculations, design of graphic information.

Maxim A. Tyulenev – research problem statement, data analysis, writing the text, drawing the conclusions

All authors have read and approved the final manuscript.

