



УДК 622.271.3

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ УГЛЕНАСЫЩЕННЫХ И БЕЗУГОЛЬНЫХ ЗОН РАЗРЕЗОВ КУЗБАССА

Кацубин А.В.¹, Федотов А.А.²

¹ АО «СУЭК-Кузбасс»

² ООО «Разрез «Пермяковский»

Аннотация.

Сведения о геологическом строении Кузнецкого угольного бассейна позволяют отметить, что угольные месторождения, разрабатываемые открытым способом, характеризуются сложными условиями и имеют следующие особенности: большую протяженность залежей при значительных глубинах залегания; свитовое залегание пластов различной мощности (от 1 до 40 м); различные углы падения пластов (от 3 до 90°); значительное количество нарушений по падению простиранию; различную мощность рыхлых отложений (от 5 до 40 м); большой диапазон значений крепости вмещающих пород. Залегание пластов угля по месторождениям центрального и южного Кузбасса также отличается большим разнообразием. Однако диапазон распределения пластов по углам падения здесь значительно меньше. Так, в центральной части бассейна 86% всех пластов имеют угол падения 50-90°, а на юге Кузбасса почти все пласты (95%) залегают под углом 3-20°.

В общем объеме горной массы разреза угленасыщенная зона составляет 72-84% для месторождений центрального Кузбасса и около 70% для месторождений севера и юга бассейна. Анализ данных показывает, что все месторождения Кузбасса, пригодные для открытой угледобычи, представлены в основном пластами маломощными и средней мощности. Более 80% всех запасов угля сосредоточено в пластах мощностью до 10 м. На долю пластов мощностью более 20 м приходится всего 1-7%. В маломощных пластах (до 5 м) сосредоточено до 40-50% всех запасов угля. На наклонных и крутопадающих месторождениях 26-48% вскрышных пород находится в междупластьях, мощность которых меньше минимально необходимой ширины заходки экскаватора.

В связи с тем, что работа посвящена установлению параметров совместного использования экскаваторов типа «мехлопата» и «гидравлические прямая и обратная лопата», то при анализе угленасыщенных зон карьерных полей важным значением для технологии их отработки является взаимное расположение пластов относительно друг друга.

Информация о статье

Принята 12 октября 2019 г

Ключевые слова:

открытые горные работы, геологическое строение, систематизация, угольный пласт, технология, предварительная выемка

SYSTEMATIZATION OF THE MINING AND GEOLOGICAL CONDITIONS OF THE COAL-BEARING AND COAL-FREE ZONES OF THE KUZBASS OPEN PITS

Alexander V. Katsubin¹, Andrew A. Fedotov²

¹ JSC «SUEK-Kuzbass»

² LLC «Razrez Permyakovsky»



Abstract.

Information on the geological structure of the Kuznetsky coal basin allows us to note that the open-cast coal deposits are characterized by difficult conditions and have the following features: long deposits with significant depths of occurrence; formations of different thicknesses (from 1 to 40 m); different angles of coal seams incidence (from 3 to 90°); a significant number of disturbances in the incidence of strike; different thickness of loose deposits (from 5 to 40 m); a large range of values of the strength of the bedrocks. Coal bed occurrence in central and southern Kuzbass deposits is also very diverse. However, the range of distribution of layers at the angles of incidence is much smaller here. Thus, in the central part of the basin 86% of all formations have a dip angle of 50-90° and in the south of Kuzbass almost all formations (95%) lie at an angle of 3-20°.

In the total amount of mountain mass of the section, the coal-saturated zone is 72-84% for the deposits of central Kuzbass and about 70% for deposits in the north and south of the basin. Analysis of the data shows that all deposits of Kuzbass, suitable for open-cast coal mining, are represented mainly by low-thickness and medium-thickness beds. More than 80% of all coal reserves are concentrated in beds with a thickness of up to 10 m. The part of layers with the thickness of more than 20 m is only 1-7%. Low-thickness seams (up to 5 m) contain up to 40-50% of all coal reserves. At inclined and steep deposits 26-48% of overburden rocks are in the interbeds, the thickness of which is less than the minimum required width of the excavator's cut.

In connection with the fact that the work is devoted to the establishment of parameters for the joint use of excavators such as «rope shovels» and «hydraulic shovels and backhoes», then in the analysis of coal-bearing zones of the quarry fields, an important value for the technology of their development is arrangement of seams relative to each other.

Article info

Received October 12, 2019

Keywords:

open-pit mining, geological structure, systematization, coal bed, technology, pre-excavation

Введение

В среднем на одном разрезе Кузбасса отрабатывается 9 угольных пластов и 8 междупластий породы с предельными колебаниями их количества от 2 до 17. Если учесть, что на некоторых месторождениях за счет складчатого строения и нарушений (например, в центральном Кузбассе) отдельные пласты свиты в границах поля разреза повторяются 3-5 раз, то количество раздельно отрабатываемых частей горной массы может составлять 75-90.

При разработке пластов сложного строения, доля которых в целом по бассейну составляет около 50 %, доля раздельно извлекаемых частей горного массива возрастает до 100-150. Кроме этого при обработке свиты крутопадающих угольных пластов из-за изменчивости направления простираия и складчатого залегания наблюдается частое пересечение их фронтом горных работ. В результате такого пересечения образуются сложные и ограниченные по длине блоки и создается смешанный угольно-породный фронт горных работ на горизонте. Многообразие условий залегания угольных пластов в угленосной толще требует применения различных видов технологии и типов горнотранспортной техники.

Анализ геологического строения перспективных месторождений Кузбасса показал, что залежи представлены угольными пластами всех классов мощности: тонкими до 1,3 м, средними - от 1,3 до 3,5 м, мощными - от 3,5 до 10 м и весьма мощными - более 10 м.

В тонких пластах содержится около 19 % запасов угля, в средних - 43%, в мощных и весьма мощных - 38 %.

По строению пласты разнообразные - от простых (без породных прослоев) до сложных (с многочисленными породными прослоями). Доля простых пластов составляет 37 % всех запасов, сложных - 63 %. Характерной особенностью месторождений Кузбасса является наличие угленосных свит большой мощности (200-2000 м) с варьированием мощности отдельных пластов



от 1 до 40 м и углов падения от 3 до 90°. Наблюдается невыдержанность пластов по мощности и углам залегания, как по длине, так и по глубине.

В среднем на одном разрезе отрабатывается 9 пластов угля с диапазоном колебания их количества 3-17. Около 80% всех пластов - это пласты сложного строения, требующие раздельного извлечения. С ростом глубины работ увеличиваются размеры рабочей зоны разреза и количество угольных пластов, попадающих в обработку.

На месторождениях Кузбасса вскрышные породы разрезов представлены в основном песчаниками и в меньшей степени аргиллитами и алевролитами. Все месторождения покрыты толщей четвертичных отложений, представленных суглинками. Мощность этих отложений изменяется от 2-8 до 10-25 м и, как исключение, до 40-45 м (Бачатский и Ерунаковский районы).

Угленасыщенная зона разреза с точки зрения открытых горных работ является сложноструктурной. Сложность ее при раздельной отработке определяется наличием повсеместно свиты пластов угля с изменяющейся мощностью (от 1 до 40 м) и углами падения (3-20°), а также породных междупластий, складчатостью, нарушенностью и практически неограниченной (для открытых горных работ) глубиной залегания пластов, содержанием в пластах угля породных прослоек, разномарочным составом угля и сравнительно крепкими вмещающими породами. Кроме того, наблюдается невыдержанность мощности и частая изменчивость элементов залегания отдельных пластов в границах карьерного поля как по длине, так и глубине разработки.

Материалы и методы.

Наиболее общая оценка условий залегания месторождений полезных ископаемых приведена в ряде работ академика В.В. Ржевского. В ней типы разрабатываемых месторождений систематизированы по характерным геометрическим признакам (генеральный классификационный признак), а также учтены качество полезного ископаемого и преобладающие типы пород. Применительно к угольным месторождениям Кузбасса наиболее значимой является систематизация, приведенная в работах В.И. Кузнецова [1, 2]. В этой работе систематизация месторождений Кузбасса произведена по углу падения пластов (генеральный признак) с учётом технологических факторов. Несмотря на широкое представительство классификационных признаков, существующие систематизации ориентированы на применение либо углубочных продольных одно- или двухбортных систем разработки, учитываемые признаки недостаточно полно отражают горнотехнические особенности, к которым можно отнести следующие:

- наличие общего горизонтального слоя для всех угольных пластов свиты;
- возможность отработки всех пластов свиты со стороны висячего бока;
- попеременная отработка пластов различной мощности;

В основе решения этих задач должна лежать оценка условий залегания сложно-структурных угольных месторождений Кузбасса. Известно, что условия залегания месторождений оказывают значительное влияние на технологию и эффективность извлечения полезных ископаемых. В основе предлагаемой систематизации лежат характерные геометрические признаки залежи. В отличие от В.В. Ржевского, предложившего этот генеральный признак для типизации разрабатываемых месторождений любых полезных ископаемых, в данном случае он используется для детального описания свит угольных пластов в условиях разрезов Кузбасса.

Целью систематизации является обеспечение целенаправленного процесса оценки сложноструктурных месторождений угля для применения разработки угленасыщенных зон различными комплексами оборудования.

Перечисленные факторы оказывают решающее влияние на выбор технических средств, порядок ведения и возможность производства открытых горных работ.

В основе систематизации (табл. 1) критерием, определяющим разделение на группы, является статистическая обработка горно-геологической и горно-графической документации угольных предприятий, т.е. выявление наиболее характерно выраженных типичных представителей с их дальнейшей группировкой по числовому значению каждого типового представителя.



Таблица 1. Систематизация горно-геологических условий угольных месторождений

Генеральные признаки угольных залежей	Виды	Детали, величина
1. Поверхность и наносы		
Рельеф	Равнинный	Уклон поверхности 0-2°
	Склон возвышенности	Уклон поверхности 2-10°
	Возвышенный	Уклон нескольких участков поверхности от 0-2° до 5-10°
	Холмистый	Уклон нескольких участков поверхности от 0-5° до 10-20°
Положение относительно уровня поверхности и глубины залегания	Поверхностный тип	Наносы 20-30м
	Глубинный тип	Наносы 40-250м
	Высотный тип	Расположение выше господствующего уровня
	Высотно-глубинный тип	Частично выше и ниже господствующего уровня
2. Строение свиты		
Форма залежи	Округлая	$B < L \leq 1,4B$
	Удлиненная	$1,4B < L \leq 4B$
	Вытянутая	$4B < L \leq 40B$
Количество пластов в свите	Малопластовая свита	≤ 5 пластов
	Среднепластовая свита	5-10 пластов
	Многопластовая свита	≥ 10 пластов
Равномерность залегания	Равномерное	Пласты и междупластья чередуются на постоянную величину
	Неравномерное	Часть пластов залегает равномерно, часть нет
Залегание пластов свиты по величине угла падения	Наклонное	Угол падения 19-30°
	Крутонаклонное	31-55°
	Крутое	56-90°
	Сложное	Переменный угол по глубине 19-90°
Положение пластов в породугольных заходках	Согласованное	Пласты падают в одну сторону
	Рассогласованное	Разнонаправленное падение пластов при различных нарушениях
Строение залежи	Простые залежи	Однородное строение без существенных прослоек и включений
	Сложные залежи	Содержат кондиционное и некондиционное полезное ископаемое, а также прослойки и включения
3. Свойства пород и углей свиты		
Преобладающий тип пород	Мягкие и плотные породы	Не требующие предварительного рыхления
	Полускальные и скальные породы	Требующие предварительного рыхления
Преобладающий тип углей	Мягкие и плотные угли	$5\text{МПа} < \sigma_{сж} < 20\text{МПа}$
	Скальные и полускальные угли	$20\text{МПа} < \sigma_{сж} < 30\text{МПа}$
Качество угля	Равномерное качество	Только энергетические угли или коксующиеся угли
	Неравномерное качество	Часть углей пригодна для коксования, часть для энергетики



Таблица 2. Систематизация ГГУ угленасыщенных зон разрезов Кузбасса

I. Линейные параметры угленасыщенных зон в профиле и плане карьерного поля				
1. Форма угленасыщенной зоны в плане	Округлая ($B < 4 < 1,4B$)	Удлиненная ($1,4B < L < 4B$)		Вытянутая ($4B < L < 40B$)
2. Нормальная мощность свиты $M_{св}$, м	Маломощные свиты от 50 до 200	Свиты средней мощности от 200 до 500	Мощные свиты от 500 до 1000	Сверхмощные свиты >1000
3. Суммарная мощность рабочих пластов свиты $\sum m$, м	Малой угленасыщенности от 1 до 50	Средней угленасыщенности от 50 до 100		Крупной угленасыщенности >100
4. Залегание зоны по углу падения α , град.	Наклонная зона от 20 до 40	Крутая зона от 40 до 90		Смешанная зона от 20 до 90
5. Количество пластов в угленасыщенной зоне $П$, ед.	Малопластовая зона от 1 до 10	Среднепластовая зона от 10 до 20		Многопластовая зона >20
6. Суммарная мощность породных междупластий $\sum m_{мп}$, м	Малая степень насыщения зоны породными междупластьями от 10 до 50	Средняя степень насыщения зоны породными междупластьями от 50 до 100		Высокая степень насыщения зоны породными междупластьями >100
7. Количество междупластий в зоне $П_{м.п.}$, ед.	Маломеждупластовая зона от 1 до 5	Среднемеждупластовая зона от 5 до 10		Высокомеждупластовая зона > 10
8. Взаимное положение смежных пластов L , м	Только сосредоточенные (сближенные)		Только рассредоточенные	
9. Положение зоны относительно уровня поверхности h_0 , м	Поверхностный тип зоны: наносы от 5 до 40	Глубинный тип: наносы > 40	Высотный тип зоны (выше господствующего уровня)	Комбинация высотно-глубинного типа
II. Объёмные параметры угленасыщенных зон в карьерном пространстве				
10. Долевое участие угленасыщенной зоны в залежи q_0 , %	Малая угленасыщенная зона с преобладанием безугольной зоны от 5 до 25	Средняя с равномерным участием угленасыщенных и безугольных зон от 25 до 50		Крупная с преобладанием угленасыщенной зоны > 50
III. Качественные параметры угленасыщенной зоны				
11. Преобладающий тип углей зоны	Мягкие и плотные угли $5 \text{ МПа} < \sigma_{сж} < 20 \text{ МПа}$	Скальные и полускальные угли $20 \text{ МПа} < \sigma_{сж} < 40 \text{ МПа}$		Сочетание мягких, плотных, скальных и полускальных углей
12. Преобладающий тип породных междупластий	Мягкие и плотные породы (не требующие предварительного рыхления)	Скальные и полускальные породные междупластья (требующие предварительного рыхления)		Комбинация мягких, плотных полускальных и скальных породных междупластий
13. Качество угольных пластов зоны	Равномерное качество		Неравномерное качество	
	Только энергетические угли	Только коксующиеся угли		Часть углей пригодна для коксования, часть для энергетики



Угленасыщенные зоны карьерных полей представлены свитами угольных пластов от наклонного до крутого залегания с невыдержанной мощностью, как по падению, так и простиранию с различными углами падения даже в пределах одной свиты, с изменяющейся величиной породных междупластий и прочностью. Кроме этого большинство угольных пластов имеют сложное строение, включающее внутри себя породные прослои. В большинстве случаев наблюдается неравномерность распределения угольных пластов, а, следовательно, и запасов угля по площади карьерных полей.

В связи с этим для проведения анализа карьерных полей возникает необходимость в выборе критериев оценки сложности угленасыщенных зон для цели их систематизации и выбора направлений по построению технологических схем ведения выемочно-погрузочных работ и систем разработки.

Фактические параметры и показатели отработки карьерных полей разрезов Кузбасса

Основными предпосылками к формированию требований к технологии разработки месторождений Кузбасса являются горно-геологические условия залегания угольных пластов.

Глубина производства работ на отдельных действующих участках или разрезах находится в пределах от 80-100 м до 180-250 м. Эти технологии базируются на применении традиционных технических средств, причем перемещение породы из забоя в отвал осуществляется с помощью колесных средств транспорта.

Исследование технологий, применяемых на действующих разрезах Кузбасса, позволило выявить ряд негативных сторон, снижающих эффективность угледобычи, с позиции применения выемочно-погрузочных комплексов на базе обособленного применения экскаваторов ЭКГ, ЭГ, ЭГО:

- невозможность качественной подготовки маломощных угольных пластов к выемке;
- ограниченное пространство для маневрирования выемочного и транспортного оборудования при попутной выемке угольных пластов свиты;
- формирование случайного характера попадания угольного пласта в экскаваторную заходку;
- невозможность обеспечения ритмичной добычи угля всего марочного состава залежи;
- неполное вовлечение в отработку запасов угля.

Исходя из этого, технология должна отвечать следующим требованиям:

- максимальное извлечение угля из угленосной толщи;
- обеспечение оптимальных условий для раздельной отработки угольных слоёв свиты существующим и перспективным выемочным оборудованием;
- обеспечение разделения угольного грузопотока по качественным признакам;
- обеспечение минимально возможного засорения угля вмещающими породами;
- обеспечение стабильности качественного состава добываемого угля.

По техническим условиям технология должна обеспечивать:

- незначительное снижение производительности выемочных средств при отработке угленасыщенных зон;
- соответствие высоты уступа (слоя) траектории следования ковша экскаватора по плоскости падения угольного пласта;
- создание условий для свободного маневрирования выемочного и транспортного оборудования в забойной зоне.

Технология должна обеспечивать полную и эффективную отработку всех запасов угля в граничных контурах разреза.

По обеспечению качественных показателей добываемого угля:

- раздельное извлечение породных и угольных слоёв;
- исключение переизмельчения угля.

По транспортному обеспечению грузопотоков:

- использование в угленасыщенной зоне мобильного транспортного оборудования;
- обеспечение отдельной отгрузки всех компонентов забоя.



По экономическим критериям: обеспечение максимальной прибыли от разработки месторождения в граничных контурах разреза.

Одним из показателей, характеризующих деятельность разрезов, является ритмичность добычи угля всего марочного состава залежи. По традиционным технологиям отработку месторождения ведут с последовательной выемкой угольных пластов по мере развития фронта горных работ. В результате чего в определенные промежутки времени добывают уголь одного марочного состава, что приводит к нестабильности экономики разреза.

При ведении открытых горных работ в Кузбассе с раздельной выемкой угля и породы угленасыщенная зона является сложноструктурной. Одной из отличительных особенностей отработки угленасыщенных зон является наличие объективных факторов, обуславливающих работу выемочно-погрузочного оборудования в забоях, параметры которых (ширина заходки, высота и угол откоса уступа) значительно меньше рациональных. Это объясняется, с одной стороны, малой мощностью раздельно извлекаемых пачек угля и пропластов породы, различными углами их падения (от 3° до 90°) и простирания, что ведет к увеличению количества проходов экскаватора при отработке заходки, уменьшению времени использования его на основной работе и, следовательно, к снижению производительности оборудования.

Последовательная раздельная отработка слоев угля и породы в сложноструктурных блоках осуществляется на рабочем горизонте обычно в стесненных условиях при уменьшенной ширине рабочих площадок и тупиковых схемах подачи автосамосвалов под погрузку. Кроме того, при производстве буровзрывных работ в таких блоках ухудшается форма забоя.

На месторождениях южного Кузбасса при селективной отработке свит пологих (с углом падения 0-20°) пластов высота уступа, как правило, равна мощности извлекаемого угля или породы. Мощность пластов угля и отдельных породных междупластий в этом районе часто меньше максимальной высоты черпания экскаватора и не превышает 10 м.

Другая особенность при разработке сложноструктурных месторождений заключается в наличии на всех горизонтах смешанного фронта горных работ, состоящего из вскрышных и добычных блоков разных размеров. Такое строение фронта работ объясняется расположением пластов угля под углом к направлению перемещения забоя и характерно, главным образом, для месторождений с крутыми пластами.

На месторождениях с наклонным и пологим залеганием свиты пластов удается следовать по направлению простирания пластов, однако и здесь образуется смешанный фронт горных работ вследствие многочисленных пликативных и дизъюнктивных нарушений.

Опыт показал, что при работе в угленасыщенной зоне (например, на нижних горизонтах месторождений с крутыми пластами) перемена вида работ экскаватора (переход от добычных работ к вскрышным) происходит сравнительно часто (до 3-5 раз в месяц). В результате таких переходов ухудшается использование экскаватора на основной работе (выемке и погрузке) и снижается его производительность (на 18-20%).

На месторождениях с пологими пластами (с углом падения 3-20°) особенность отработки пластов угля и породных междупластий заключается в необходимости ведения горных работ с наклонным подвиганием уступов, совпадающим по направлению с углом падения пласта. Сравнительно небольшая мощность пластов, наклонное подвигание уступов, необходимость создания горизонтальных площадок для установки экскаватора и нормальной работы средств автотранспорта и буровых станков приводят к тому, что отработка ведется горизонтальными слоями толщиной не более 2-3 м с непосредственной погрузкой угля в транспортные средства или предварительной перевалкой и укладкой его в штабель. При отработке пластов с углами падения более 10-12° даже выемка одиночного пласта простого строения сопровождается увеличением в 1,5-2 раза количества проходов экскаватора (по сравнению с отработкой горизонтально залегающего или слабонаклонного пласта).

В настоящее время действующая длина уступов в среднем достигла на работающий комплекс оборудования 2,8 км; на списочный — 2,1 км. За два истекших десятилетия она увеличилась в 2 раза и изменяется по отдельным разрезам от 1 км до 4 км.

Динамика основных параметров и показателей развития транспортной технологии работ свидетельствует о том, что вскрышные работы на разрезах обеспечивают перемещение



действующего фронта работ со скоростью 42 м/год, бортов разрезов - 21 м/год. На отдельных же участках фронта она достигает 100 м и более.

Критериальные и организационные предпосылки отработки выемочным комплексом угленасыщенных и безугольных зон карьерных полей Кузбасса

Для разработки принципов проектирования и порядка расчёта новых технологических схем в новых условиях обобщён опыт их применения на месторождениях Кузбасса и произведен анализ работ Ржевского В.В. Шешко Е.Ф., Анистратова Ю.И., Кузнецова В.И., Колесникова В.Ф., Белякова Ю.И., Штейнцайга Р.М., Кулешова А.А., Хажиева В.А. Стрельникова А.В., Тюленева М.А., Репина Н.Я., Коваленко В.С., Селюкова А.В., Супруна В.И., Хаспекова П.Р., Мельникова Н.Н., Болвинова А.А. Литвина О.И., Побегайло П.А., Томакова П.И. и многих других [3-30].

Согласно работе [24] рассредоточенные угольные пласты – это пласты, отработка которых может осуществляться по технологии выемки одиночного пласта. Сближенные – это угольные пласты, выемка которых невозможна без технологического воздействия на рядом залегающие пласты. При этом мощность породных междупластий не позволяет осуществить проходку разрезных траншей при продольной углубочной системе разработки.

Отдельные показатели отработки породугольного массива экскаваторами типа «гидравлическая лопата» приведены на рис. 1-4.

Предельная рабочая глубина черпания гидравлических экскаваторов обратная лопата зависит от угла откоса забоя и траектории черпания. Причем угол откоса определяется углом падения отрабатываемого пласта и схемой его выемки (торцевым, диагональным, фронтальным забоями). При верхнем черпании высота отрабатываемого слоя угля ограничивается возможностью осуществления зачерпывания ковшом разрушенного угля и безопасностью для обслуживающего персонала и самой машины.

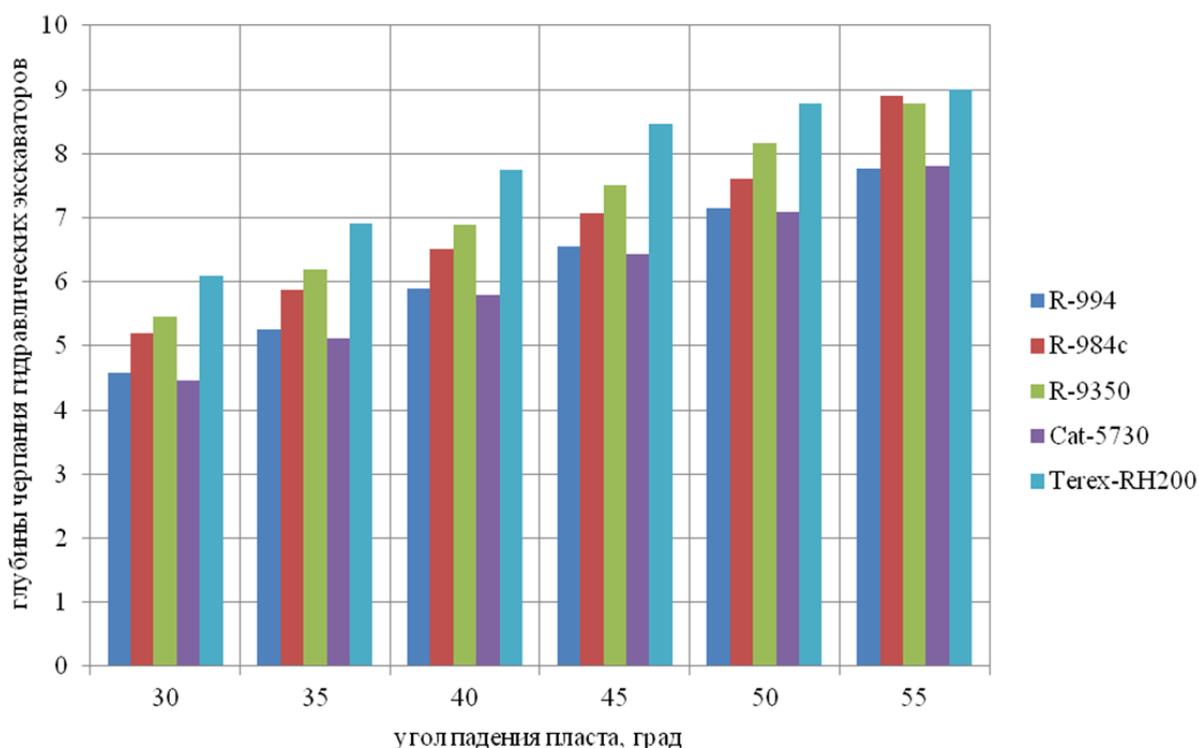


Рис. 1. Зависимость рабочей глубины черпания гидравлических экскаваторов от угла падения пластов.

В практике ведения открытых горных работ Кузбасса для отработки угольных свит применяются или применялись в основном две системы разработки по классификации



В.В. Ржевского: углубочная продольная одно- или двухбортовая. Рассмотрим предпосылки к формированию требований технологии выемки породугольного массива с позиции формирования состава выемочного комплекса (см. табл. 3)

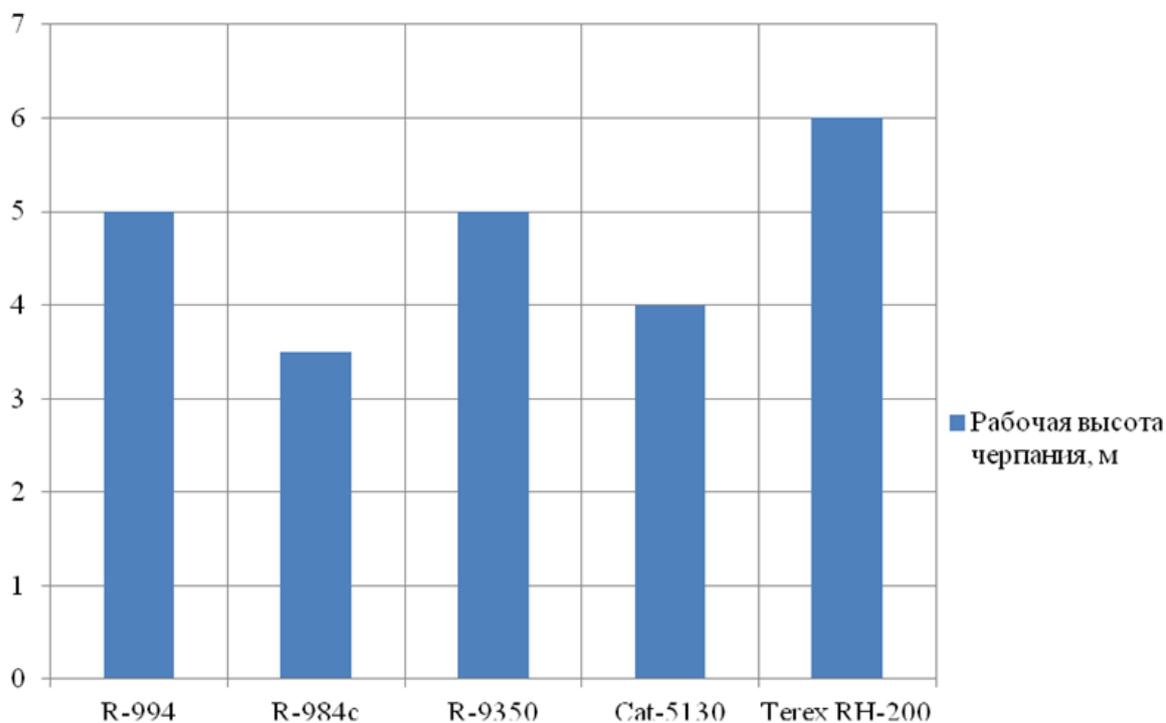


Рис. 2. Предельные значения высоты забоя при верхнем черпании

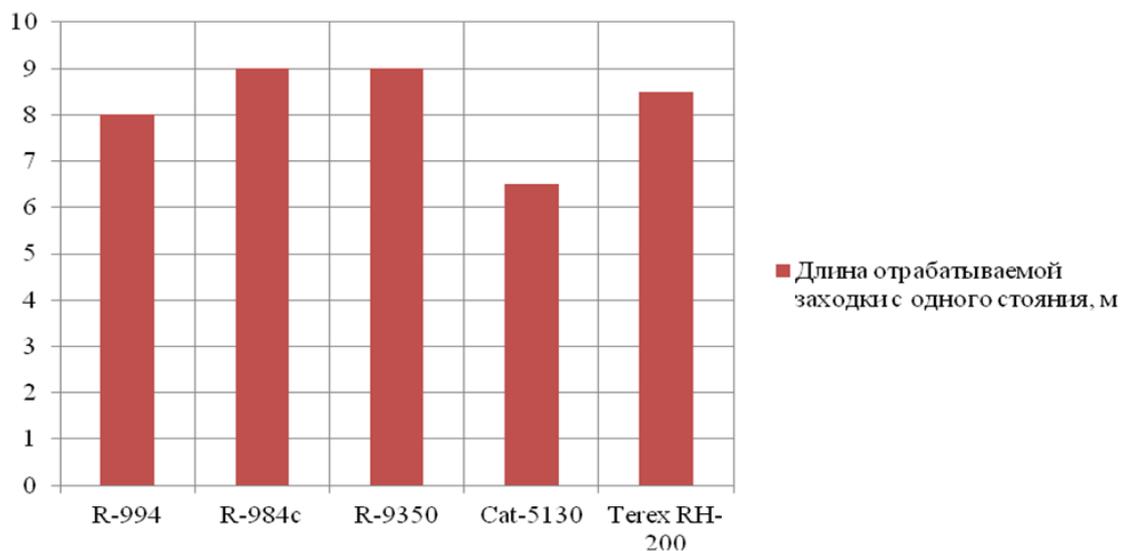


Рис. 3. Длина обрабатываемой заходки с одного места установки экскаватора

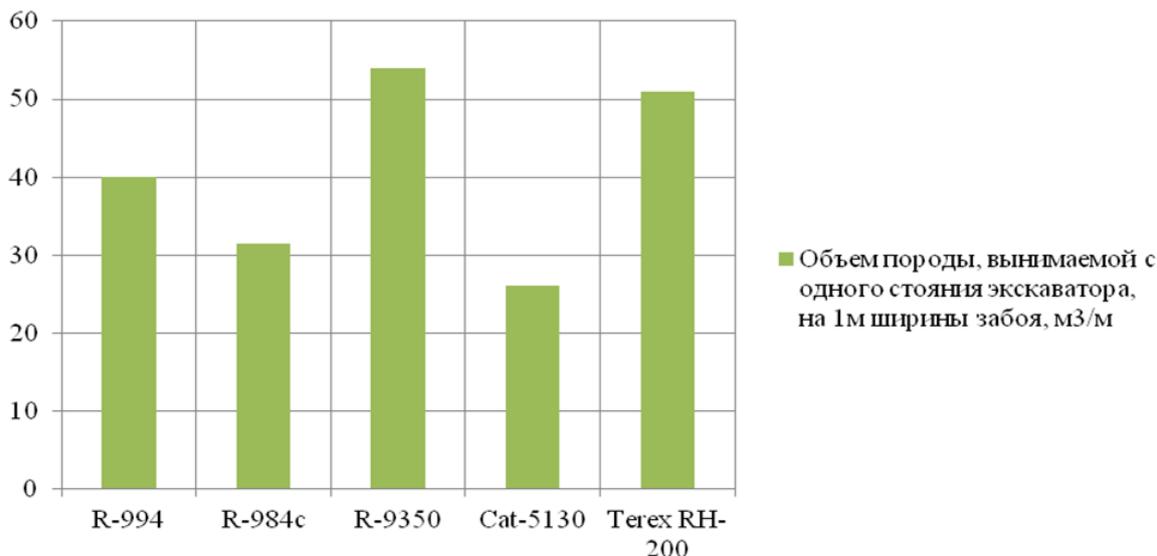


Рис. 4. Объем породы, вынимаемой с одного стояния.

Таблица 3. Характеристики системы разработки с позиции формирования требований разработки выемочным комплексом

наименование показателя	детализированное описание характеристики
максимальное извлечение угля из угленосной толщи	часть запасов не отрабатываются, из-за привязки разрезной траншеи к мощному пласту свиты и подвиганию фронта от висячего бока залежи к лежащему
обеспечение оптимальных условий для раздельной отработки угольных слоев существующим и перспективным оборудованием	вначале вынимается уголь при продольном подвигании фронта, затем вскрышные породы, что обеспечивает раздельную отработку
обеспечение минимально возможного засорения угля вмещающими породами	зависит от выемочного оборудования на вскрышных и добычных работах, засорение достигает до 10-15% в связи с применением экскаваторов типа ЭЖГ и уменьшается при использовании экскаваторов типа ЭГ и ЭГО
обеспечение стабильности качественного состава добываемого угля	условие обеспечивается техкомплексом по отгрузке, сортировке и переработке
производительность выемочных средств при отработке угленасыщенных зон	производительность обеспечивается подвиганием экскаватора вдоль длинной оси карьерного поля
создание условий для свободного маневрирования выемочного и транспортного оборудования в забойной зоне	затруднения из особенностей продольного фронта работ: одновременное углубление по мощному пласту свиты и отгонка бортов на вышележащих горизонтах
раздельное извлечение породных и угольных слоев	засорение и потери зависят от существующего парка горного оборудования
обеспечение отдельной отгрузки всех компонентов забоя	компоненты отгружаются поочередности - продольный фронт работ
добыча марочного состава в течение суток	одна марка угля - отрабатывается один пласт

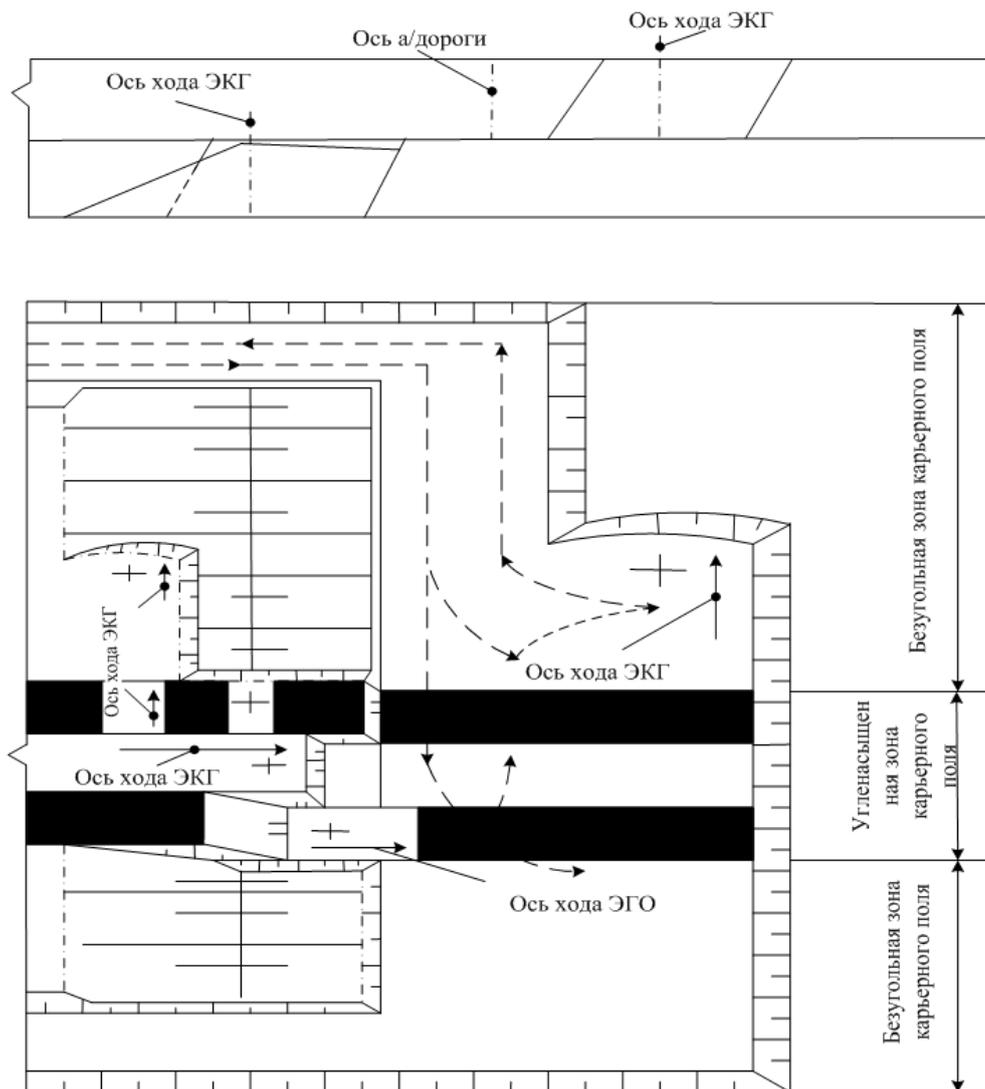


Рис. 5. Принципиальная схема отработки угленасыщенной и безугольной зоны карьерного поля комплексами выемочных экскаваторов типа ЭКГ, ЭГО (ЭГ).

Учитывая вышеназванные преимущества и недостатки предлагается в диссертационной работе использовать преимущества каждого типа выемочного комплекса. Принципиальная организационная схема разработки породугольного массива состоит в следующем (рис. 5).

При транспортной технологии выемка породугольного массива производится горизонтальными слоями: после того как убран один слой в пределах блока, происходит углубление и отработка нижележащего слоя. Для угленасыщенной зоны: чередуя преимущества каждого экскаватора ЭКГ и ЭГО в соответствии с принципом изложенном на рис. 5 отрабатывается угленасыщенная зона, а за ее пределами в безугольной зоне использовать только экскаваторы типа ЭКГ.

В целях обеспечения требований к технологии предлагается при отработке угольных пластов следующая организация работ (рис. 6). Экскаватор может устанавливаться как на кровле уступа, и если позволяет мощность породного междупластья, так и на почве уступа. Погрузка угля и породы на уровне стояния или выше уровня стояния в средства автотранспорта. Первоначально производится выемка пласта или группы сближенных угольных пластов, марка углей которых необходима в данный промежуток времени, при продольном подвигании фронта работ.



Уголь транспортируется на угольный склад или техкомплекс для переработки. После выемки всех угольных пластов свиты в пределах выемочного слоя образуется сплошной породный массив. Затем при поперечном подвигании фронта работ отрабатываются породные междупластья и безугольная зона. Вскрышная зона может обрабатываться мощной высокопроизводительной вскрышной техникой.

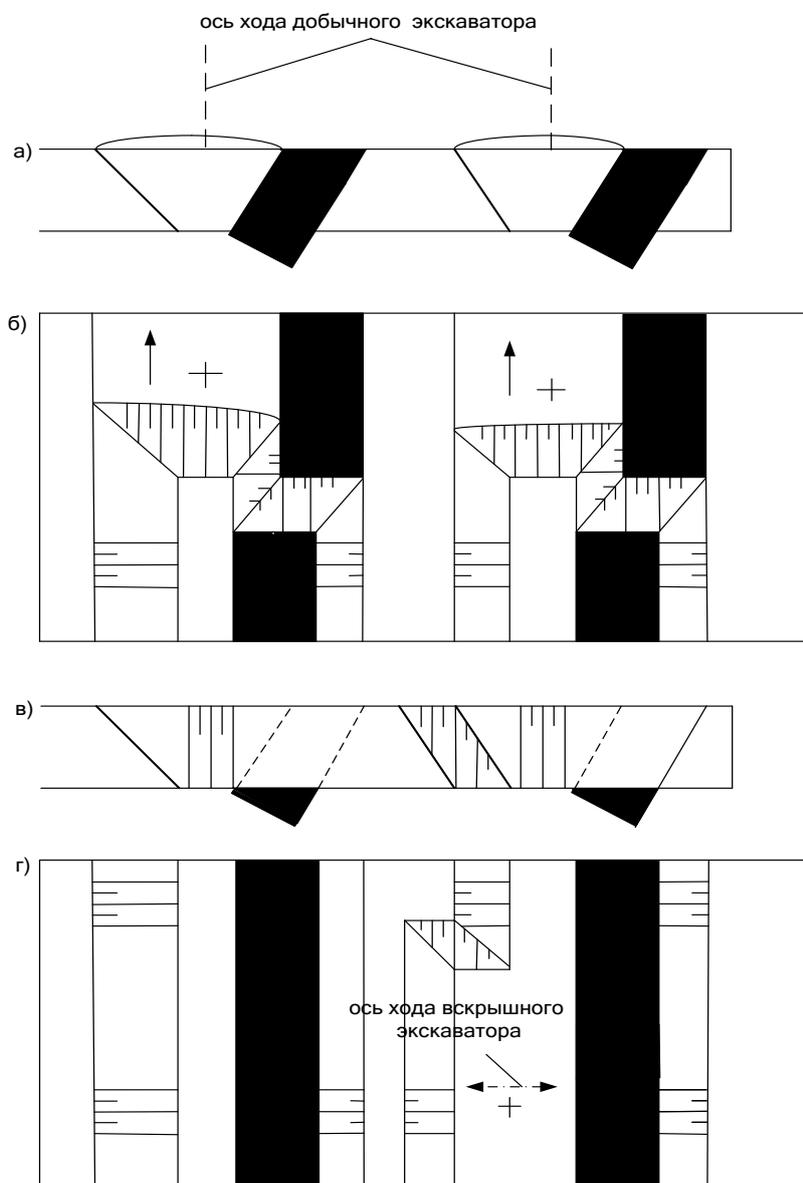


Рис. 6. Технология разработки слоя в породугольном массиве: а), б) – опережающая выемка угольных пластов при продольном подвигании заходки в профиле и плане горных работ соответственно; в), г) – отработка вскрышных пород междупластья и безугольной зоны при поперечном подвигании экскаватора в профиле и плане горных работ соответственно.

Преимущества технологии:

- создается сплошной вскрышной фронт, который может быть отработан мощной высокопроизводительной техникой;
- стабильность марочного состава в течение определенного промежутка времени (суточная добыча);



- направление фронта работ меняется только в пределах короткого участка;
- не имеет значения угол встречи угольного пласта с экскаваторной заходкой;
- упрощается организация ведения работ.

При формировании выемочно-погрузочных комплексов и технологических схем ведения горных работ в угленасыщенных зонах разрезов необходимо учитывать условия залегания угольных пластов и набор серийно изготавливаемого горного оборудования. Технологические схемы ведения горных работ, базирующиеся на использовании выемочно-погрузочных комплексов, должны отвечать следующим условиям.

Требования к элементам выемочно-погрузочных комплексов:

- возможность работы в одинаковых климатических условиях;
- соизмеримость производительности отдельных элементов комплекса;
- мобильность элементов комплекса;
- возможность отрабатывать породугольный массив при одном способе подготовки горных пород к выемке;
- использование преимущественно однотипного вида энергоносителей;
- возможность пространственного манипулирования рабочим органом машин комплекса.

Требования к построению технологических схем с применением выемочно-погрузочных комплексов:

- исключение взаимных помех в совместной работе элементов комплекса;
- обеспечение полноты и качества извлечения угольных пластов;
- максимальное использование рабочих параметров элементов выемочно-погрузочного комплекса;
- минимизация маневровых непроводительных операций элементов комплекса;
- создание условий для движения транспортных средств преимущественно по не разрушенному горному массиву;
- возможность визуального взаимного обзора элементов комплекса;
- обеспечение безопасности работы элементов выемочно-погрузочного комплекса.

Основой для формирования выемочно-погрузочных комплексов для отработки угленасыщенных зон разрезов является серийно изготавливаемое горное оборудование для открытых горных работ.

Выводы

Совместное изучение формирования требований к технологии разработки породугольного массива и источников научно-технической литературы показывает, что имеется четко выраженная обособленность совместного использования выемочных комплексов на базе экскаваторов типа ЭГО (ЭГ) и ЭКГ при совмещенной разработке угленасыщенной и безугольной зон карьерного поля.

В отдельных работах даются предпосылки к слоевой разработке угольных пластов по критериям взаимоувязывающих расположение пластов относительно друг друга в выемочном слое и параметров их выемки добычными экскаваторами, в основном типа ЭГО (ЭГ), но не предусматривающими слоевую разработку породных междупластьев и безугольной зоны вскрышными экскаваторами (ЭКГ).

Список источников

1. Кузнецов, В.И. Управление горными работами на разрезах Кузбасса / Кемерово: Кузбассвуиздат. – 1997. – 164 с.
2. Кузнецов, В.И. Новые решения технологии ведения горных работ на разрезах Кузбасса / Кемеровское кн.изд-во, 1994. – 150 с.
3. Колесников, В.Ф. Развитие и обоснование способов и схем вскрытия рабочих горизонтов угольных карьеров: дисс. ... докт. техн. наук: 05.15.05. Кемерово, 1999. – 325 с.
4. Колесников, В.Ф. Разработка угленасыщенных зон карьерных полей выемочно-транспортным комплексом / В.Ф. Колесников [и др.] // Кемерово, Кузбассвуиздат. – 2010. – 247с.



5. Беляков, Ю.И. Совершенствование технологии выемочно-погрузочных работ на карьерах / М: Недра, 1977. – 205 с.
6. Беляков, Ю.И. Выемочно-погрузочные работы на карьерах / М., Недра. – 1987. – 268 с.
7. Типовые технологические схемы ведения горных работ на угольных разрезах / НИИОГР. – Челябинск, 1991. – 350 с.
8. Альбом оптимальных инженерных решений при производстве горно-вскрышных работ в нетиповых условиях на строительстве и реконструкции разрезов / КузНИИшахтострой. Кемерово, 1989. – 168 с.
9. Штейнцвайг Р.М. Методика определения параметров и показателей применения карьерных гидравлических экскаваторов / М., Недра, 1980. – 47 с.
10. Кулешов, А.А. Мощные экскаваторно-автомобильные комплексы карьеров / М., Недра. – 1980. – 317 с.
11. Хажиев, В.А. Обоснование рациональной производительности экскаваторов-мехлопат в различных условиях эксплуатации угледобывающих предприятий / автореф. ... канд. техн. наук. Екатеринбург, 2010. – 21 с.
12. Кузнецов, В.И. Исследование эффективности выемки скальных и полускальных пород из массива экскаваторами-мехлопатами / дисс. ... канд. техн. наук. Кемерово, 1993. – 153 с.
13. Стрельников А.В., Тюленев М.А. Применение обратных гидравлических лопат при разработке сложноструктурных месторождений Кузбасса / Горное оборудование и электромеханика. – 2011. – №1. – С. 30-34.
14. Репин, Н.Я. Выемочно-погрузочные работы / уч. пособие для ВУЗов. М., Горная книга. – 2010. – 267 с.
15. Коваленко, В.С. Технологические схемы проведения капитальных и разрезных траншей / М., Горное дело. – 2011. – 408 с.
16. Курехин, Е.В. К оценке вместимости ковша экскаватора-мехлопаты (РН) при разработке пород в безугольной зоне / Материалы конференции Сибресурс 2010. – Кемерово. – 2010. – С. 67-70.
17. Супрун, В.И. Перспективная техника и технологии для производства открытых горных работ / М., Горное дело. – 2017. – 208 с.
18. Хаспеков, П.Р. Повышение эффективности выемочно-погрузочных работ с использованием гидравлических экскаваторов нового поколения / автореф. ... канд. техн. наук. – Москва. – 2000. – 18 с.
19. Штейнцвайг В.М. Интенсификация открытых горных работ с применением мощных карьерных одноковшовых экскаваторов. М., Наука. – 1988. – 143 с.
20. Мельников, Н.Н. Технология применения и параметры карьерных гидравлических экскаваторов. Апатиты, Кольский научный центр РАН. – 1992. – 210 с.
21. Болвинов, А.А. Разработка ресурсосберегающей технологии и подготовки и экскавации горных пород в зоне глубоких горизонтов угольных карьеров / автореф. дис. ... канд. техн. наук, Москва. – 2005. – 16 с.
22. Колесников, В.Ф. Технология ведения выемочных работ с применением гидравлических экскаваторов / В.Ф. Колесников, А.И. Корякин, А.В. Стрельников // Кемерово: Кузбассвуиздат. – 2009. – 143 с.
23. Колесников, В.Ф. Транспортная технология ведения вскрышных и добычных работ на разрезах Кузбасса / В.Ф. Колесников [и др.] // Кемерово. – КузГТУ. – 2009. – 94 с.
24. Стрельников, А.В. Обоснование структур слоевых технологических схем разработки угленасыщенных зон разрезов Кузбасса обратными гидравлическими лопатами / дисс. ... канд. техн. наук. – Кемерово, 2012. – 152 с.
25. Репин, Н.Я. Выемочно-погрузочные работы. М., Горная книга. – 2010. – 267 с.
26. Литвин, О.И. Обоснование рациональных технологических параметров производства вскрышных работ обратными гидравлическим лопатами на разрезах Кузбасса / дисс. ... канд. техн. наук. Кемерово. – 2012. – 119 с.
27. Побегайло, П.А. Мощные одноковшовые гидравлические экскаваторы. М., Горная книга. – 2014. – 296 с.
28. Открытые горные работы (справочник) / сост. К.Н. Трубецкой [и др.] // М., Горное бюро. – 1994. – 590 с.
29. Типовые технологические схемы ведения горных работ на угольных разрезах. М., Недра. – 1982. – 405 с.
30. Томаков, П.И. Гидравлические обратные лопаты для разработки сложноструктурных месторождений Кузбасса. – М., Недра. – 1984. – 50 с.



References

1. Kuznetsov, V.I. Upravlenie gornymi rabotami na razrezakh Kuzbassa / Kemerovo: Kuzbassvuzizdat. – 1997. – 164 s.
2. Kuznetsov, V.I. Novye resheniya tekhnologii vedeniya gornyykh rabot na razrezakh Kuzbassa / Kemerovskoe kn.izd-vo, 1994. – 150 s.
3. Kolesnikov, V.F. Razvitie i obosnovanie sposobov i skhem vskrytiya rabochikh gorizontov ugol'nykh kar'erov: diss. ... dokt. tekhn. nauk: 05.15.05. Kemerovo, 1999. – 325 s.
4. Kolesnikov, V.F. Razrabotka uglenasyshchennykh zon kar'ernykh poley vyemochno-transportnym kompleksom / V.F. Kolesnikov [i dr.] // Kemerovo, Kuzbassvuzizdat. – 2010. – 247s.
5. Belyakov, Yu.I. Sovershenstvovanie tekhnologii vyemochno-pogruzochnykh rabot na kar'erakh / M: Nedra, 1977. – 205 s.
6. Belyakov, Yu.I. Vyemochno-pogruzochnye raboty na kar'erakh / M., Nedra. – 1987. – 268 s.
7. Tipovye tekhnologicheskie skhemy vedeniya gornyykh rabot na ugol'nykh razrezakh / NII OGR. – Chelyabinsk, 1991. – 350 s.
8. Al'bom optimal'nykh inzhenernykh resheniy pri proizvodstve gorno-vskryshnykh rabot v netipovykh usloviyakh na stroitel'stve i rekonstruktsii razrezov / KuzNIIshakhtostroy. Kemerovo, 1989. – 168 s.
9. Shteyntsayg R.M. Metodika opredeleniya parametrov i pokazateley primeneniya kar'ernykh gidravlicheskiykh ekskavatorov / M., Nedra, 1980. – 47 s.
10. Kuleshov, A.A. Moshchnye ekskavatorno-avtomobil'nye komplekсы kar'erov / M., Nedra. – 1980. – 317 s.
11. Khazhiev, V.A. Obosnovanie ratsional'noy proizvoditel'nosti ekskavatorov-mekhlopat v razlichnykh usloviyakh ekspluatatsii ugledobyvayushchikh predpriyatiy / avtoref. ... kand. tekhn. nauk. Ekaterinburg, 2010. – 21 s.
12. Kuznetsov, V.I. Issledovanie effektivnosti vyemki skal'nykh i poluskal'nykh porod iz massiva ekskavatorami-mekhlopatami / diss. ... kand. tekhn. nauk. Kemerovo, 1993. – 153 s.
13. Strel'nikov A.V., Tyulenev M.A. Primenenie obratnykh gidravlicheskiykh lopat pri razrabotke slozhnostrukturnykh mestorozhdeniy Kuzbassa / Gornoe oborudovanie i elektromekhanika. – 2011. – №1. – S. 30-34.
14. Repin, N.Ya. Vyemochno-pogruzochnye raboty / uch. posobie dlya VUZov. M., Gornaya kniga. – 2010. – 267 s.
15. Kovalenko, V.S. Tekhnologicheskie skhemy provedeniya kapital'nykh i razreznykh transhey / M., Gornoe delo. – 2011. – 408 s.
16. Kurekhin, E.V. K otsenke vmestimosti kovsha ekskavatora-mekhlopaty (PH) pri razrabotke porod v bezugol'noy zone / Materialy konferentsii Sibresurs 2010. – Kemerovo. – 2010. – S. 67-70.
17. Suprun, V.I. Perspektivnaya tekhnika i tekhnologii dlya proizvodstva otkrytykh gornyykh rabot / M., Gornoe delo. – 2017. – 208 s.
18. Khaspekov, P.R. Povysenie effektivnosti vyemochno-pogruzochnykh rabot s ispol'zovaniem gidravlicheskiykh ekskavatorov novogo pokoleniya / avtoref. ... kand. tekhn. nauk. – Moskva. – 2000. – 18 s.
19. Shteyntsayg V.M. Intensifikatsiya otkrytykh gornyykh rabot s primeneniem moshchnykh kar'ernykh odnokovshovykh ekskavatorov. M., Nauka. – 1988. – 143 s.
20. Mel'nikov, N.N. Tekhnologiya primeneniya i parametry kar'ernykh gidravlicheskiykh ekskavatorov. Apatity, Kol'skiy nauchnyy tsentr RAN. – 1992. – 210 s.
21. Bolvinov, A.A. Razrabotka resursoberegayushchey tekhnologii i podgotovki i ekskavatsii gornyykh porod v zone glubokikh gorizontov ugol'nykh kar'erov / avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk, Moskva. – 2005. – 16 s.
22. Kolesnikov, V.F. Tekhnologiya vedeniya vyemochnykh rabot s primeneniem gidravlicheskiykh ekskavatorov / V.F. Kolesnikov, A.I. Koryakin, A.V. Strel'nikov // Kemerovo: Kuzbassvuzizdat. – 2009. – 143 s.
23. Kolesnikov, V.F. Transportnaya tekhnologiya vedeniya vskryshnykh i dobychnykh rabot na razrezakh Kuzbassa / V.F. Kolesnikov [i dr.] // Kemerovo. – KuzGTU. – 2009. – 94 s.
24. Strel'nikov, A.V. Obosnovanie struktur sloevykh tekhnologicheskiykh skhem razrabotki uglenasyshchennykh zon razrezov Kuzbassa obratnymi gidravlicheskiymi lopatami / diss. ... kand. tekhn. nauk. – Kemerovo, 2012. – 152 s.
25. Repin, N.Ya. Vyemochno-pogruzochnye raboty. M., Gornaya kniga. – 2010. – 267 s.
26. Litvin, O.I. Obosnovanie ratsional'nykh tekhnologicheskiykh parametrov proizvodstva vskryshnykh rabot obratnymi gidravlicheskiymi lopatami na razrezakh Kuzbassa / diss. ... kand. tekhn. nauk. Kemerovo. – 2012. – 119 s.
27. Pobegaylo, P.A. Moshchnye odnokovshovye gidravlicheskie ekskavatory. M., Gornaya kniga. – 2014. – 296 s.



28. Otkrytye gornye raboty (spravochnik) / sost. K.N. Trubetskoy [i dr.] □/ М., Gornoe byuro. – 1994. – 590 s.
29. Tipovye tekhnologicheskie skhemy vedeniya gornykh работ na ugol'nykh razrezakh. М., Nedra. – 1982. – 405 s.
30. Tomakov, P.I. Gidravlicheskie obratnye lopaty dlya razrabotki slozhnostrukturnykh mestorozhdeniy Kuzbassa. – М., Nedra. – 1984. – 50 s.

Авторы

Authors

Кацубин Александр Викторович

Директор разрезоуправления АО «СУЭК-Кузбасс»

e-mail: KatsubinAV@suek.ru

АО «СУЭК-Кузбасс»

Российская Федерация, Кемеровская область, 652507, г. Ленинск-Кузнецкий, ул. Васильева, 1

Федотов Андрей Александрович,

старший инженер-технолог ООО «Разрез Пермьяковский»

e-mail: fedotovaa_perm@mail.ru

ООО «Разрез Пермьяковский»
652644, Кемеровская обл., г. Белово, пгт. Инской, мкр. Технологический, 18/1

Alexander V. Katsubin,

Director of the Surface mining office of JSC "SUEK-Kuzbass"

e-mail: KatsubinAV@suek.ru

JSC "SUEK-Kuzbass"

Russian Federation, Kemerovo region, Leninsk-Kuznetsky, 1 Vasil'eva st., 652507

Andrew A. Fedotov,

Senior Engineer of LLC "Permyakovsky open pit"

e-mail: fedotovaa_perm@mail.ru

LLC "Razrez Permyakovsky"

18/1, Tekhnologicheskii micro-district, Inskoi urban settlement, Belovo, Kemerovo Oblast, 652705

Библиографическое описание статьи

Кацубин А.В., Федотов А.А. Систематизация горно-геологических условий угленасыщенных и безугольных зон разрезов Кузбасса // Техника и технология горного дела. – 2019. – № 3 (6). – С. 60-75.

Cite this article

Katsubin A.V., Fedotov A.A. Systematization of the mining and geological conditions of the coal-bearing and coal-free zones of the Kuzbass open pits, *Journal of mining and geotechnical engineering*, 3(6):60.