

ISSN 1999-4125 (Print)

ISSN 2949-0642 (Online)

Научная статья

УДК 622.271

DOI: 10.26730/1999-4125-2025-2-111-119

РЕЖИМ ГОРНЫХ РАБОТ В ЗАДАЧЕ ВЫБОРА ЭТАПОВ РАЗРАБОТКИ ПОЛОГОПАДАЮЩИХ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Селюков Алексей Владимирович,
Нечаев Андрей Игоревич

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева

* для корреспонденции: sav.ormpi@kuzstu.ru



Информация о статье

Поступила:

18 сентября 2024 г.

Одобрена после

рецензирования:

22 апреля 2025 г.

Принята к публикации:

30 апреля 2025 г.

Опубликована:

11 июня 2025 г.

Ключевые слова:

режим горных работ,
пологопадающие залежи,
этапы ведения горных работ,
карьерное поле.

Аннотация.

Угольные месторождения Кузнецкого бассейна, разрабатываемые открытым способом, характеризуются сложными условиями с большой протяженностью при значительной глубине залегания свиты пластов, различной их мощностью и углом падения, высокой крепостью вмещающих пород и других. В геолого-экономических районах бассейна в основном представлены месторождения с залеганием свиты пластов от пологого до крутопадающего. Общей чертой недостатков существующих технологий служит рост текущего коэффициента вскрыши при углублении горных работ, что предполагает для поддержания достигнутых технико-экономических показателей деятельности горнодобывающих предприятий увеличение числа горнотранспортного оборудования, но это не всегда при существующих принципах организации работ внутри рабочей зоны карьерного поля позволяет изменить ситуацию. В настоящей публикации основное внимание направлено на выполнение анализа горнотехнических условий отработки свиты пологих пластов, который показал, что существующие подходы не в полной мере удовлетворяют сформулированным требованиям к технологии разработки для обеспечения полной, экономически эффективной и безопасной отработки запасов угля в граничных контурах разреза. Это послужило основанием для выполнения исследования, направленного на создание условий эффективной и максимально возможной экологической безопасности при оптимизации интегральных показателей эффективности при отработке месторождения в граничных контурах разреза посредством обоснования режима горных работ. Объектом графоаналитического моделирования являются пологопадающие залежи, расположенные в центральной и южной части бассейна. Таким образом, целью настоящего исследования является разработка основных принципов формирования структурных схем очередности отработки карьерных полей угольных разрезов.

Для цитирования: Селюков А.В., Нечаев А.И. Режим горных работ в задаче выбора этапов разработки пологопадающих угольных месторождений // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2025. № 2 (168). С. 111-119. DOI: 10.26730/1999-4125-2025-2-111-119, EDN: PDUTIS

Проводимыми настоящими исследованиями для разработки открытым способом угольных месторождений Сибирского федерального округа обосновываются варианты передовых технологий, базирующиеся на прогрессивных организационных принципах пространственного

развития рабочих зон карьерных полей с пологозалегающими свитами пластов. Из теории и практики производства открытых горных работ, в частности для пологих залежей Кузнецкого бассейна, известен следующий обобщенный порядок производства –

используется комбинированная транспортно-бестранспортная технология при смешанной системе разработки [1-8]. В обобщенном виде (Рис. 1) на поперечном профиле карьерного поля показан вариант разработки двух пологих пластов. Предполагаемая комбинированная разработка таких залежей: нижнее междупластье пласта 1 разрабатывается по бестранспортной технологии, а породугольная толща ниже и выше пласта 2 и до дневной поверхности – по транспортной (показано наклонной линией рабочего борта). Породугольная толща выше границ разделения транспортной и бестранспортной рабочих зон разрабатывается по транспортной технологии. Горные работы начинаются с размещения разрезной траншеи на выходе стратиграфически нижнего пласта свиты под наносы. Разрезная траншея проходится в период строительства карьера. При бестранспортной технологии ширина дна разрезной траншеи служит первоначальной емкостью под внутренний отвал и может приниматься равной ширине экскаваторной заходки вскрышного драглайна. Затем, последовательно разрабатывая вскрышную толщу над кровлей пласта 1, в соответствии с принятой схемой экскавации формируется внутренний бестранспортный отвал. Транспортная рабочая зона карьерного поля и угольные пласты 1 и 2 разрабатываются экскаваторно-автомобильными комплексами (классификация технологических комплексов по акад. В. В. Ржевскому [9]). Поверх внутреннего бестранспортного отвала отсыпается вскрышные породы, обрабатываемые по автотранспортной технологии.

Из теории открытых горных работ [10, 11] известно, что на основе использования метода горно-геометрического анализа карьерного поля

(определение параметров, этапов и очередей их отработки), а также технологического конструирования систем и технологий разработки создаются этапы отработки угольных месторождений при изменении направления подвигания фронта горных работ. Данные технологии получили название экологосберегающих благодаря оптимальному подходу к определению мобильности границы между этапами и очередями их разработки для конкретных горнотехнических условий. В целом же они направлены на повышение технико-экономической эффективности при ведении горных работ [12, 13]. При этом на первом этапе отработки (карьер первой очереди) осуществляется подвигание фронта горных работ с преимущественно внешним отвалообразованием вскрышных пород, а на втором этапе до конечной глубины разработки с преимущественно внутренним отвалообразованием (углубочно-сплошные системы открытой разработки [9]). При этом основные этапы разработки находятся во взаимосвязи с природно-технологическими группами месторождений, которые по совокупности факторов влияют на форму и параметры карьерного поля в поперечном его сечении и на структурные особенности рабочих зон, образуя геометрический тип карьерного поля [14]. Ранее на одном из первоначальных этапов исследований было проведено объединение в представительные группы месторождений, имеющих различные горно-геологические условия по геолого-экономическим районам угледобычи Кузбасса и некоторых других бассейнов Сибирского федерального округа [14]. При рассмотрении обобщающих схем очередности для всех карьерных полей учитывается основной принцип – формирование

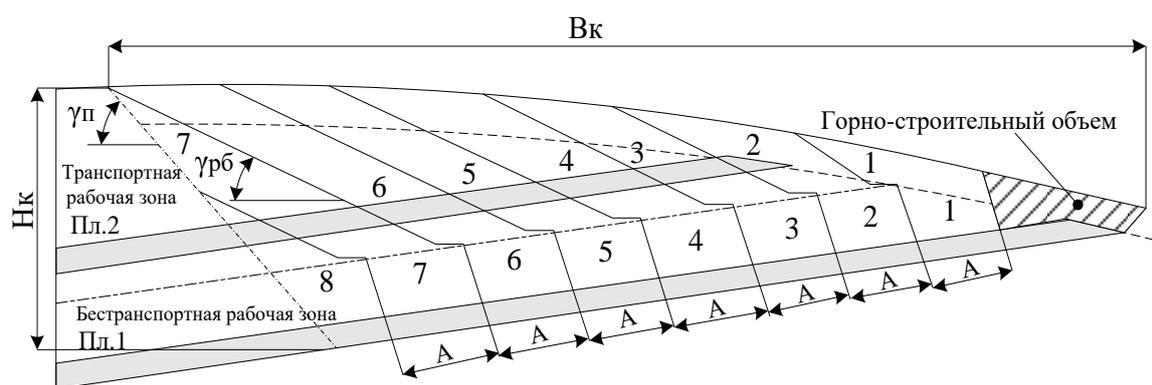


Рис. 1. Принципиальная схема разработки пологопадающей залежи по комбинированной транспортно-бестранспортной технологии при смешанной системе разработки, где B_k – ширина карьерного поля по верху, H_k – глубина карьерного поля, $\gamma_{рб}$ – угол наклона рабочего борта в транспортной рабочей зоне, γ_p – угол наклона борта погашения

Fig. 1. Schematic diagram of the development of a gently falling deposit using a combined transport-transportless technology with a mixed development system, where B_k – is the width of the quarry field at the top, H_k – the depth of the quarry field, $\gamma_{рб}$ – the angle of inclination of the working side in the transport work area, γ_p – the angle of inclination of the repayment side

поэтапной разработки карьерного поля. Это, прежде всего, основные пространственно-планировочные и организационные решения разбиения карьерного поля на этапы. В совокупности этот подход образует технологические признаки рабочей зоны. На последующих этапах исследований необходимо учитывать возникающие частные задачи и конкретные технологические решения для схем очередности, которые относятся преимущественно к группам пологопадающих месторождений [12, 13].

Решаемая горно-экономическая и организационная техническая задача предусматривает деление карьерного поля на этапы с подготовкой рабочей зоны и созданием фронта вскрышных и добычных работ. Одновременно выполняется перестройка рабочего борта по длине карьерного поля в промежуточный переходный контур с полной выемкой полезного ископаемого в его пределах. В целом интенсификация углубочных работ могут вызвать ухудшение показателей разработки, в связи с чем необходимо предусматривать изменение технологических схем и параметров горных работ на участке подготовки новой рабочей зоны карьера и на участке создания переходного контура. Данный способ отработки месторождения обеспечивает снижение затрат на разработку 1 м^3 вскрыши за счет оптимизации процессов открытых работ и горнотранспортных схем карьера в целом. В экономических расчетах при обосновании схем очередности отработки месторождений принято учитывать фактор времени, поэтому важно, чтобы распределение вскрышных работ во времени (календарный план ведения горных работ) максимально приближалось к оптимальному.

Исходя из вышеназванного, целесообразно выделить переходный период для исследований динамики показателей режима горных работ. Ввиду сложности и большой трудоемкости получения заданных объемов вскрышных пород в данной многовариантной задаче, а также отсутствия в настоящий момент времени универсальной математической модели месторождения в исследованиях принят двухэтапный подход.

На первом шаге выполняется обобщенный горно-геометрический анализ карьерного поля с получением общих закономерностей (графиков режима горных работ) горно-геометрического анализа, в том числе прогнозных значений коэффициента вскрыши: текущего (разнонаправленное подвигание фронта работ); среднего для различных положений проектируемых этапов в границах карьерного поля, а также их сочетаний для возрастающего или убывающего характера (для уточнения

переходного периода между этапами). При этом определяется горно-геометрическая, а также математическая основа расчета задачи выбора направления подвигания фронта работ.

На втором шаге при уточнении и конкретизации режима горных работ оценивается влияние технологических вариантов и параметров этапов на режимах горных работ с получением уже реальных (или приближенных к ним) составляющих вынимаемых объемов горной массы и коэффициентов вскрыши.

При выполнении горно-геометрического анализа карьерного поля могут приниматься как простые, так и сложные условия карьерных полей. В данном случае горно-геометрической расчетной основой выступают поперечные сечения угольной залежи. Принимается во внимание и продольный разрез карьерного поля. Установлено, что все многообразие условий залеганий конкретизируется двумя подходами: для сложных условий конкретных карьеров целесообразно применение метода Арсентьева А. И., для простых условий – подход Ржевского В. В. [15, 16]. Стоит только отметить, что во втором случае для пологопадающих залежей выдвинуто положение о том, что за основу подвигания может быть принято направление простирания свиты пластов.

Приведем некоторые методические и математические положения применительно к специфике подвигания фронта работ по простиранию пластов. Очевидно, что для рассматриваемых условий месторождений справедливо выделить два типовых варианта на поперечном сечении: разработка месторождения еще не начата или часть месторождения отработана. В любом случае и согласно рекомендациям Арсентьева А. И. и Ржевского В. В. проецировать площадь рабочей зоны рекомендовано на вертикальную плоскость, нормальную к линии простирания пластов или длиной оси карьерного поля. Названная проекция рабочей зоны в зависимости от стадии отработки является либо треугольником, либо трапецией, причем площадь проекции рабочей зоны можно описать через два измерения. Одно – это ширина карьерного поля, другое – проекция средних линий на нормаль к линии падения пласта (ординаты горной массы, полезного ископаемого и вскрыши). При определении объемов и учитывается третье измерение – величина подвигания рабочей зоны или приращение длины карьеры, причем условием сопоставления показателей для разнонаправленного подвигания является равнозначное значение объемов добычи полезного ископаемого. Очевидно, что ввиду равенства площадей по полезному ископаемому при анализе могут быть исключены два измерения ширины на этапе отработки основной

части карьерного поля и приращение подвигания карьерного поля. А это означает, что функциональные зависимости объемов горной массы, полезного ископаемого и вскрыши для всех этапов могут быть выражены соответствующей одной ординатой – средней линией трапеции [15, 16]. При определении коэффициента вскрыши определяют вначале площади по вскрышным породам и по полезному ископаемому умножением соответствующих ординат на среднюю ширину оставшейся части карьерного поля. Затем результат умножают на квадрат масштаба чертежа и величину подвигания по простираанию пластов (длину этапов) и таким образом получают вынимаемые объемы [15, 16]. При определении объемов учитывается такой параметр, как величина подвигания рабочей зоны или же скорость подвигания фронта работ на данном этапе. Таким образом, с использованием единой геометрической и методической основы можно получить режим горных работ, который является основой календарного планирования.

Промежуточное заключение основывается на том, что совершенствование систем открытой разработки направлено по пути изыскания новых технологических решений, исключающих или снижающих негативное влияние указанных недостатков на эффективность разработки угольных месторождений. *Одним из главных ответов выбора разнонаправленного подвигания фронта работ, выделения этапов отработки карьерного поля и являются объективные данные графиков режима горных работ.*

Особенностью отработки пологих угольных пластов является отсутствие разнота борта карьера со стороны почвы нижнего пласта отрабатываемой свиты. Одним из важнейших элементов системы разработки является карьер первой очереди, создающий условия для внутреннего отвалообразования.

Сооружение карьера первой очереди может осуществляться по следующим вариантам [14]:

- площадно-слоевая в граничных контурах с формированием рабочей зоны оставшейся части карьерного поля, отрабатываемой уже с поперечным подвиганием фронта работ;
- система открытой разработки с продольным подвиганием фронта работ;
- поэтапно-углубочный вариант развития горных работ при переходе от частичного до полного внутреннего отвалообразования.

Применительно к отработке пологопадающих угольных пластов предложены следующие варианты систем разработки.

Вариант 1 – поперечно-продольная сплошная система разработки с одновременным сооружением карьера первой очереди по площадно-слоевой технологии и с отработкой

части карьерного поля по продольной углубочной системе разработки;

Вариант 2 – поперечно-продольная сплошная система разработки с одновременным сооружением карьера первой очереди с продольным развитием горных работ и отработкой части карьерного поля по продольной углубочной системе разработки со сдвигом во времени;

Вариант 3 – поперечно-продольная сплошная система разработки с поэтапно-углубочной технологией создания поперечного рабочего фронта работ с некоторым отставанием отработки части карьерного поля по продольной углубочной системе разработки от начала поэтапно-углубочных работ.

Организационная сущность технологических вариантов состоит в следующем. Предварительно карьерное поле (в плане) разбивается на следующие этапы. Первый этап, обозначим его как этап А, предназначен для создания условий размещения вскрышных пород в выработанном пространстве карьерного поля (карьер первой очереди). Второй этап Б – это часть карьерного поля, отрабатываемого с поперечным развитием фронта вскрышных работ (Рис. 2), а третий этап С – это часть карьерного поля, отрабатываемого по углубочной продольной системе разработки. Одновременно могут отрабатываться этапы А и С. Разработка этапа А по площадно-слоевой технологии заключается в создании единого выемочного слоя в пределах породугольного массива, отрабатываемого отдельными участками.

При сооружении карьера первой очереди по площадно-слоевой технологии, заключающейся в последовательной отработке поля в граничных контурах карьера первой очереди горизонтальными слоями, текущий коэффициент вскрыши достигает максимума в начальный период. С понижением горных работ коэффициент вскрыши снижается и достигает минимума на нижнем горизонте. Достоинствами являются сокращение строительства первоначальной емкости под внутренний отвал и более высокая концентрация горных работ, к недостаткам относится неравномерность режима горных работ.

Как известно из практики разработки угольных месторождений, использование углубочных продольных систем разработки позволяет обеспечивать минимальное значение текущего коэффициента вскрыши в первоначальные сроки освоения месторождения, а при достижении граничных контуров карьерного поля его значения будут максимальными. Достоинствами являются: значительная протяженность фронта работ и минимальный текущий коэффициент вскрыши в первоначальный период эксплуатации.

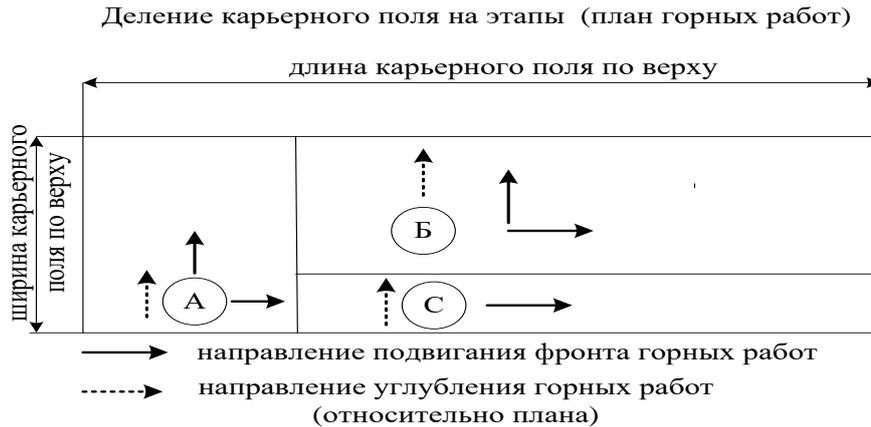


Рис. 2. Принципиальная схема деления карьерного поля на этапы при разработке пологопадающей залежи [14] (в плане карьерного поля)
 Fig. 2. Schematic diagram of the division of the quarry field into stages during the development of a gently falling deposit [14] (in terms of the quarry field)

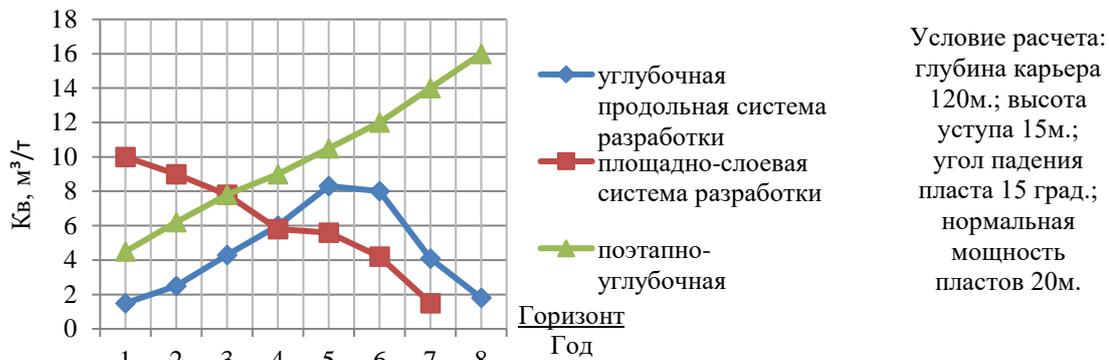


Рис. 3. Графики режима горных работ при строительстве карьера первой очереди (этап А): 1 – продольная углубочная; 2 – площадно-слоевая; 3 – поэтапно-углубочная
 Fig. 3. Schedules of mining operations during the construction of the first stage quarry (stage A): 1 – longitudinal deepening; 2 – area-layered; 3 – step-by-step deepening

Характерные особенности режима горных работ для углубочных систем разработки [17] являются недостатком варианта.

Третий вариант характеризуется тем, что при углублении горных работ скачкообразно нарастает текущий коэффициент вскрыши. К достоинствам относят: более короткий период перехода на внутреннее отвалообразование; минимум текущего коэффициента вскрыши в начальный период эксплуатации карьерного поля и объемов пород, складываемых на внешний отвал. Недостатки обусловлены так же, как и в предыдущем варианте.

Следовательно, для предварительной оценки необходимо оценить режим горных работ при вышеобозначенных системах разработки, графики режима горных работ для идеализированных горно-геологических условий угольного месторождения представлены на Рис. 3.

Анализ графиков режима горных работ (Рис. 3) показывает, что все технологические варианты создания условий для перехода на систему с внутренним отвалообразованием не лишены недостатков, а именно – все графики имеют неравномерный характер, что снижает эффективность открытой разработки угольных месторождений в подготовительный период перехода на поперечное развитие фронта горных работ.

В связи с этим возникла необходимость в изменении технологических приемов, позволяющих осуществлять выравнивание (сглаживание) графиков режима горных работ в начальный период разработки месторождения. Таким технологическим решением является отработка части карьерного поля по продольной углубочной системе разработки в период сооружения карьера первой очереди.

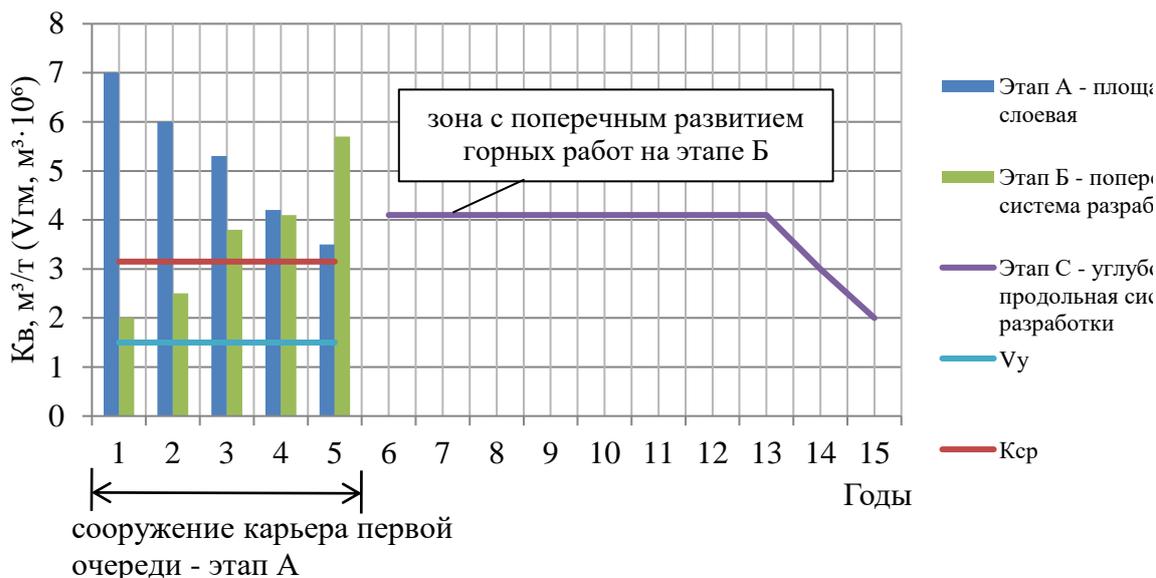


Рис. 4. Результирующий график режима горных работ при разнонаправленном подвигании фронта работ

Fig. 4. The resulting graph of the mining regime with multidirectional movement of the work front

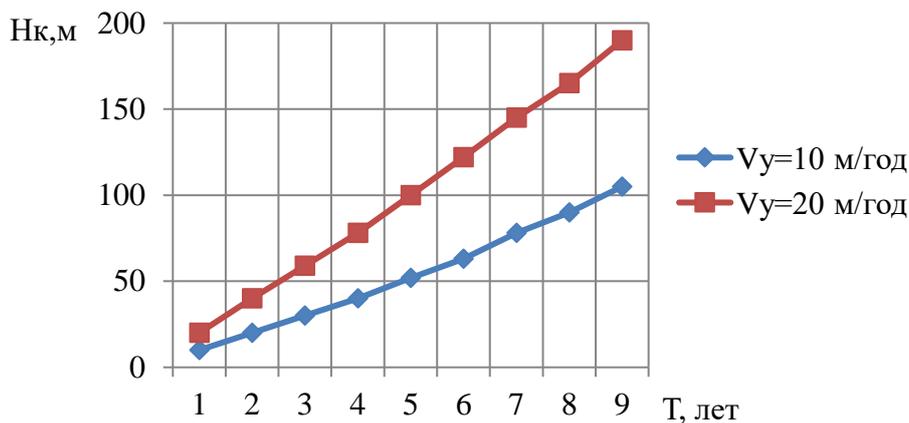


Рис. 5. Схема к определению темпа углубки на этапе С

Fig. 5. The scheme for determining the rate of deepening at stage C

Как уже отмечалось выше, предлагаемым технологическим вариантам характерна неравномерность режима горных работ, в целях выравнивания рекомендуется отработка этапа С до промежуточной глубины, которая определяется минимумом текущего коэффициента вскрыши. Для этого делаем допущение равенства текущего коэффициента вскрыши при отработке этапов А и С, суммарно не превышающего средневзвешенного значения в целом по карьерному полю. Определение промежуточной глубины определяется выравниванием усредненных значений текущего коэффициента вскрыши (Рис. 4). После установления текущего коэффициента вскрыши отмечаем на графике период разработки этапов.

На Рис. 4 в качестве примера приведен результирующий график режима горных работ,

объединяющий этапы разработки карьерного поля и целесообразный вид системы открытой разработки по каждому из этапов.

В соответствии с рекомендациями акад. В. В. Ржевского [9, 15] регулирование режима горных работ можно осуществлять также за счет изменения темпа углубки горных работ. При одновременной разработке этапов А и С для установленной глубины карьера задаются различные значения темпа углубки и определяется время сооружения карьера 1-й очереди и, следовательно, время работы в зоне углубочной продольной системы разработки (Рис. 5), расчетные условия аналогично данным Рис. 2.

Зная глубину карьера в зоне углубочной продольной системы разработки, определяется темп углубки в этой зоне. К примеру, если время

сооружения карьера 1-й очереди составляет 7 лет при скорости подвигания, равной 20 м/год, а предельное значение промежуточной глубины составит 50 метров, то средний темп углубки в зоне продольной системы разработки составит (50 м. делим на 7 лет) примерно 7 м/год. При этом значении обеспечивается отработка месторождения со средним значением коэффициента вскрыши. Текущий коэффициент вскрыши при сооружении карьера 1-й очереди определяется графоаналитическим методом.

При известных параметрах карьера 1-й очереди и мощности обрабатываемого пласта (пластов) возможен и чисто аналитический метод расчета текущего коэффициента вскрыши. Текущий коэффициент вскрыши в зоне углубочной продольной системы разработки определяется графоаналитическим методом с учетом темпа углубки. После этого строится сводный календарный график режима горных работ на период строительства карьера первой очереди.

Выводы

Таким образом, вопросы горно-геометрического анализа карьерных полей в задаче выбора направления подвигания фронта работ в динамической их постановке имеют свои методологические особенности. Данные конкретных расчетов в целях усреднения текущего коэффициента вскрыши как при строительстве карьера первой очереди по традиционной углубочной продольной системе разработки, так и при поэтапном погружении горных работ указывают на объективную целесообразность разнонаправленного подвигания фронта. Регулирование режима работ (разработка пологопадающих залежей) при одновременном сооружении карьера первой очереди и продольного подвигания фронта работ может осуществляться также за счет изменения темпа углубки горных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. Лоханов Б. Н. Исследование параметров бестранспортной системы разработки свит пологих пластов / Автореферат на соиск. уч. ст. канд. техн. наук. М. : МГИ, 1969. 23 с.
3. Проноза В. Г. Сплошная комбинированная продольно-поперечная система разработки // Интенсификация горных работ на угольных разрезах: Межвуз. сб. науч. тр. Кузбасс. политехн. ин-т. Кемерово 1988. С. 65–71.

4. Проноза В. Г., Воронков В. Ф. Направления совершенствования технологических схем эксплуатации мощных драглайнов в условиях пологих месторождений юга Кузбасса // Перспективы развития открытого способа добычи угля в восточных районах страны: Сб. науч. тр. Кузбасс. политехн. ин-т. Кемерово, 1984. С. 76–83.

5. Васильев Е. И. [и др.] 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. Проноза В. Г. Обоснование структуры эффективных технологических комплексов перевалки вскрышных пород: диссер. ... докт. техн. наук: 05.15.03. Кузбасс. политехн. ин-т. Кемерово, 1992. 363 с.

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

10. Еременко Е. В., Косолапов А. И. К вопросу управления техногенным ресурсом карьера // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. -№114. -с.249-259.

11. Зайцева А. А., Зайцев Г. Д. Определение реального выработанного пространства карьеров для внутреннего отвалообразования при разработке наклонных угольных месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2011. № 2. С. 129–133.

12. Меньшонов П. П. Новые технологические решения при использовании диагонально-поперечных систем разработки на пологопадающих месторождениях // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2004. № 6. (43). С. 68–75.

13. Меньшонов П. П. Создание гибких технологий для разрезов Сибири: основные результаты исследований, перспективы практического использования в Кузбассе // Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности. Труды Междунар. науч.-практ. конф. Кемерово : Кузбассвуиздат, 2000. С. 42–45.

14. 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.

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

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

17. Кузнецов В. И. Управление горными работами на разрезах Кузбасса. Кемерово : Кузбассвуиздат, 1997. 164 с.

© 2025 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:

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: and-95.2010@mail.ru

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

MINING MODE IN THE TASK OF CHOOSING THE STAGES OF DEVELOPMENT OF SHALLOW COAL DEPOSITS

Alexey V. Selyukov, Andrey I. Nechaev

T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

* for correspondence: sav.ormpi@kuzstu.ru



Article info

Received:

18 September 2024

Accepted for publication:

22 April 2025

Accepted:

30 April 2025

Published:

11 June 2025

Keywords: mining regime, gently falling deposits, stages of mining, quarry field.

Abstract.

The coal deposits of the Kuznetsk basin, developed in an open-pit manner, are characterized by difficult conditions, with a large extent and a significant depth of formation, their different thickness and angle of incidence, high strength of the host rocks and others. In the geological and economic regions of the basin, deposits with formations ranging from gently sloping to steeply falling are mainly represented. A common feature of the disadvantages of existing technologies is the increase in the current stripping coefficient during the deepening of mining operations, which implies an increase in the number of mining transport equipment to maintain the achieved technical and economic performance of mining enterprises, but this does not always allow changing the situation with the existing principles of organizing work inside the working area of the quarry field. In this publication, the main attention is aimed at performing an analysis of the mining conditions for mining a formation of shallow formations, which showed that existing approaches do not fully meet the formulated requirements for development technology to ensure complete, cost-effective and safe mining of coal reserves in the boundary contours of the section. This served as the basis for carrying out a study aimed at creating conditions for effective and maximum possible environmental safety while optimizing integral efficiency indicators during field development in the boundary contours of the section by justifying the mining regime. The object of grapho-analytical modeling is the gently falling deposits located in the central and southern parts of the basin. Thus, the purpose of this study is to develop the basic principles for the formation of structural schemes for the sequence of mining of quarry fields of coal mines.

For citation: Selyukov A.V., Nechaev A.I. Mining mode in the task of choosing the stages of development of shallow coal deposits. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*=Bulletin of the Kuzbass State Technical University. 2025; 2(168):111-119. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1999-4125-2025-2-111-119, EDN: PDUTIS

REFERENCES

1. 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.

2. 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.

3. Pronoza V.G. Continuous combined longitudinal and transverse development system. *Intensification of mining operations at coal mines: Inter-university collection of scientific tr.* Kuzbass. Polytechnic University. in-t. Kemerovo, 1988. Pp. 65–71.

4. Pronoza V.G., Voronkov V.F. Directions for improving technological schemes for the operation of powerful draglines in the conditions of shallow deposits in the south of Kuzbass. *Prospects for the development of an open method of coal mining in the eastern regions of the country: Collection of scientific tr.* Kuzbass. Polytechnic Institute. Kemerovo, 1984. Pp.76–83.

5. Vasiliev E.I. [et al.] Substantiation of overburden capacity by transportless technology. *Improvement of open-pit mining of mineral deposits: collection of scientific tr.* Novosibirsk: IGD SB of the USSR Academy of Sciences; 1973. Pp. 43–49.

6. Voronkov V.F. Intensification of the development of overburden supranormal 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 career parameters: collection of scientific tr.*

Novosibirsk: IGD SB of the USSR Academy of Sciences; 1978.

8. 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. 363 s.

9. Rzhnevsky V.V. Technology and complex mechanization of open-pit mining. M.: Nedra; 1975. 574 p.

10. Eremenko E.V., Kosolapov A.I. On the issue of managing the technogenic resource of a quarry. *Mining information and analytical Bulletin.* 2015; 114:249–259.

11. Zaitseva A.A., Zaitsev G.D. Determination of the real worked-out space of quarries for internal dumping during the development of inclined coal deposits. *Mining information and analytical bulletin.* 2011; 2:129–133.

12. Menshonok P.P. New technological solutions for the use of diagonal-transverse development systems in shallow deposits. *Bulletin of the Kuzbass State Technical University.* 2004; 6.1(43):68–75.

13. Menshonok P.P. Creation of flexible technologies for sections of Siberia: main research results, prospects for practical use in Kuzbass. *Energy security of Russia. New approaches to the development of the coal industry. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference.* Kemerovo: Kuzbassvuzizdat; 2000. Pp. 42–45.

14. 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 International Scientific and Practical Conference.* Prokopyevsk, 2024. Pp. 83–87.

15. Rzhnevsky V.V. Construction of quarries M.: Ugletekhizdat; 1958. 195c.

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

17. Kuznetsov V.I. Management of mining operations in the Kuzbass sections. Kemerovo: Kuzbassvuzizdat; 1997. 164 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, Department of Open-pit Mining (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, Department of Open-pit Mining (650,000, Kemerovo, Russia, Vesennaya str., 28), e-mail: and-95.2010@mail.ru

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.

