ISSN 1999-4125 (Print) **ISSN 2949-0642 (Online)**

Научная статья
УДК 622.271
DOI: 10.26730/1999-4125-2025-4-184-193

ОБОСНОВАНИЕ ПОДГОТОВКИ ЕМКОСТИ ПОД ВНУТРЕННИЙ БЕСТРАНСПОРТНЫЙ ОТВАЛ НА ОСНОВЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ЗАЛЕГАНИЯ СВИТЫ ПОЛОГОПАДАЮЩИХ ПЛАСТОВ И ГЛАВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КАРЬЕРНОГО ПОЛЯ

Селюков Алексей Владимирович, Нечаев Андрей Игоревич

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

* для корреспонденции: pashkovda@kuzstu.ru

Аннотация.
На долю Кузбасса приходится более 58% добычи каменных углей в Российской Федерации, около 80% – от добычи всех коксующихся марок. Большинство запасов доступно для открытых работ, залегает на глубине до 300 метров, причем около 40% запасов сосредоточено в свитах пластов пологого падения центральной и южной частей бассейна. При открытой разработке свит пологих пластов основной вид технологии – это транспортная и бестранспортная. Месторождения, на которых представлена бестранспортная технология, отличаются разнообразием горно-геологических условий. В зависимости от укладки породы во внутренние отвалы бестранспортная технология разделяется на простую, когда порода укладываются непосредственно в отвал, и усложненную, где часть вскрыши экскавируется повторно. При мощности вскрыши 15÷20 м возможно применение простой бестранспортной технологии с однократной перевалкой. При мощности вскрыши 30÷40 м применяется усложненная многократная перевалка. Мощность вскрыши, отрабатываемой по бестранспортной технологии, ограничивается техническими возможностями драглайна. На разрезах Кузбасса по бестранспортной технологии отсыпают в основном от одного до трех ярусов внутреннего бестранспортного отвала, при дальнейшем увеличении резко возрастает коэффициент переэкскавации и снижается производительность экскаваторов типа ЭШ, что обусловлено применением наиболее распространенной «Райчихинской» схемы экскавации. На основе учета закономерностей залегания свиты пологопадающих пластов и главных параметров карьерного поля предлагается поэтапная разработка залежи с созданием первоначальной емкости под внутренний бестранспортный отвал и возможностью увеличения мощности вскрышных пород, переваливаемых по бестранспортной технологии в безугольной зоне.

Информация о статье
Поступила:
01 июня 2025 г.

Одобрена после рецензирования:
22 июня 2025 г.

Принята к публикации:
30 июня 2025 г.

Опубликована:
28 августа 2025 г.

Ключевые слова:
емкость под внутренний отвал, этапы ведения горных работ, пологопадающие залежи, свита пластов, карьерное поле, закономерности.

Для цитирования: Селюков А.В., Нечаев А.И. Обоснование подготовки емкости под внутренний бестранспортный отвал на основе закономерностей залегания свиты пологопадающих пластов и главных параметров карьерного поля // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2025. № 4 (170). С. 184-193. DOI: 10.26730/1999-4125-2025-4-184-193, EDN: QELGUM

В Кузбассе принято деление угольных месторождений по географическому и геолого-экономическому расположению на территории Кемеровской области [1]. Свиты пологопадающих пластов располагаются в следующих геолого-экономических районах: Егозово-Красноярское, Жерновское, Караканское, Талдинское, Ерунаковское, Томусинское и др. Для всех угольных месторождений Кузбасса, пригодных для

открытой разработки, характерно наличие угленасыщенной зоны (пласты и междупластья) и безугольной зоны (выше кровли верхнего пласта или в бортах разреза). Угленасыщенная зона составляет 52-84% от общей горной массы на месторождениях центральной части Кузбасса и около 60% на месторождениях юга бассейна.

В настоящий момент времени при открытой разработке свиты пологих пластов основной вид технологии – это комбинированная транспортно-бестранспортная. Для отработки безугольной зоны при пологом залегании пластов параметры технологии зависят от высоты (мощности) толщи перекрывающих пород. Применение технологических комплексов для перевалки вскрышных пород в выработанное пространство по бестранспортной технологии очень экономично (в 2-3 раза дешевле транспортной технологии, затраты на транспорт составляют 80% всех эксплуатационных затрат) и возможно при следующих условиях: горизонтальное или пологое падение пластов (обычно не более 10-12°, редко до 15-17°); мощность залежи до 20-30 м, мощность вскрыши до 40-45 м, редко до 60 м). Мощность вскрыши, отрабатываемой по бестранспортной технологии, ограничивается техническими возможностями драглайна. На разрезах Кузбасса, использующих бестранспортную технологию перевалки вскрышных пород из забоя во внутренний отвал, применяют в основном «Райчихинскую» схему экскавации (характеризуется общим горизонтом рабочей площадки на первом ярусе отвала и трассе), а в условиях южной части бассейна применяют ее разновидность – «Южнокузбасскую» схему, характеризуемую подрезкой откоса уступа первого яруса под углом до 40÷43°. Область применения бестранспортной разработки вскрышных уступов – на разрезах центральной части бассейна: «Моховский», «Сартакинский», «Ерунаковский», «Талдинский» и др.; южного Кузбасса – «Красногорский», «Томусинский», «Междуречье», «Сибиргинский» [2-11]. Тем не менее, вопрос расширения области применения уже существующих бестранспортных технологических схем ограничивается тремя основными путями совершенствования; первый – это замена одного драглайна на другой и соответствующее этому изменение параметров схемы экскавации, второй – это увеличение количества забойных и отвальных драглайнов, третий – видоизменение схемы экскавации [2-11]. В любом случае, эти три пути глобально не приводят к увеличению доли бестранспортной вскрыши в общем объеме вынимаемых пород [12]. В настоящее время за критерий эффективности технологии принимается минимальное значение кратности перевалки вскрыши, обычно рассчитываемое в поперечном профиле горных работ. По рекомендации акад. В. В. Ржевского бестранспортная перевалка эффективна при ее четырех- или пятикратном значении [13]. Таким образом, задача расширения рамок применения бестранспортной технологии ставится в тупиковую ситуацию, и возникает необходимость отойти от классических подходов к проектированию бестранспортных схем [14].

Предлагается следующее технологическое решение [15], состоящее сразу из нескольких направлений, позволяющих осуществить новый подход к проектированию и организации работ в бестранспортной технологии. Во-первых, карьерное поле разбивается на этапы, первоначальным из которых является создание емкости под внутренний бестранспортный отвал (как функции выемки безугольной зоны). Во-вторых, происходит разграничение работ на стыке первоначальной емкости и оставшейся части карьерного поля посредством следующей организации работ – один вскрышной драглайн последовательно сверху вниз горизонтальными уступами отрабатывает безугольную зону со сбросом породы во внутренний бестранспортный отвал, а второй отвальный драглайн осуществляет перевалку породы во внутренний бестранспортный отвал. Следует особо отметить, что при классических бестранспортных схемах с углублением горных работ после границы разделения забойной и отвальной зон необходимо перемещать вскрышную породу по принципу «снизу вверх», в данной схеме эта обстоятельство ликвидируется, т. е. с ростом глубины порода перемещается вниз. В таком случае проявляется положительная сторона данного технологического решения – снижение трудоемкости производства вскрышных и отвальных работ.

Рассмотрим новые организационные принципы производства работ по бестранспортной технологии [15, 16]. При эксплуатации карьерного поля (на Рис. 1 зеленым цветом графически показана поверхность месторождения) необходимо выделить следующие этапы:

- в торце карьерного поля этап А, служащий основой подготовки емкости под внутренний отвал, конструктивно включает в себя безугольную и угленасыщеную зоны;
- на оставшейся части карьерного поля выделяется этап Б – безугольная зона и этап С – угленасыщенная зона.

К главным параметрам карьерного поля относят его длину, ширину и глубину [17]. Согласно представленному пространственному делению карьерного поля на этапы как в целом по карьерному полю, так и по отдельным этапам, длина и ширина определится следующим образом.

По простиранию залежи этапы ограничиваются следующей группой величин, определяемых суммированием и вычитанием длин по каждому этапу:

$$\begin{gathered} L_{кв} = L_{вА} + L_{вБ};\ L_{кд} = L_{дА} + L_{дБ} \\ L_{вА} = L_{кв} - L_{вБ};\ L_{дА} = L_{кд} - L_{дБ}; \\ L_{вБ} = L_{к} - L_{вА};L_{дБ} = L_{к} - L_{дА}; \\ L_{вС} = L_{вБ};\ L_{дС} = L_{дБ} \end{gathered} \quad (1)$$

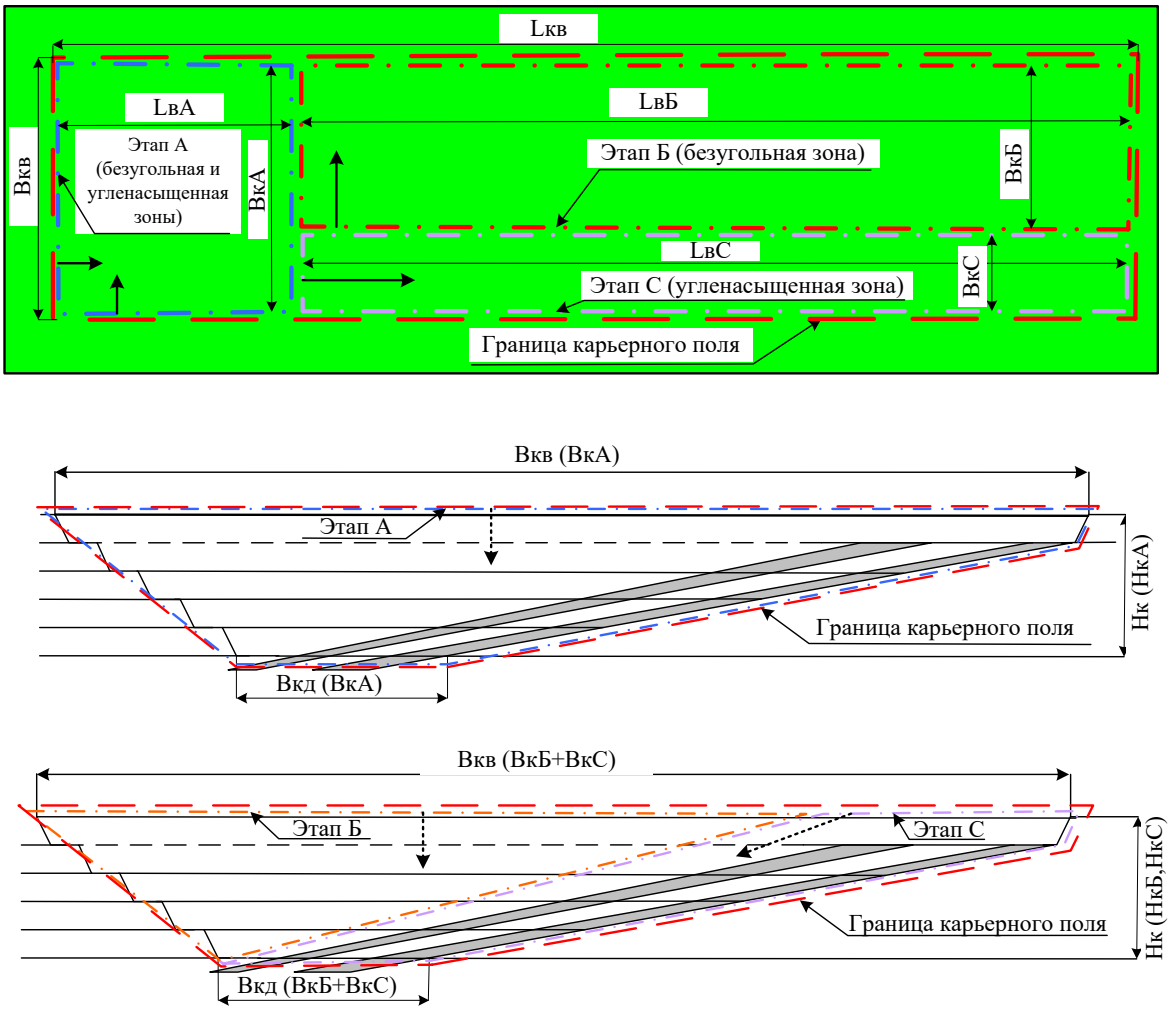

Рис. 1. Принципиальная схема раскройки карьерного поля на этапы с выделением главных параметров карьерного поля, угленасыщенной и безугольной зон, где этап А –подготовка емкости под внутренний отвал (безугольная и угленасыщеная зона), этап Б – безугольная зона карьерного поля, этап С – угленасыщенная зона карьерного поля, Lкв, LвА, LвБ, LвС – соответственно, длина карьерного поля по верху, на этапах А, Б, С, м, Вкв, ВвА, ВвБ, ВвС – соответственно, ширина карьерного поля по верху, на этапах А, Б, С, м, Нк, НкА, НвБ, НвС – глубина карьерного поля, м, на этапах А, Б, С. Черными стрелками показано направление подвигания и углубления фронта работ, красная пунктирная линия – границы карьерного поля; красная штрихпунктирная линия – границы этапа Б (безугольная зона); синяя штрихпунктирная линия границы – границы этапа первоначальной емкости под внутренний отвал; фиолетовая штрихпунктирная.

Fig. 1. Schematic diagram of the cutting of the quarry field into stages with the allocation of the main parameters of the quarry field, carbon–saturated and carbon–free zones, where stage A is the preparation of a container for an internal dump (carbon–free and carbon-saturated zone), stage B is the carbon-free zone of the quarry field, stage C is the carbon-saturated zone of the quarry field, Lкв, LвA, LвБ, LвC – respectively, the length of the quarry field at the top, at stages A, B, C, m., Вкв, ВвA, ВвБ, ВвC – respectively, the width of the quarry field at the top, at stages A, B, C, m., Нк, НкA, НвБ, НвC – the depth of the quarry field, m., at stages A, B, C. the black arrows show the direction of movement and deepening of the work front, the red dotted line is the boundaries of the quarry field; the red dashed dotted line is the boundaries of stage B (a non–rectangular zone); the blue dashed line of the border is the boundaries of the stage of the initial capacity for the internal dump purple dashed line

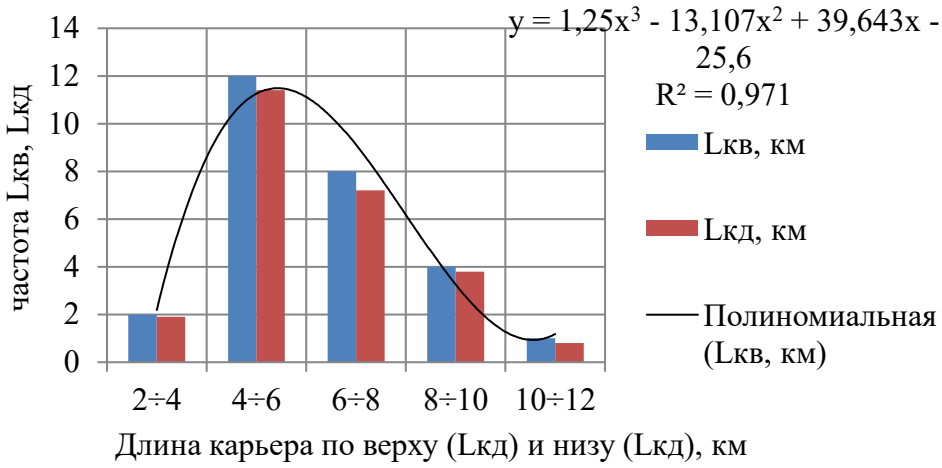

Рис. 2. Общая закономерность длины карьерных полей по верху и низу для угольных разрезов Центрального и Южного Кузбасса, применяющих бестранспортную технологию
Fig. 2. The general pattern of the length of the quarry fields at the top and bottom for the coal mines of Central and Southern Kuzbass using transportless technology

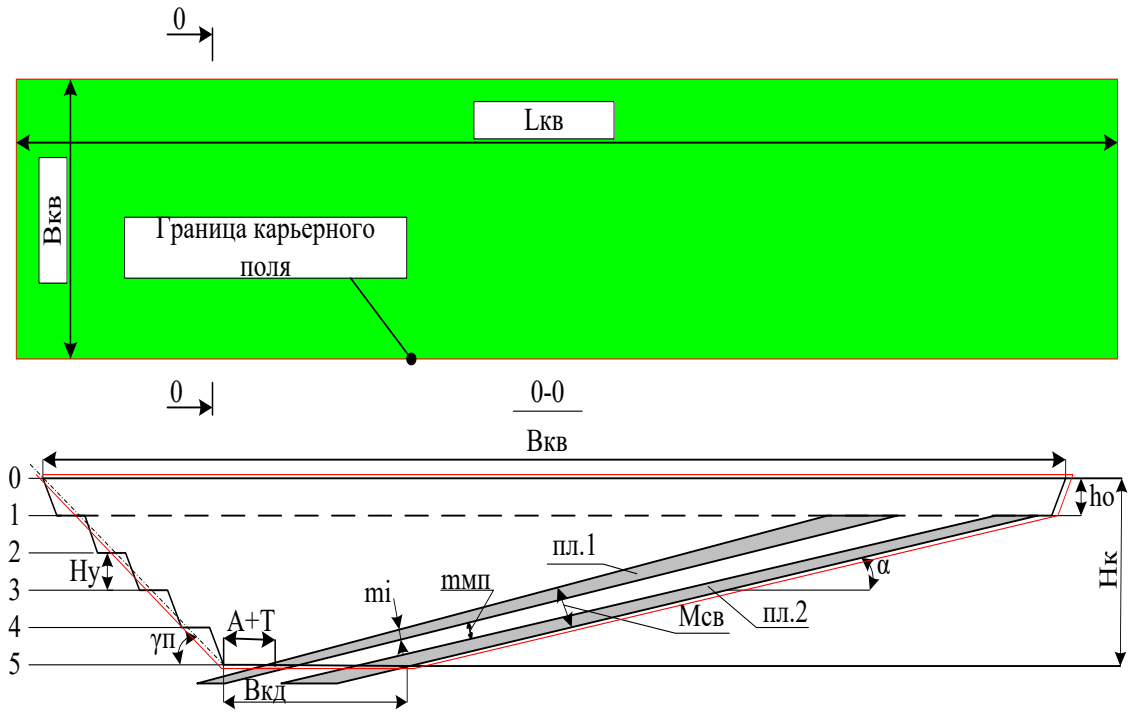

Рис. 3. Параметры угленасыщенной зоны во взаимосвязи с главными параметрами карьерного поля, где где α – угол падения свиты пластов, град., m_i – мощность i-го угольного пласта свиты, м, $m_{мпj}$ – мощность j-го породного междупластья, м, Мсв –мощность свиты, м, $\gamma_п$ – угол погашения торцевого борта карьера, ограничивающего размещение внутреннего бестранспортного отвала по длине первоначальной емкости, град., h_o – мощность рыхлых отложений, м, 0 – порядковый номер разработки уступа по рыхлым отложениям, 1-5 – порядковый номер разработки скального уступа, Ну – высота горизонтального уступа, отрабатываемого по бестранспортной технологии, м.
Fig. 3. Parameters of the carbon-saturated zone in relation to the main parameters of the quarry field, where α the angle of incidence of the formation formation, deg., m_i – the thickness of the i-th coal formation of the formation, m, $m_{мпj}$ – the thickness of the j-th rock interlayer, m, Мсв – the thickness of the formation, m, $\gamma_п$ – the angle of repayment of the end side of the quarry limiting the placement of the internal transportless dump along the length of the initial capacity, deg., h_o – the capacity of loose sediments, m, 0 – the ordinal number of the development of a ledge on loose sediments, 1-5 – the ordinal number of the development of a rocky ledge, Ну – the height of the horizontal ledge worked out using transportless technology, m

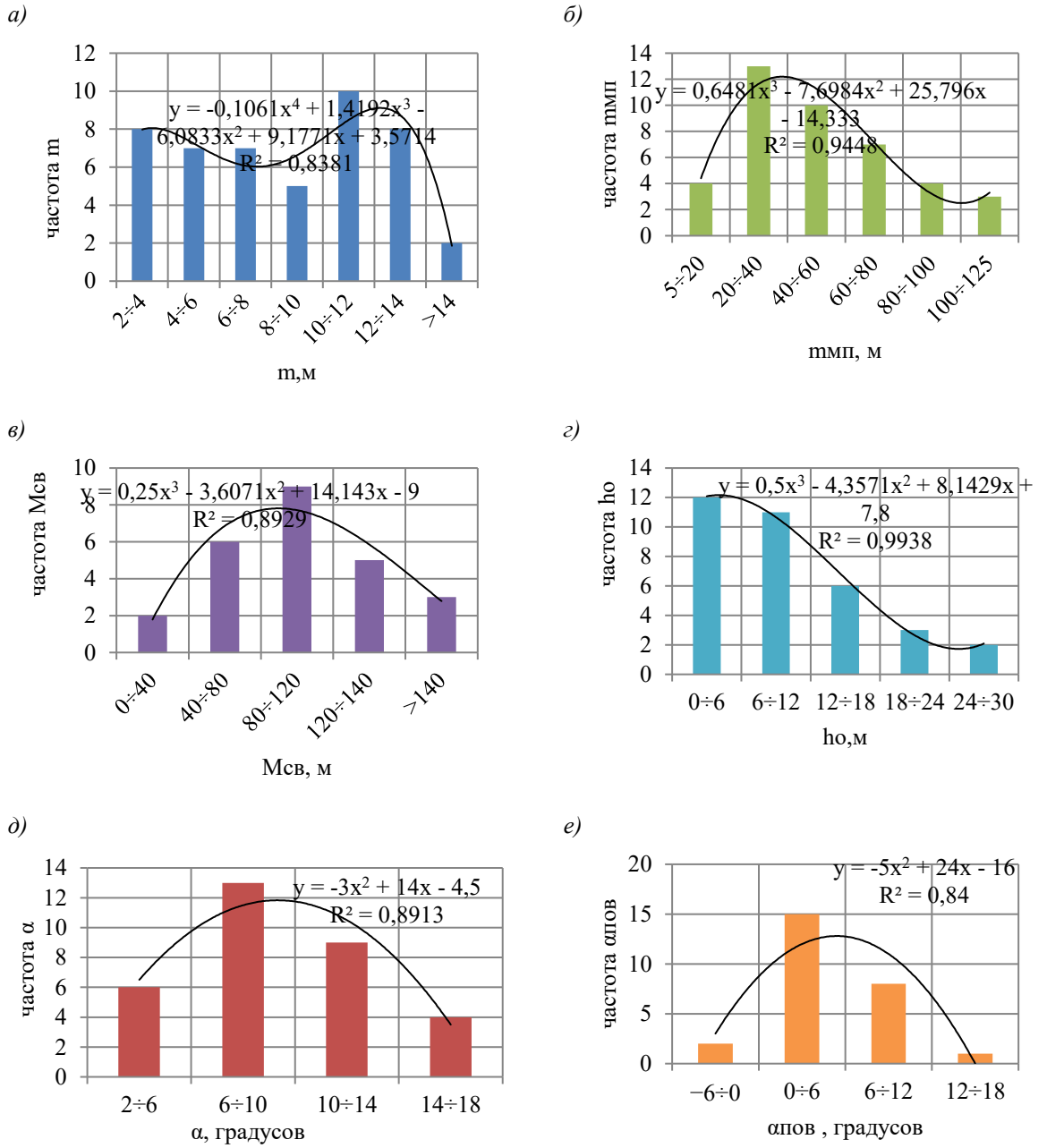

Рис. 4. Общие закономерности параметров залегания свиты пологопадающих пластов карьерных полей с бестранспортной технологией в условиях разрезов Центрального и Южного Кузбасса: а) нормальная мощность угольных пластов свиты; б) нормальная мощность породных междупластьев; в) нормальная мощность свиты; г) мощность рыхлых отложений; д) угол падения свиты пластов; е) угол наклона поверхности месторождения

Fig. 4. General patterns of individual parameters of occurrence of the formation of gently falling layers of quarry fields with non-transport technology in the conditions of sections of the Central and Southern Kuzbass: a) the normal thickness of the coal seams of the formation; b) the normal thickness of the rock interlayers; c) the normal thickness of the formation; d) the thickness of loose sediments; e) the angle of incidence of the formation formation; f) the angle of inclination of the surface of the deposit

Ограничивающими параметрами этапов в данном случае будут главные параметры карьерного поля – длина по верху ($L_{кв}$) и низу ($L_{кд}$), ширина по верху ($B_{кв}$) и низу $B_{кд}$, а также предельная глубина карьерного поля ($H_к$). Такой параметр, как глубина карьерного поля, будет рассмотрен далее. С использованием обобщенных данных по главным параметрам карьерных полей угольных разрезов Кузнецкого бассейна с бестранспортной технологией перевалки вскрышных пород устанавливаются общие закономерности [18], которые являются базовыми параметрами для математического моделирования параметров технологии (Рис. 2).

Анализ Рис. 2. показывает, что наибольшее распространение имеют карьерные поля с диапазоном длин по верху и низу от 4 до 6 км, с частотой параметра Lкв=12, Lкд=11,72, характер зависимости – это степенной полином с R^2 = 0,971. Следовательно, по классификации типов месторождений, предложенных акад. В. В. Ржевским [13], они относятся к вытянутым карьерным полям. Этот параметр необходим для учета возможности размещения емкости как функции объемов безугольной зоны.

В свою очередь ширина карьерного поля будет определяться параметрами залегания свиты пологопадающих пластов и главным образом определится поперечным сечением свиты пластов (Рис. 3).

На этапе отработки этапов А, Б, С ширина по верху и низу составит

$$B_{кв} = B_{вА} = B_{вБ} + B_{вС}$$
$$B_{кд} = B_{дА} = B_{дБ} + B_{дС} \quad (2)$$

Минимальная ширина дна в пределах угленасыщенной зоны определяется, в свою очередь, схемой вскрытия нижнего горизонта и мощностью отрабатываемой свиты пластов

$$B_{кд} = B_{дА} = B_{дБ} + B_{дС} = A_э + T + \left(\sum_{i=1}^{n} m_{yi} + \sum_{j=1}^{k} m_{nj}\right) \quad (3)$$

где $A_э$ – ширина экскаваторной заходки, м, Т – ширина транспортной полосы, м, m_{yi} – горизонтальная мощность i-го угольного пласта свиты, м, n – количество угольных пластов свиты, m_{nj} – мощность j-го породного междупластья, м, k – количество породных междупластьев.

Параметры А и Т определяются согласно работе [19].

$$B_{кд} = B_{дА} = B_{дБ} + B_{дС} = A_э + T + \left(\sum_{i=1}^{n} m_{yi} + \sum_{j=1}^{k} m_{nj}\right) \quad (4)$$

Ширина этапов Б, С по верху устанавливается с учетом глубины карьерного поля, угла падения свиты пластов и угла погашения борта карьерного поля

$$B_{кв} = B_{вА} = B_{вБ} + B_{вС} = B_{кд} + 2 \cdot H_к(ctg\gamma_п + ctg\alpha) \quad (5)$$

В целях определения ширины этих этапов необходимо оценить параметры свиты пологопадающих пластов с позиции обработки этих данных через статистику (Рис. 4).

Анализ Рис. 4 показывает, что характер залегания свиты пологопадающих пластов главным образом определяется следующими параметрами: нормальной мощностью угольных пластов от 10 до 12 м; нормальной мощностью междупластьев от 20 до 40 м; нормальной мощностью свиты от 80 до 120 м, мощностью рыхлых отложений до 12м, угол падения пластов – от 6° до 10°; возвышение угла наклона поверхности относительно линии горизонта – плюс 6°. Эти параметры в целом определяют ширину этапов А, Б, С.

В целях определения конечной глубины карьерного поля принимается равенство конечной глубины карьерного поля $H_к$ и количества горизонтальных уступов, отрабатываемых по бестранспортной технологии $n^{бтр}$ [15].

Определим максимальное количество горизонтальных уступов (Рис. 5), отрабатываемых по бестранспортной технологии

$$n^{бтр} = H_к \quad (6)$$

где $H_к$ – глубина карьерного поля, м.

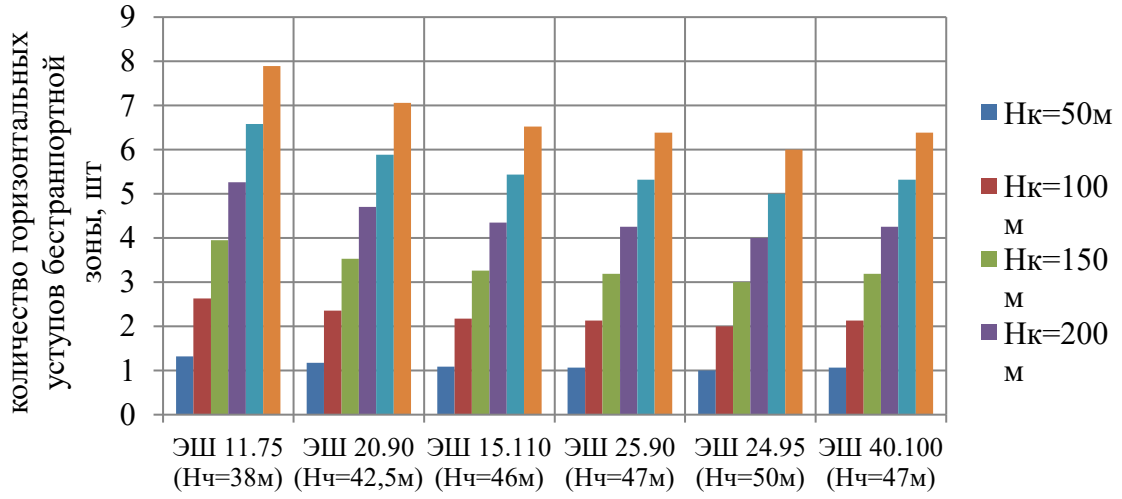

Рис. 5. Зависимость количества горизонтальных уступов этапа Б от модели серийно изготовляемых драглайнов (производство УЗТМ), где Нч – максимальная глубина черпания, м
Fig. 5. Dependence of the number of horizontal ledges of stage B on the model of mass-produced draglines (UZTM production): where Нч – the maximum depth of scooping, m

Анализ функциональной зависимости глубины карьерного поля и количества бестранспортных уступов (Рис. 5) показывает, что определяющим минимального количества уступов является максимальное значение соответствующей глубины черпания драглайна при углублении горных работ до 300 м.

Первоначальная емкость должна обеспечивать размещение вскрышных пород безугольной зоны. Основным критерием приемной способности емкости является ее длина [12], тогда возможны два варианта этого параметра – минимальный и максимальный.

Максимальная длина первоначальной емкости (Рис. 6а) по дну $L_{вА}^{max}$ согласно ранее предложенной организации производства работ в пределах этапа Б определится исходя из размещения породы в одноярусный внутренний бестранспортный отвал и устанавливается из условия обеспечения размещения вскрышной породы из забойной стороны

$$L_{вА}^{max} = \sum_{i=1}^{n} (А \cdot К_р) \qquad (7)$$

где n – количество горизонтальных уступов безугольной зоны (этапа Б), разрабатываемых по бестранспортной технологии, шт.; А – ширина бестранспортной заходки этапа Б, разрабатываемого горизонтальными нисходящими уступами, м; $К_р$ – коэффициент разрыхления вскрышных пород (в расчетах принято значение Кр=1,3).

Ширина бестранспортной заходки А определится как функция от максимального радиуса черпания $R_ч^{max}$, согласно рекомендаций [13] определится в целом 0,4÷0,6 $R_ч^{max}$, а по моделям шагающих экскаваторов: ЭШ 11.75 – 30÷35 м, ЭШ 20.90 – 35÷45 м, ЭШ 15.100 – 40÷45

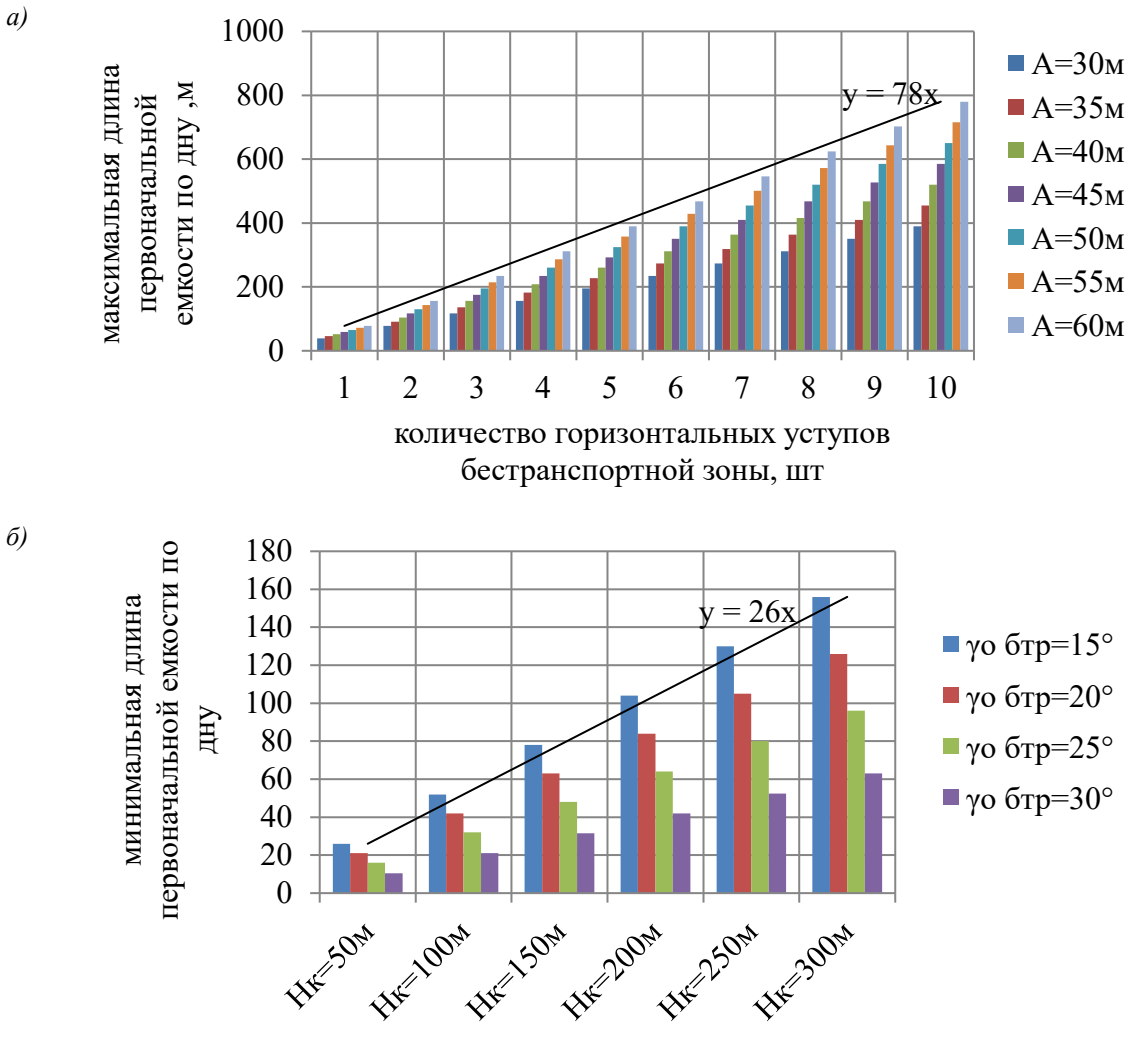

Рис. 6. Зависимость минимальной (многоярусный отвал) и максимальной (одноярусный) длины первоначальной емкости от количества горизонтальных уступов бестранспортной технологии и глубины карьерного поля

Fig. 6. Dependence of the minimum (multi-tier dump) and maximum (single-tier) length of the initial container on the number of horizontal ledges of the transportless technology and the depth of the quarry field

м, ЭШ 25.90 – 35÷45 м, ЭШ 24.95 – 40÷45 м, ЭШ 40.100 – 45÷55 м.

Минимальная длина первоначальной емкости (Рис. 6б) по дну $L_{вА}^{min}$ определится размещением вскрышных пород в многоярусный внутренний бестранспортный отвал

$$L_{вА}^{min} = H_к \cdot \left(\operatorname{ctg}\gamma_o^{бтр} - \operatorname{ctg}\gamma_п\right) \quad (8)$$

где γ_0 – генеральный угол откоса внутреннего бестранспортного отвала, град.; $\gamma_п$ – угол погашения торцевого борта карьера, ограничивающего размещение внутреннего бестранспортного отвала по ширине первоначальной емкости, град.

Для расчетных значений ширины экскаваторной заходки в диапазоне от 30 до 60 м и количеством уступов от 1до 10 шт максимальная длина емкости по дну (Рис. 6а) составит от 50 до 800 м, а минимальная длина емкости при генеральном угле внутреннего многоярусного бестранспортного отвала от 15° до 30° и глубине карьерного поля от 50 до 300 м (Рис. 6б) составит от 20 до 160 м.

Условие выбора длины первоначальной емкости по дну между минимальным и максимальным ее значением должно окончательно определяться обеспечением минимального коэффициента переэкскавации при работе драглайна, что и будет рассматриваться в дальнейших публикациях авторов.

Выводы. На основании совокупного учета данных по карьерным полям угольных разрезов центральной и южной части Кузнецкого бассейна, применяющих бестранспортную технологию, строятся общие статистические закономерности, которые служат методической основой проектирования параметров этапов и организации производства работ новой бестранспортной технологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Угольная база России. Том II. Угольные бассейны и месторождения Западной Сибири (Кузнецкий, Горловский, Западно-Сибирский бассейны, месторождения Алтайского края и Республики Алтай). Москва : ООО «Геоинформцентр», 2003. 604 с. Текст : непосредственный

2. Калинин А. В., Березняк М. М., Проноза В. Г. К вопросу методики классификации схем экскавации при бестранспортной системе разработки // Открытая добыча угля в Кузбассе: сб. науч. тр. Кузбасс. политехн. ин-т. Кемерово, 1971. С. 150–158.

3. Проноза В. Г. Обоснование структуры эффективных технологических комплексов перевалки вскрышных пород: диссер. … докт. техн. наук: 05.15.03. Кузбасс. политехн. ин-т. Кемерово, 1992. 363с.

4. Лоханов Б. Н. Исследование параметров бестранспортной системы разработки свит пологих пластов / Автореферат на соиск. уч. ст. канд. техн. наук. М. : МГИ, 1969. 23 с.

5. Васильев Е. И., Звягинцев Ю. И., Духов А. П. Обоснование мощности вскрыши по бестранспортной технологии // Совершенствование открытой разработки месторождений полезных ископаемых: сб. науч. тр. ИГД СО АН СССР. Новосибирск, 1973. С. 43–49.

6. Воронков В. Ф. Интенсификация разработки вскрышных надугольных горизонтов на разрезах Южного Кузбасса: дис. … канд. техн. наук: 05.15.03. М. 1988. 172 с.

7. Звягинцев Ю. И., Кортелев О. Б. Методика обоснования схем организации работ при использовании систем разработки с перевалкой вскрыши // Оптимизация параметров карьера: сб. науч. тр. ИГД СО АН СССР. Новосибирск, 1978.

8. Злобина Е. В., Проноза В. Г. Технология разработки двух сближенных погоих пластов на месторождениях Кузбасса // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2010. № 6. С. 10–19.

9. Проноза В. Г., Злобина Е. В., Тюленев М. А. К вопросу выбора модели драглайна для разработки перспективных угольных месторождений Кузбасса // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2013. № 1. С. 58–62.

10. Тюленев М. А., Марков С. О. [и др.] Исследование структур схем экскавации при отсыпке внутренних многоярусных бестранспортных отвалов // Техника и технология горного дела. 2022. № 4(19). С. 4–34.

11. Гвоздкова Т. Н., Тюленев М. А. Обзор применяемых бестранспортных экскавации для условий разрезов Южного Кузбасса // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № 1-1. С. 578–584.

12. Селюков А.В. Обоснование и разработка ресурсосберегающих технологий открытой угледобычи на карьерных и отработанных шахтных полях: специальность 25.00.22 «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)»: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Селюков Алексей Владимирович. Кемерово, 2019. 308 с.

13. Ржевский В. В. Технология и комплексная механизация открытых горных работ. М. : Недра, 1975. 574 с.

14. Селюков А. В. Вычисление доли бестранспортной технологии при углубочно-сплошной поперечной системе открытой разработки // Вестник Академии наук республики Башкортостан «Науки о Земле». 2017. Том 25. № 4(88). С.40–46.

15. Нечаев А. И., Селюков А. В. Патент 2830623 РФ, МПК E21C 41/00 (2006.01) E21C 41/28 (2006.01) СПК E21C 41/00 (2024.01) E21C 41/28 (2024.01) Способ открытой разработки месторождений полезных ископаемых.

16. Нечаев А. И. Поэтапная разработка пологопадающих угольных залежей открытым способом // Перспективы инновационного развития угольных регионов России. Сборник тр. IX Межд. науч-практ. конф. Прокопьевск, 2024. С. 83–87.

17. Ржевский В. В. Строительство карьеров. М. : Углетехиздат, 1958. 195с.

18. Медников Н. Н. Математические методы и моделирование процессов и технологии открытых горных работ. М. : МГИ, 1992. 112 с.

19. Арсентьев А. И. Вскрытие и системы разработки карьерных полей. М. : Недра, 1981. 278 с.

© 2025 Авторы. Эта статья доступна по лицензии CreativeCommons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Об авторах:
Селюков Алексей Владимирович, докт. техн. наук, профессор, Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, кафедра открытых горных работ (650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28), e-mail: sav.ormpi@kuzstu.ru
Нечаев Андрей Игоревич, аспирант, Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, кафедра открытых горных работ (650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28) , e-mail: twc.nechaev@gmail.com

Заявленный вклад авторов:
Селюков Алексей Владимирович – постановка исследовательской задачи, научный менеджмент, концептуализация исследования.
Нечаев Андрей Игоревич, сбор и анализ данных, обзор соответствующей литературы, написание текста, выводы.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Original article

SUBSTANTIATION OF THE PREPARATION OF A CONTAINER FOR AN INTERNAL TRANSPORTLESS DUMP BASED ON THE PATTERNS OF OCCURRENCE OF A FORMATION OF GENTLY FALLING FORMATIONS AND THE MAIN PARAMETERS OF THE QUARRY FIELD

Alexey V. Selyukov, Andrey I. Nechaev

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

* for correspondence: pashkovda@kuzstu.ru

Abstract.
Kuzbass accounts for more than 58% of coal production in the Russian Federation, and about 80% of the production of all coking grades. Most of the reserves are available for open-pit mining, they lie at a depth of up to 300 meters, and about 40% of the reserves are concentrated in the formations of the shallow fall of the central and southern parts of the basin. With the open development of formations of shallow formations, the main type of technology is transport and transportless. The deposits where the transportless technology is presented are distinguished by a variety of mining and geological conditions. Depending on the laying of the rock in the internal dumps, the transportless technology is divided into a simple one, when the rock is placed directly into the dump, and a complicated one, part of the overburden is excavated repeatedly. With an overburden capacity of 15-20 m. it is possible to use a simple transportless technology with a single transshipment. At an overburden capacity of 30-40 m. complicated multiple transshipment is used. The stripping capacity of the non-transportable technology is limited by the technical capabilities of the dragline. At the Kuzbass sections, according to the transportless technology, mainly from one to three tiers of the internal transportless dump are poured out, with further increase, the coefficient of overexcavation sharply increases and the productivity of ASH excavators decreases, which is due to the use of the most common "Raichikhinsky" scheme of excavation. Based on taking into account the patterns of occurrence of the formation of shallow layers and the main parameters of the quarry field, a phased development of the deposit is proposed with the creation of an initial capacity for an internal transportless dump and the possibility of increasing the capacity of overburden rocks handled using transportless technology in a coalless zone.

Article info
Received:
01 June 2025

Accepted for publication:
22 June 2025

Accepted:
30 June 2025

Published:
28 August 2025

Keywords: *capacity for an internal dump, stages of mining, gently falling deposits, formation formation, quarry field, patterns*

For citation: Selyukov A.V., Nechaev A.I. Substantiation of the preparation of a container for an internal transportless dump based on the patterns of occurrence of a formation of gently falling formations and the main parameters of the quarry field. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*=Bulletin of the Kuzbass State Technical University. 2025; 4(170):184-193. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1999-4125-2025-4-184-193, EDN: QELGUM

REFERENCES

1. The coal base of Russia. Volume II. Coal basins and deposits of Western Siberia (Kuznetsky, Gorlovsky, West Siberian basins, deposits of the Altai Territory and the Altai Republic). – Moscow : Geoinformcenter LLC. 2003. 604 p. Text : direct .

2. Kalinin A.V., Bereznyak M.M., Pronoza V.G. On the issue of methods of classification of excavation schemes with a transportless development system. Open-pit coal mining in Kuzbass: collection of scientific tr. Kuzbass. Polytechnic Institute. Kemerovo, 1971. Pp. 150–158.

3. Pronoza V.G. Substantiation of the structure of effective technological complexes for transshipment of overburden rocks: disser. ... doct. Technical sciences: 05.15.03. Kuzbass. Polytechnic Institute. Kemerovo, 1992. -363s.

4. Lokhanov B. N. Investigation of parameters of a transportless system for the development of formations of shallow formations. Abstract for the degree of Candidate of Technical Sciences. M.: Moscow State University; 1969. 23 s.

5. Vasiliev E.I., Zvyagintsev Yu.I., Dukhov A.P. Substantiation of overburden capacity by transportless technology. Improvement of open-pit mining of mineral deposits: collection of scientific tr. IGD SB of the USSR Academy of Sciences. Novosibirsk, 1973. Pp. 43–49.

6. Voronkov V.F. Intensification of the development of overburden suprangular horizons in sections of the Southern Kuzbass: dis. ... candidate of Technical Sciences: 05.15.03. M., 1988. 172 s.

7. Zvyagintsev Yu.I., Kortelev O.B. Methodology for substantiating work organization schemes when using development systems with overburden transshipment. Optimization of quarry parameters: collection of scientific tr. IGD SB of the USSR Academy of Sciences. Novosibirsk, 1978.

8. Zlobina E.V., Pronoza V.G. Technology for the development of two adjacent layers at the Kuzbass deposits. *Bulletin KuzSTU.* 2010; 6:10–19.

9. Zlobina E.V., Pronoza V.G., Tyulenev M.A. On the issue of choosing a dragline model for the development of promising coal deposits in Kuzbass. *Bulletin KuzSTU.* 2013; 1:58–62.

10. Tyulenev M.A., Markov S.O. [et al.] Investigation of the structures of excavation schemes when filling internal multi-tiered transportless dumps. *Technique and technology of mining.* 2022; 4(19):4–34.

11. Gvozdkova T.N., Tyulenev M.A. Review of the used transportless excavations for the conditions of the Southern Kuzbass sections. *Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal).* 2015; 1-1:578–584.

12. Selyukov A.V. Justification and development of resource-saving technologies of open-pit coal mining in quarry and spent mine fields: specialty 25.00.22 "Geotechnology (underground, open and construction)": dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences / Selyukov Alexey Vladimirovich. Kemerovo, 2019. 308 s.

13. Rzhevsky V.V. Technology and complex mechanization of open–pit mining. M.: Nedra; 1975. 574 s.

14. Selyukov A.V. Calculation of the share of non-transport technology with a deep-continuous transverse system of open-pit mining. *Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan "Sciences of The earth."* 2017; 25(4(88)):40-46.

15. Nechaev A.I., Selyukov A.V. Patent 2830623 RF, IPC E21C 41/00 (2006.01) E21C 41/28 (2006.01) SEC E21C 41/00 (2024.01) E21C 41/28 (2024.01) Method of open-pit mining of mineral deposits.

16. Nechaev A.I. Step-by-step development of shallow coal deposits in an open manner // Prospects for innovative development of coal regions of Russia. Collection of tr. IX Interd. scientific and practical conf. Prokopyevsk, 2024. Pp. 83–87.

17. Rzhevsky V.V. Construction of quarries. M.: Ugletekhizdat; 1958. 195s.

18. Mednikov N.N. Mathematical methods and modeling of processes and technologies of open-pit mining. M.; Moscow State University; 1992. 112 s.

19. Arsentiev A.I. Autopsy and systems for the development of quarry fields. M.: Nedra; 1981. 278 p.

© 2025 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:
Alexey V. Selyukov, Dr. Sc. in Engineering, Professor, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (650,000, Kemerovo, Russia, Vesennaya str., 28) , e-mail: sav.ormpi@kuzstu.ru
Andrey I. Nechaev, Postgraduate student, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (650000, Kemerovo, Russia, Vesennaya str., 28) , e-mail: twc.nechaev@gmail.com

Contribution of the authors:
Alexey V. Selyukov – formulation of a research task, scientific management, conceptualization of research.
Andrey I. Nechaev - data collection and analysis, review of relevant literature, writing of the text, conclusions.

All authors have read and approved the final manuscript.