



УДК 622.223.013 (571.17)

ОБЗОР ВЕДЕНИЯ ВЫЕМОЧНО-ПОГРУЗОЧНЫХ РАБОТ ПРИ ОТРАБОТКЕ УГЛЕНАСЫЩЕННЫХ ЗОН РАЗРЕЗОВ КУЗБАССА

Колесников В.Ф.¹, Цехлар М.², Тюленева Е.А.^{1,3}

¹ Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, РФ

² Технический университет Кошице, Словакия

³ ООО «Прокопьевский горно-проектный институт», РФ

Аннотация.

На разрезах Кузбасса практически повсеместно существует достаточно четкое разделение всей разрабатываемой угленосной толщи на безугольную и угленасыщенную зоны. При ведении выемочно-погрузочных работ в этих зонах также наблюдается различие между применяемыми технологиями и в первую очередь экскавационным оборудованием, основными типами которого являются мехлопаты и гидролопаты. Обратные гидравлические лопаты используются уже достаточно время на разрезах Кузбасса, оставаясь при этом относительно новым типом выемочного оборудования. В частности, до настоящего времени не разработан альбом типовых технологических схем ведения горных работ обратными гидравлическими лопатами (для прямых гидролопат таковой документ также отсутствует). Поэтому можно сделать предварительный вывод о том, что технологические схемы для данного вида оборудования разрабатываются в основном в техотделах разрезов. В данной статье приведены сведения о ведении выемочно-погрузочных работ на различных разрезах Кузбасса, дана краткая характеристика применяемого оборудования и представлены технологические схемы отработки угленасыщенных зон.

Информация о статье

Принята 26 мая 2018 г.

Ключевые слова: открытые горные работы, угленасыщенная зона, обратные гидравлические лопаты, прямые мехлопаты, технологические схемы

OVERVIEW OF EXCAVATION AND LOADING OPERATIONS IN THE COAL-BEARING ZONES AT KUZBASS OPEN PIT MINES

Valery F. Kolesnikov¹, Michal Cehlár², Ekaterina A. Tyuleneva^{1,3}

¹ T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

² Technical University of Kosice

³ Prokopyevsk Mining and Design Institute LLC

Abstract.

On open pit mines of Kuzbass there is a fairly clear separation of the whole developed coal-and-rock strata into a coalless and coal-bearing zone. When conducting excavating and loading operations in these zones, there is also a difference between the technologies used and primarily excavation equipment, the main types of which are electric and hydraulic shovels. Backhoes have been used for quite a while on the open pits of Kuzbass, while remaining a relatively new type of excavating equipment. In particular, up to now there has not been developed an album of standard (typical) technological schemes for mining operations by backhoes (for hydraulic shovels, this document is also absent). In this way, we can draw a preliminary conclusion that technological schemes for this type of equipment are developed mainly in the engineering departments of mining enterprises. This article provides information on the handling of loading and unloading operations on various open pits of Kuzbass, gives a brief description of the equipment used and presents technological schemes for working out the coal-bearing zones.

Article info

Received May 28, 2018

Keywords: open pit mining, coal-bearing zone, backhoes, electric shovels, technological schemes.



Введение. В настоящее время на угольных разрезах Кузбасса, характеризующихся сложноструктурными свитовыми месторождениями, преимущественно применяются два вида выемочно-погрузочных машин: механические и обратные гидравлические лопаты [1, 2]. Причем на разрезы поступают оба вида оборудования: механические лопаты приобретаются, как правило, мощные – с вместимостью ковша до 54 м³, обратные гидролопаты – малых и средних моделей с вместимостью ковша 2,8-14 м³.

С другой стороны, зоны использования оборудования в карьерном поле на сложноструктурных месторождениях принято разделять на безугольную (вне свиты пластов) и угленасыщенную (собственно свиту пластов, включающую пласты и междупластья).

Применение и того и другого вида оборудования как в проектной, так и в производственной практике наблюдается в обеих зонах.

В то же время известно, что каждая из этих зон обладает различными условиями для эффективной работы выемочно-погрузочных машин. Безугольная зона не осложнена пластами, поэтому при работе в ней для экскаватора обеспечиваются благоприятные условия: постоянная высота уступа, необходимая для полноценного наполнения ковша за одно прочерпывание, постоянные ширина панели и протяженность фронта работ. В этих условиях обеспечивается максимальная производительность экскаватора.

Отработка угленасыщенной зоны осложнена необходимостью выемки угольных пластов с требованием минимального уровня потерь угля. В этой зоне необходимо производить также выемку пустой породы по междупластьям, мощность которых изменяется в широких пределах – от нескольких метров до 100-140 м.

Таким образом, в этой зоне применение экскаваторов требует для их эффективного применения ряда специальных технологических особенностей.

Эти различия в условиях разработки зон ставят вопрос о рациональном применении в них видов экскаваторов, частично рассмотренный в работах отечественных [3-9] и зарубежных [13-15] ученых. Дискуссия по этому вопросу [10] сводится к дилемме: канат или гидравлика?

Рассмотрены достоинства и недостатки прямых механических лопат и обратных гидравлических лопат, как с точки зрения производительности, условий эксплуатации, ремонтнопригодности, долговечности, экономики, так и с точки зрения технологических особенностей отработки забоев.

Отмечается, что механические лопаты более производительны, чем обратные гидравлические лопаты с одинаковой вместимостью ковша, более ремонтнопригодны, а также долговечнее. В эксплуатации они дешевле (более низкие эксплуатационные затраты).

Недостатки: тяжелые и недостаточно маневренные; более высокий уровень потерь угля; необходимость переключения кабеля; чувствительность к изменению высоты уступа, что сказывается на продолжительности рабочего цикла.

Обратные гидравлические лопаты имеют достоинства: более легкие (в сравнении с мехлопатами при одной вместимости ковша), автономны, маневренны; избирательная возможность отработки забоев, позволяющая производить раздельную выемку отдельных элементов забоя [11, 12]. Недостатки: слабая ремонтнопригодность, недолговечность. Существенно выше эксплуатационные расходы.

Известно, что кинематика рабочего оборудования обратной гидролопаты (в дальнейшем – ЭГО) кардинально отличается от основного вида выемочно-погрузочного оборудования – прямой мехлопаты (ЭКГ). Изначально ЭГО проектировались для работы нижним черпанием и нижней погрузкой; однако, в условиях Кузбасса они успешно адаптировались в том числе и для верхнего черпания и верхней погрузки. В частности, такая тематика была отмечена в диссертационных работах [1, 2].

В работе [1] установлены признаки, количественно влияющие на производительность ЭГО, а именно выполнен анализ изменения производительности при различном взаимном положении ЭГО и автосамосвала. Также в работе научно обосновано и доказано, что максимальная производительность ЭГО достигается при нижнем черпании с нижней погрузкой; иные варианты взаимного расположения ЭГО и автосамосвала ведут к снижению производительности до 40% по сравнению с первым вариантом.



В работе [2] рекомендуется слоевая разработка угленасыщенных участков (зон). В этом случае исключаются сверхнормативные потери угля, т.к. подход горных работ к каждому из пластов осуществляется всегда со стороны висячего бока (кровли пласта).

Необходимо также сказать несколько слов о недостатках мехлопат при работе в угленасыщенной зоне. При работе мехлопат весьма проблематично обеспечить эффективность выемки угля, поскольку они просто не предназначены для работы в сложных горно-геологических условиях именно вследствие своих конструктивных особенностей. В частности, это слабая маневренность и соответственно фиксированная ширина заходки – ось хода экскаватора является прямой линией из-за значительных потерь времени на маневрирование. При изменении параметров залегания пласта мехлопаты также теряют эксплуатационную производительность вследствие необходимости обеспечения селективной выемки угля, что особенно заметно при выемке маломощных пластов, причем, по фактическим данным, чем меньше угол падения пласта, тем сильнее снижается производительность.

Кроме того, следует добавить, что мехлопаты со стандартным (т.е. не удлиненным) рабочим оборудованием имеют ограниченный выбор места установки транспортного средства на погрузку, а именно вести погрузку только на уровне стояния экскаватора. При верхней погрузке, во-первых, снижается эксплуатационная производительность вследствие почти полуторакратного увеличения времени цикла, а во-вторых, возникает необходимость вести работу слоями высотой всего 2-4 м, что даже может не обеспечить наполняемость ковша после одного цикла черпания.

При работе обратных гидролопат имеется возможность установки автосамосвала ниже уровня стояния экскаватора, что в сочетании с нижним черпанием позволяет получить минимальный угол поворота экскаватора на разгрузку и соответственно обеспечить максимальную эксплуатационную производительность.

Также имеет смысл сказать об особенностях организации работы выемочно-погрузочного оборудования. Опыт показал, что при работе мехлопат в угленасыщенной зоне 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 вскрыши) и снижается его производительность (на 18-20%). Почти на всех месторождениях бассейна свита пластов отрабатывается забоями с меньшими параметрами (по сравнению с рациональными по техническим возможностям мехлопаты), что снижает эффективность использования последних [16].

Наряду со сложными условиями работы машин в забое имеют место некоторые особенности вскрытия и подготовки новых горизонтов. Так, вскрытие горизонтов производится в течение всего периода эксплуатации разрезов, причем способы вскрытия отдельных горизонтов или группы их могут быть различными (траншеи внешнего и внутреннего заложения, скользящие съезды). Подготовка рабочих горизонтов, как правило, ведется одновременно по нескольким наиболее мощным пластам свиты [17].

Кроме вышперечисленного, в работе [2] установлено, что для построения схем работы экскаватора использование траекторий движения ковша ЭГО, представленных фирмами-производителями, приводит к некорректным построениям технологических схем. Анализ таких схем траекторий показывает, что заявленную максимальную глубину черпания достичь практически нереально вследствие того, что разработчиками не учитывались физико-технические и физико-механические свойства отрабатываемого породного уступа и экскаватор устанавливался едва ли не на верхней бровке уступа. С учетом необходимости оставления бермы безопасности значения высот уступа, полученные по кинематическим схемам, получались весьма завышенными.

Проблематика выемки наклонных и крутых угольных пластов имеет особенности, связанные с тем, что, как правило, ширина выемочной панели и высота добычного уступа привязаны как к параметрам собственно угольного пласта, так и к параметрам системы разработки: ширина панели равна горизонтальной мощности пласта, высота добычного уступа равна высоте вскрышного. Иными словами, выемка угля в таких условиях влечет за собой меньше технических и организационных мероприятий, чем при выемке, например, пологого пласта.



Результаты обзора.

Несмотря на указанные выше недостатки гидравлических экскаваторов, в проектной практике при выборе оборудования и составлении технологических схем отработки угленасыщенной зоны, как правило, используются именно обратные гидролопаты как наиболее соответствующие горно-геологическим условиям. Ниже приведены данные по некоторым разрезам Кузбасса в части используемого выемочно-погрузочного и транспортного оборудования, а также представлены технологические схемы отработки вскрыши и угля.

Разрез «Черниговский»

Участки «Черниговский», «Новоколбинский» расположены в северо-западной и северо-восточной частях Кедровско-Крохалевского каменноугольного месторождения. Участок «Шурапский» – в южной части месторождения. Участок «Крохалевский II» – в северо-восточной части Кемеровского геолого-экономического района, на северной половине восточного крыла Кедровско-Крохалевской брахисинклинали.

Отложения кемеровской свиты в пределах участков «Черниговский», «Новоколбинский» и «Крохалевский II» вмещают 7 угольных пластов. Открытым способом отрабатываются четыре верхних пласта Кемеровский, Волковский, Подволковский I, Подволковский II.

Добычные работы осуществляются гидравлическими экскаваторами Hyundai R-360-3, Komatsu PC-750, Komatsu PC-1250, Hitachi EX-1200 и Liebherr R984C Litronic, а также драглайнами ЭШ 10.70 (в глубинной части карьера). Технические характеристики экскаваторов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Технические характеристики экскаваторов

Показатели	Hyundai R-360-3	Komatsu PC-750	Komatsu PC-1250
Вместимость ковша, м ³	2,0	3,0	4,5
Наибольшая высота копания, м	10,4	12,0	13,5
Наибольшая глубина копания, м	7,5	9,6	10,4
Наибольший радиус копания, м	11,2	14,6	16,3
Наибольшая высота выгрузки, м	7,3	8,3	9,0
Показатели	Hitachi EX 1200	Liebherr R984C	ЭШ 10.70
Вместимость ковша, м ³	5,2	7,0	10,0
Наибольшая высота копания, м	12,4	13,9	27,5
Наибольшая глубина копания, м	8,1	8,1	35
Наибольший радиус копания, м	13,7	14,0	66,5
Наибольшая высота выгрузки, м	8,1	9,1	27,5

Транспортирование угля осуществляется автосамосвалами БелАЗ-7555D и БелАЗ-75138. Технологические схемы подготовки к выемке и отработки угольных пластов при наклонном и крутом залегании представлены на рисунках 1 и 2.

Разрез Пермьяковский

Участок «Пермьяковский-2» Караканского месторождения расположен в северо-восточной части Ерунаковского района, на границе с Ленинским и Центральным районами Кузбасса.

В лицензионных границах участка «Пермьяковский-2» отрабатываются пласты К9, К9а, К9б, К8, К7, К7а. Добычные работы осуществляются гидравлическими экскаваторами типа «обратная лопата» Volvo-EC460B, Hitachi 450, Hyundai-R450LC-7, Komatsu PC-1250, DOOSAN-Solar500LC-V. Транспортирование угля осуществляется автосамосвалами БелАЗ-7555D, -7547, Scania P8X400, Doosan Моху МТ40, КамАЗ-65115, -55111.

На рис. 3 представлена схема отработки угольного пласта обратной гидравлической лопатой с погрузкой в автосамосвалы.

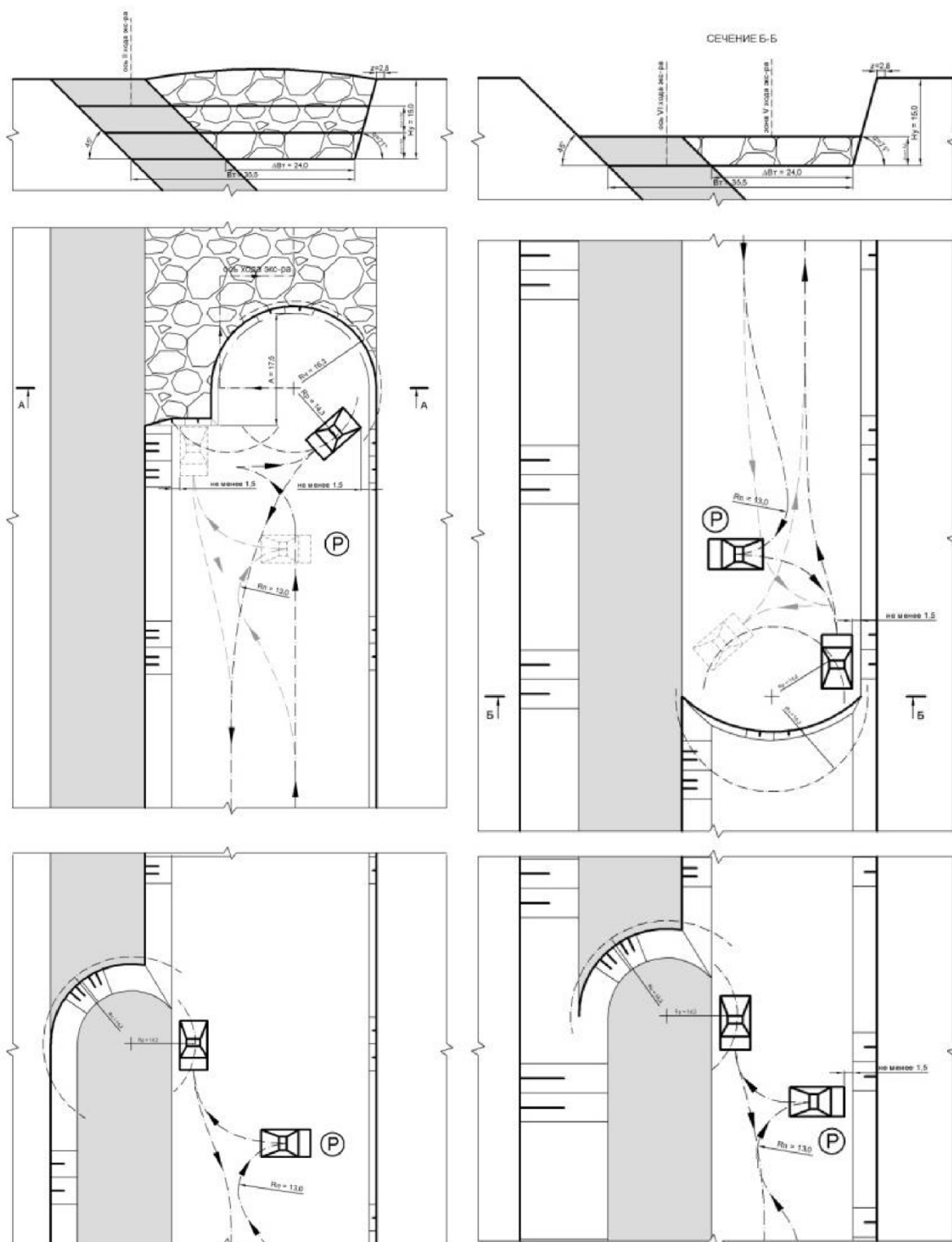


Рис. 1. Технологическая схема подготовки к выемке и обработки угольного пласта обратной гидравлической лопатой при крутом залегании: слева – обработка верхнего слоя развала взорванной горной массы и верхнего слоя угольного пласта; справа – то же, нижнего слоя.

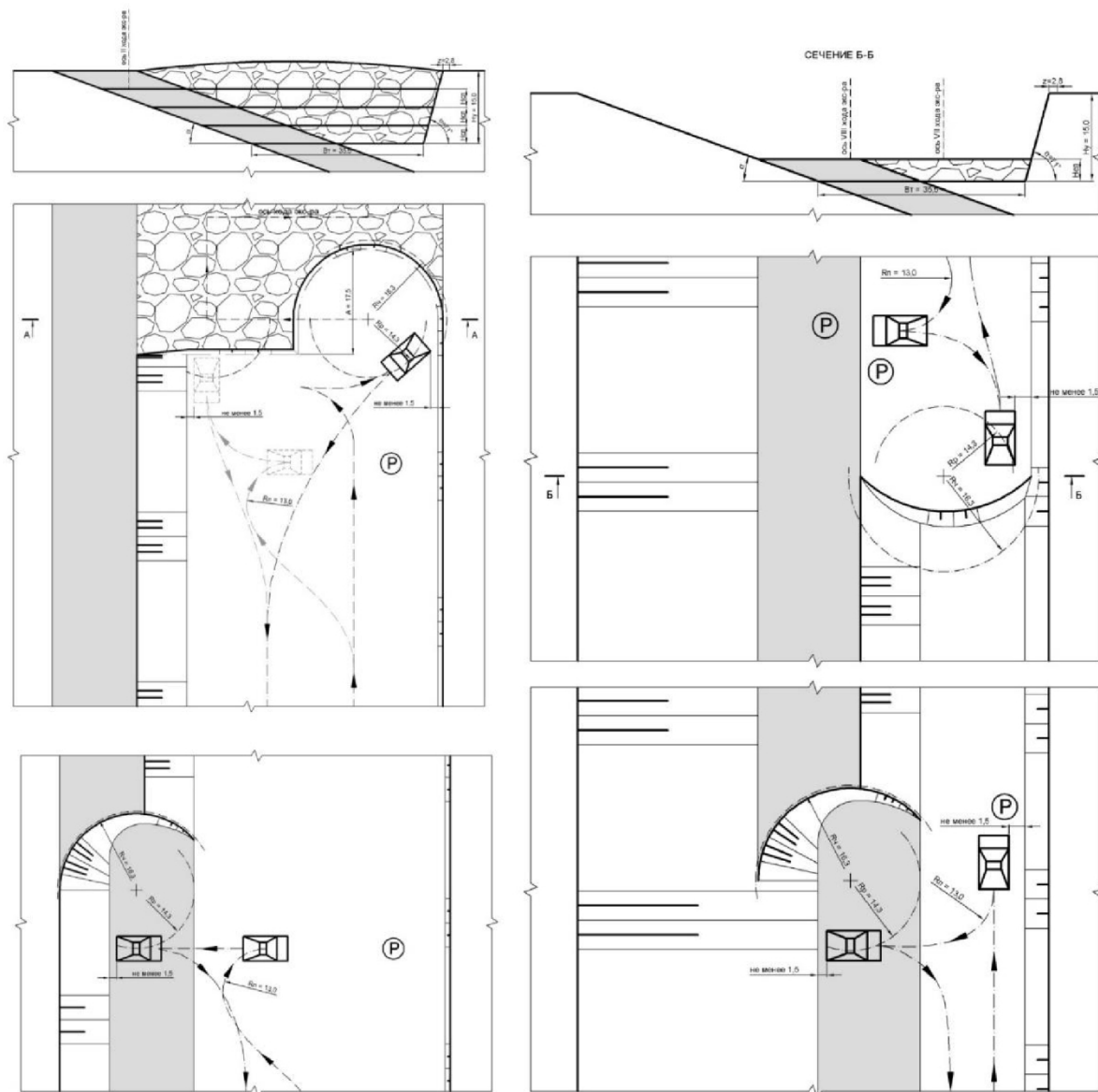


Рис. 2. Технологическая схема подготовки к выемке и отработки угольного пласта обратной гидравлической лопатой при наклонном залегании: слева – отработка верхнего слоя развала взорванной горной массы и верхнего слоя угольного пласта; справа – то же, нижнего слоя.

Работа по данным схемам (рис. 1, рис. 2) производится следующим образом.

Для обеспечения полного прочерпывания угольного пласта работа по схеме ведется слоями, причем при отработке крутого пласта число слоев равно трём, а наклонного – четырёх. Первым ходом экскаватор обрабатывает верхний слой взорванной горной массы с погрузкой в автосамосвалы на уровне стояния; длина выемочного блока может принимать различные значения в зависимости от различных факторов, основным из которых является необходимость обеспечения плановой добычи угля (сменной, суточной и т.д.). Вторым ходом экскаватор вынимает верхний слой угля, погрузка ведется также на уровне стояния.

Отработка остальных слоев ведется по той же схеме, за исключением того, что вскрышные работы ведутся нижним черпанием экскаватора.

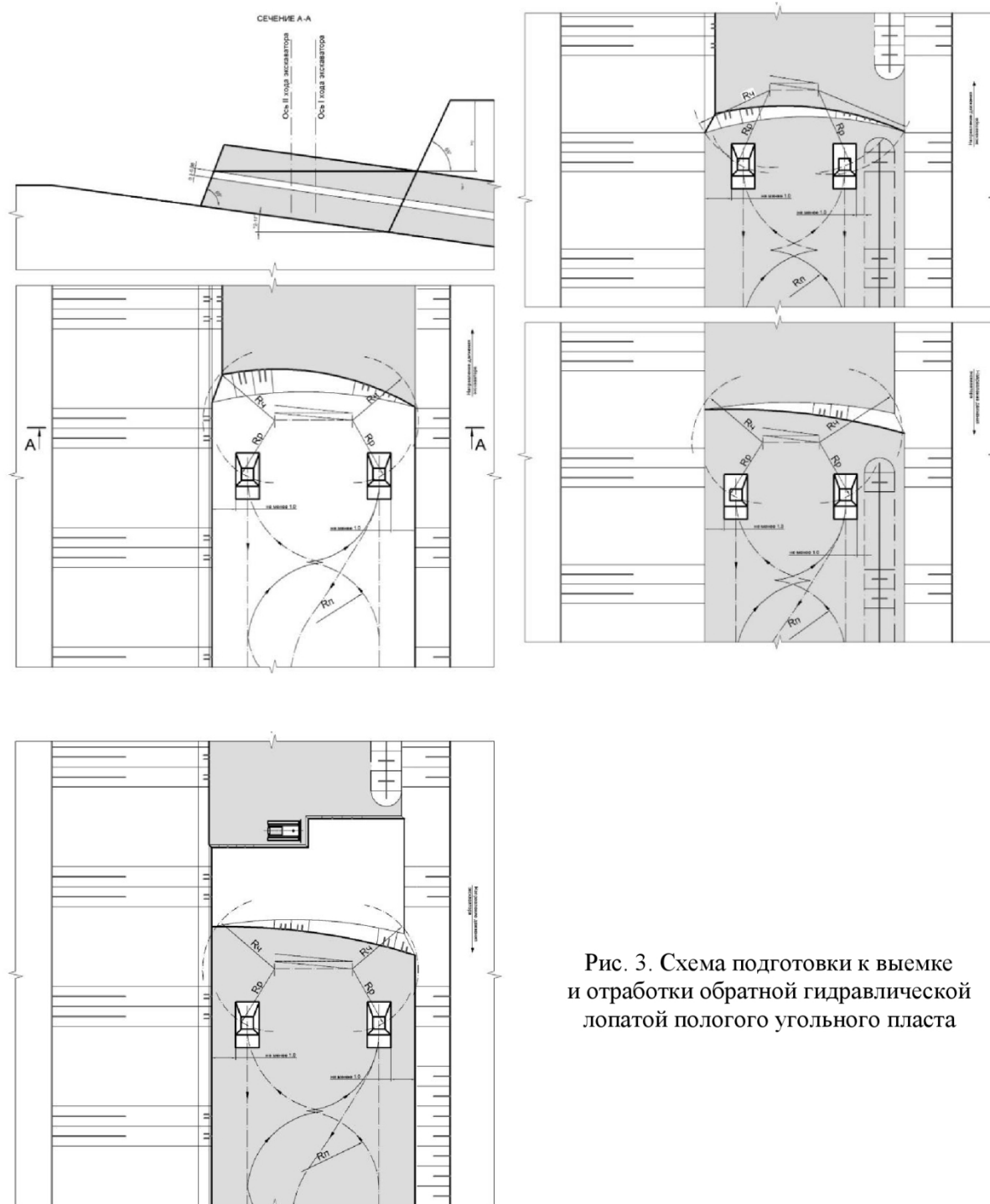


Рис. 3. Схема подготовки к выемке и отработки обратной гидравлической лопатой пологого угольного пласта

При ведении работ по схеме, представленной на рис. 3, экскаватор делает четыре хода, поскольку обрабатываемый пласт имеет сложное строение и необходима его селективная выемка в четыре слоя. Первый слой вынимается верхним черпанием (прямым ходом), остальные – обратным ходом с нижним черпанием экскаватора. Породный прослой обрабатывается бульдозером со складированием породы в вал вдоль нижней бровки откоса вышележащего уступа и последующей ее отгрузкой. Погрузка угля при выемке третьего слоя – нижняя, при выемке остальных слоев – на уровне стояния экскаватора.



Разрез Прокопьевский

Поле разреза «Прокопьевский» расположено в пределах Киселевско-Прокопьевского каменноугольного месторождения.

Продуктивные отложения в границах разреза включают до 20 пластов угля. Мощность угольных пластов различна и колеблется от 0,44 до 25,0 м. Наиболее мощными пластами угля в границах разреза являются пласты: Горелый, Мощный, Прокопьевский I из кемеровской свиты, а также пласты Двойной и Безымянный I из промежуточной свиты. Уголь отрабатывается обратными гидравлическими лопатами как нижним, так и верхним черпанием. Добычные работы ведутся экскаваторами Hyundai R-300, Liebherr R984, Komatsu PC1250. Транспортирование угля производится автосамосвалом Scania P380 грузоподъемностью 30,0 т.

На рис. 4 представлена технологическая схема проходки разрезной траншеи и отработки угольного пласта, применяемая на разрезе Прокопьевский.

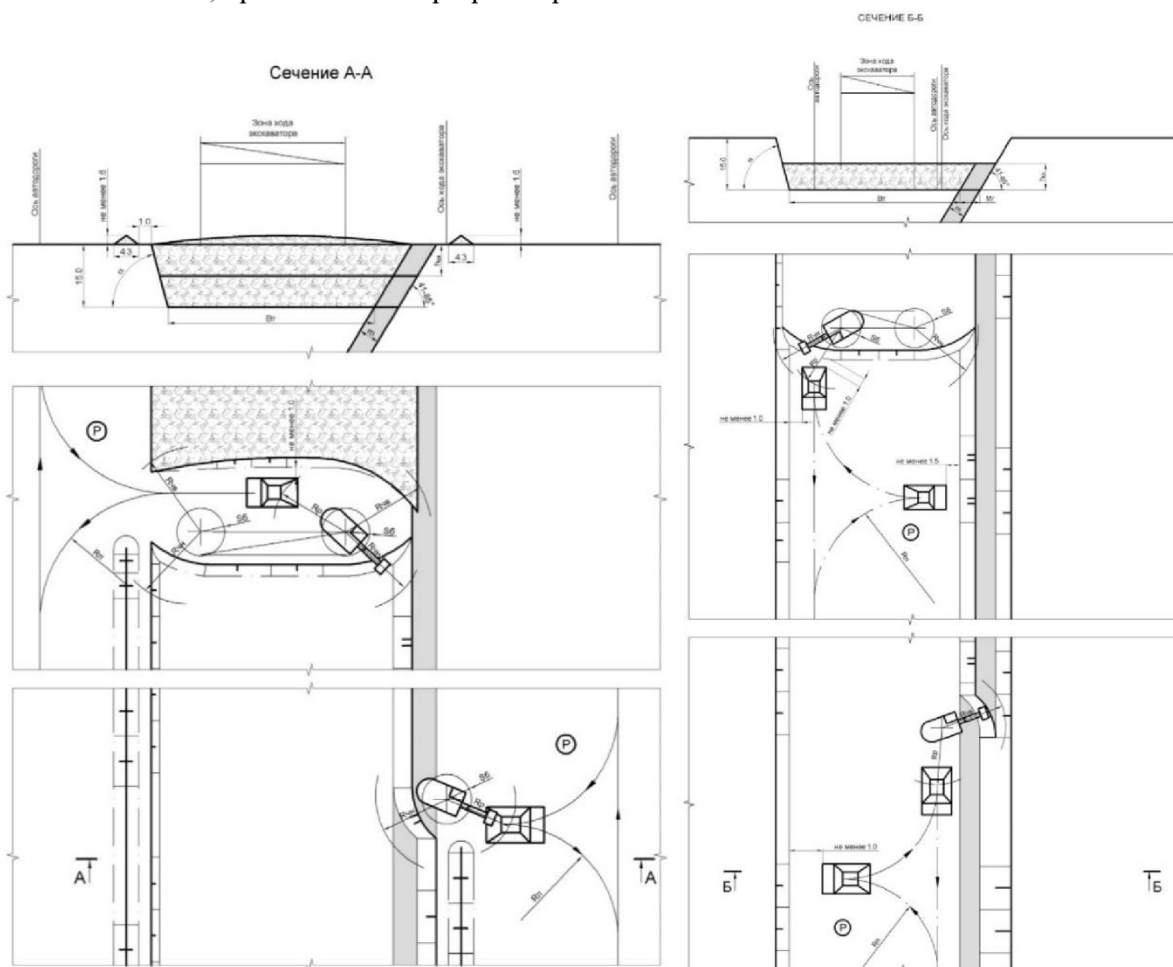


Рис. 4. Схема проходки разрезной траншеи и отработки угольного пласта обратной гидравлической лопатой

При работе по данной схеме экскаватор устанавливается на промежуточную отметку верхнего слоя развала и работает попеременно нижним и верхним черпанием с погрузкой на уровне стояния. Таким образом извлекается верхний слой развала (общее число слоев в связи с небольшой мощностью угольного пласта и его крутым залеганием равно двум), затем экскаватор устанавливается рядом с выходом почвы угольного пласта на площадку уступа и отрабатывает верхний слой угля нижним черпанием с погрузкой на уровне стояния. Второй, т.е. нижний, слой развала отрабатывается нижним черпанием с нижней погрузкой для обеспечения максимальной производительности выемочно-погрузочного комплекса, уголь вынимается верхним черпанием с погрузкой на уровне стояния.



Разрез Виноградовский

Участок открытых горных работ расположен в Ерунаковском геологическом районе Кузбасса. Угленосность участка «Виноградовский» связана с отложениями грамотеинской (P_{2gr}) и тайлуганской (P_{2tl}) свит, включающих 47 угольных пластов рабочей мощности. Коэффициент общей угленосности свит при мощности 1039 м составляет 15,9%, рабочей – 15,0%.

На рисунке 5 представлена схема обработки угольных пластов, применяемая на разрезе Виноградовском.

В качестве основного экскавационного оборудования применяются обратные гидравлические лопаты Komatsu PC-300, Komatsu PC-400, Komatsu PC-750, Komatsu PC-1250, Komatsu PC-1250 SP, емкостью ковшей 1,6 м³, 1,8 м³, 2,8 м³, 4,2 м³, 6,7 м³ соответственно.

Транспортирование угля осуществляется углевозами БелАЗ-7547, БелАЗ-7555D.

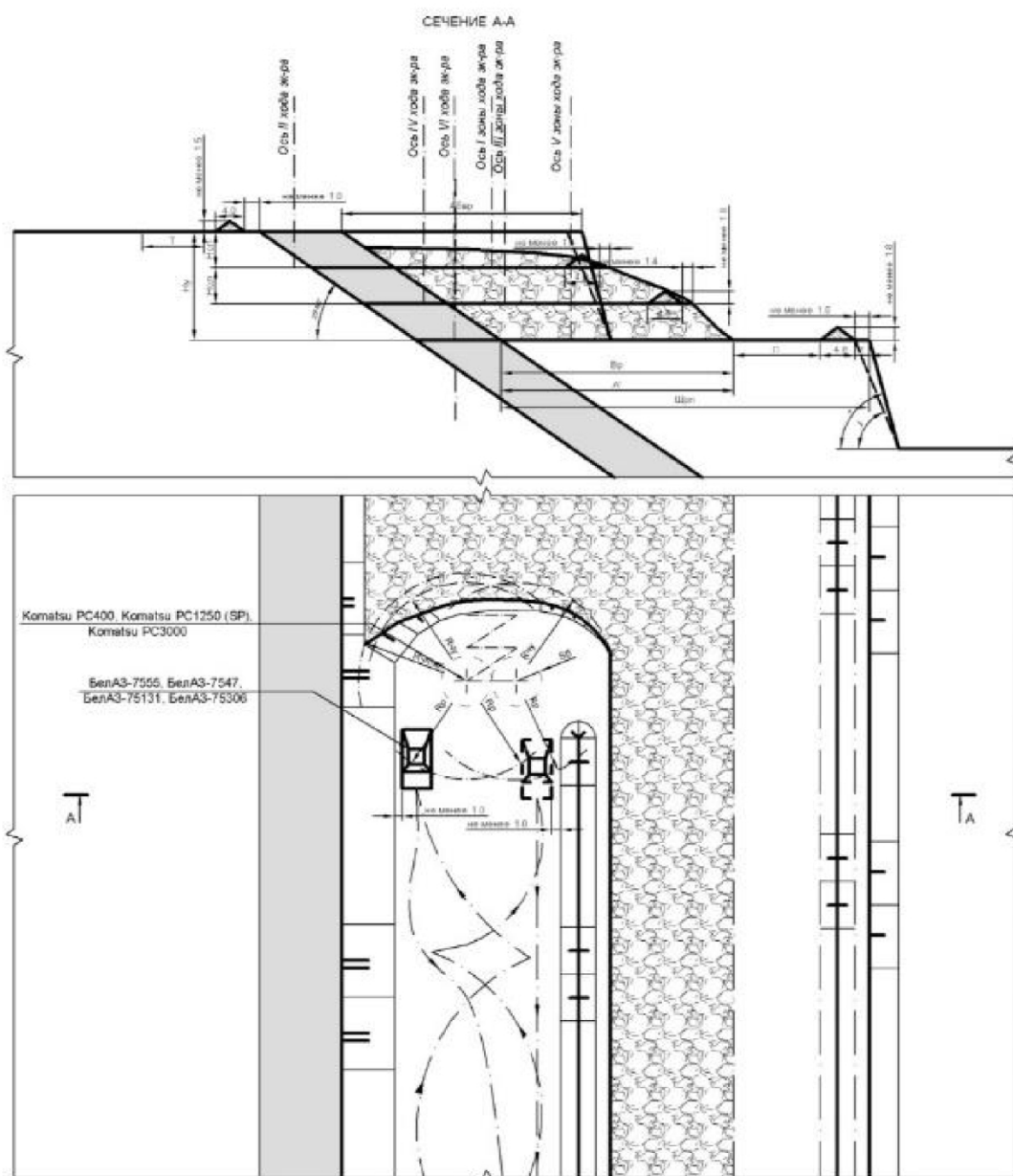


Рис. 5. Схема обработки развала и согласно залегающего угольного пласта

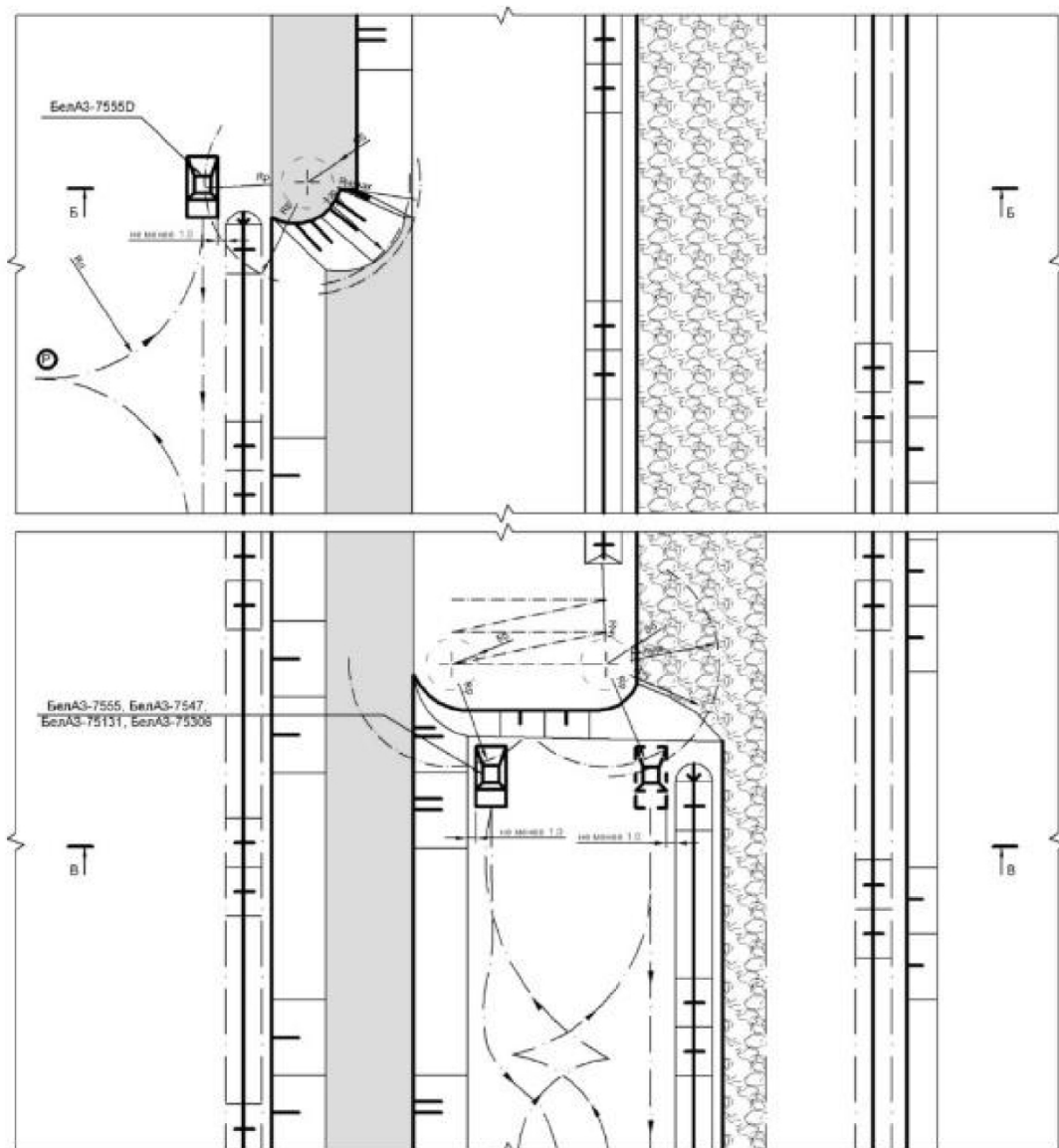


Рис. 5, продолжение. Схема отработки угольного пласта обратной гидравлической лопатой: выемка верхнего слоя угля и верхнего и среднего слоев развала

При работе по данной схеме экскаватор поочередно обрабатывает развал взорванной горной массы (поперечными заходками) и слой угля. Верхний слой развала извлекается верхним черпанием экскаватора и погрузкой на уровне его стояния; средний и нижний – нижним черпанием с нижней погрузкой. При отработке угля картина обратная – верхний слой вынимается нижним черпанием, средний и нижний – верхним черпанием. Погрузка во всех случаях – на уровне стояния. Особенностью данной схемы является то, что в качестве экскавационного оборудования для отработки верхнего слоя развала взорванной горной массы могут быть использованы как прямые, так и обратные гидролопаты вследствие небольшой высоты слоя (по факту высота верхнего слоя развала не превышает 2-3 м).

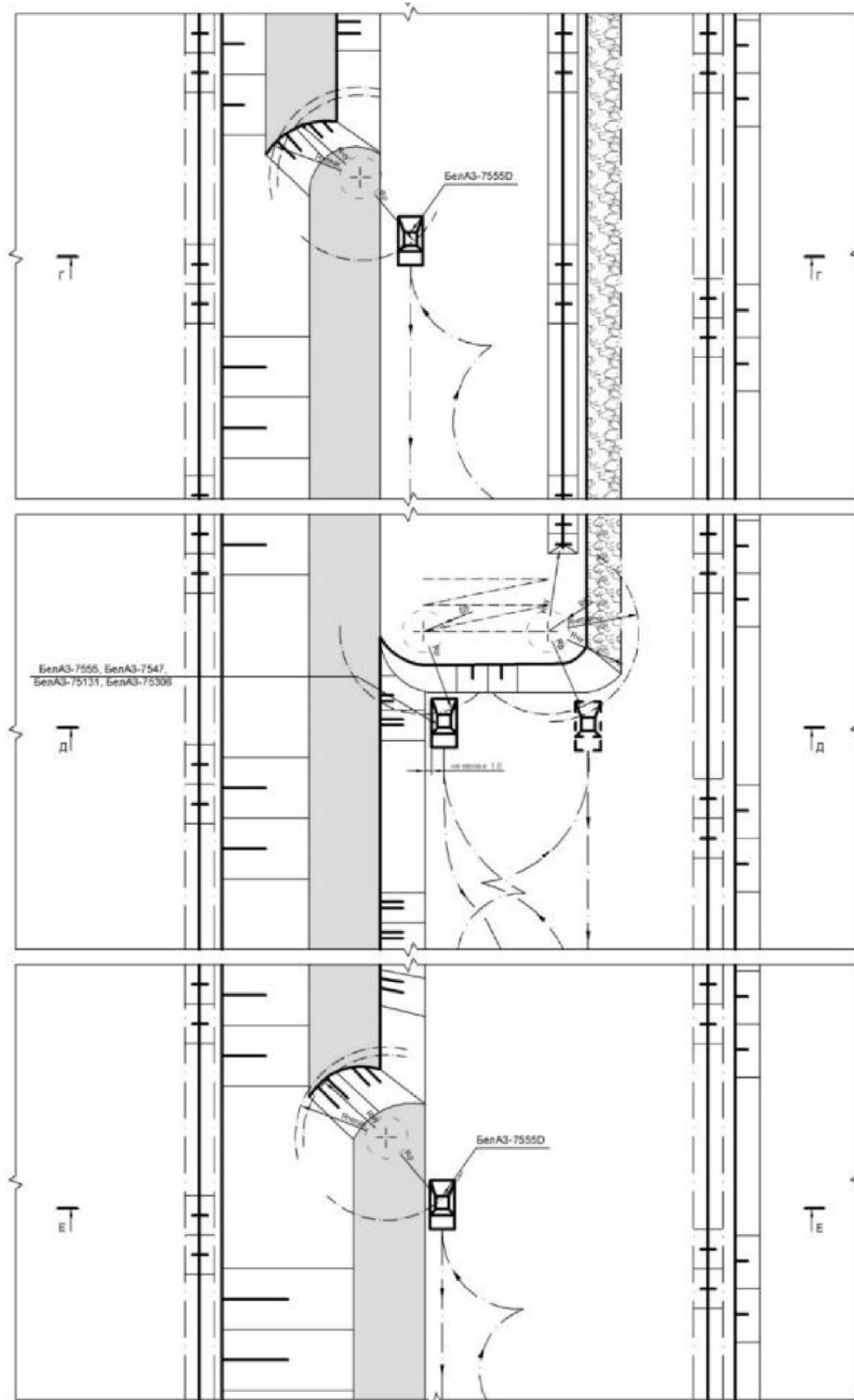


Рис. 5 (окончание). Схема обработки угольного пласта обратной гидравлической лопатой: выемка среднего и нижнего слоев угля и нижнего слоя развала

Разрез Акташский

Участки «Акташский», «Акташский 2» находятся в Прокопьевско-Киселевском геолого-экономическом районе Кузбасса на Киселевском месторождении каменного угля.



Вскрытые на участке «Акташском» продуктивные отложения балахонской серии вмещают до 35 угольных пластов. В качестве добычного оборудования в основном используются гидравлические экскаваторы обратного действия САТ-330, в отдельных случаях – мехлопаты ЭКГ-5А вместимостью ковша 1,6 м³ и 5 м³ соответственно. Транспортирование угля осуществляется автосамосвалами БелАЗ-7547.

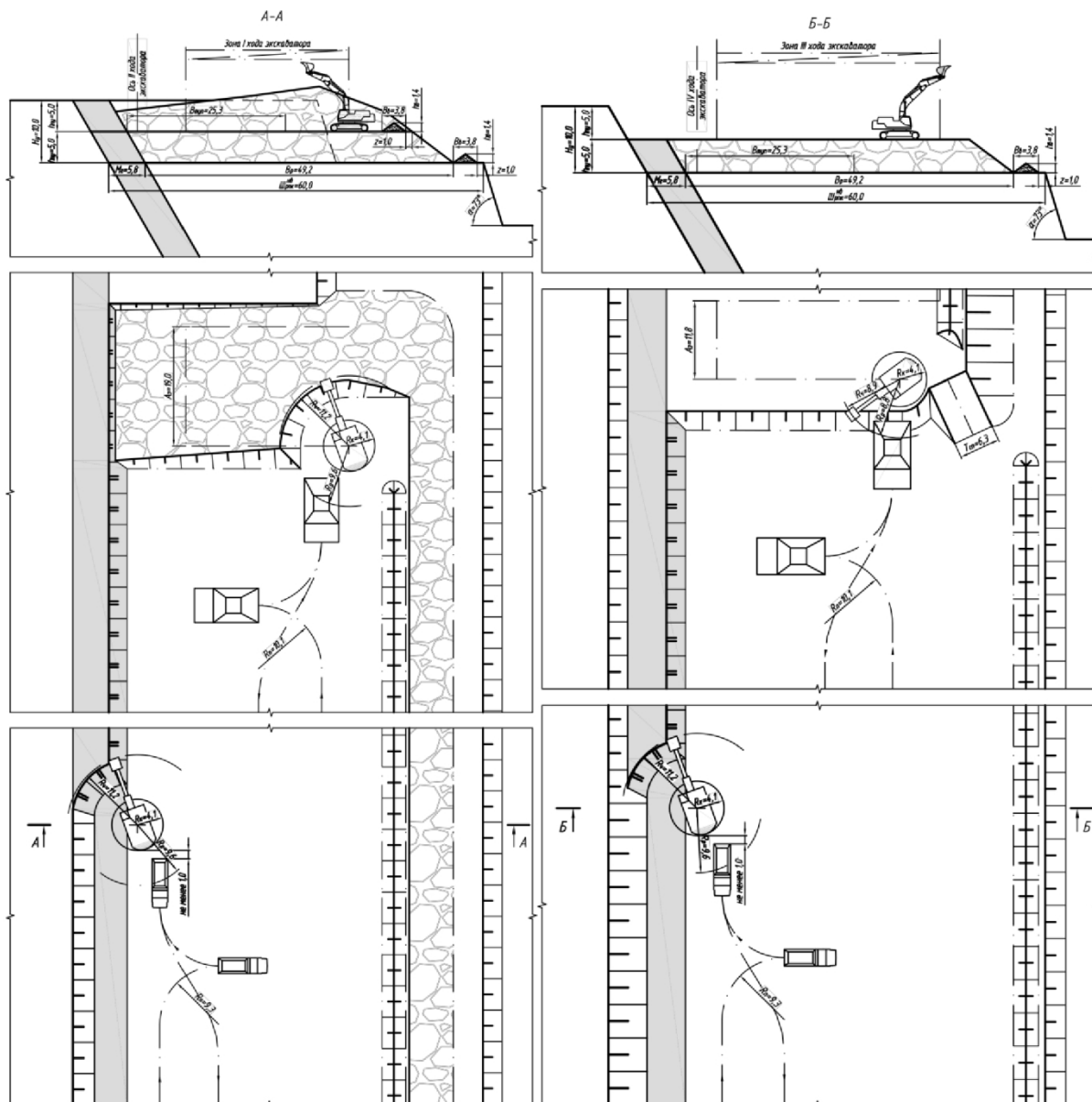


Рис. 6. Схема проходки разрезной траншеи и отработки угольного пласта обратной гидравлической лопатой с погрузкой в автосамосвал

Работа по схеме на рис. 6 практически аналогична предыдущей, отличие в том, что из-за высоты слоя, равной 5 м, могут использоваться только обратные гидролопаты. Для обеспечения нижнего черпания по нижнему слою формируется заезд для заезда экскаватора.

Изложенное выше позволяет сделать следующие выводы.

1. Многообразие горно-геологических условий и сложность строения угольных пластов, разрабатываемых открытым способом в Кузбассе, предопределяют повсеместное использование гидравлических экскаваторов для отработки угленасыщенных зон.



2. Вследствие того, что средняя мощность обрабатываемых угольных пластов на разрезах снижается, применение прямых механических лопат крайне ограничено из-за сравнительно большего уровня потерь угля по сравнению с работой гидролопат.

3. Отмечается тенденция применения автосамосвалов малой грузоподъемности, соответствующих по вместимости кузова экскаваторам с малой вместимостью ковша. В первую очередь это касается углевозов.

4. Отработка породугольных панелей ведется не на всю высоту уступа, а слоями мощностью 2,5-5 м в зависимости от рабочих параметров экскавационного оборудования.

5. Отработка наклонных и слабонаклонных пластов сопряжена с большими трудностями, нежели крутых, вследствие недостаточного радиуса черпания параметров применяемого оборудования.

6. Для обеспечения максимальной производительности оборудования в основном стремятся использовать работу экскаватора с нижним черпанием и нижней погрузкой в транспортные средства вследствие минимального времени рабочего цикла при работе в данных условиях.

Список источников

1. Литвин, О.И. Обоснование рациональных технологических параметров производства вскрышных работ обратными гидравлическими лопатами на разрезах Кузбасса: дис. ... канд. техн. наук. – Кемерово, 2012. – 119 с.

2. Стрельников, А.В. Обоснование структур слоевых технологических схем разработки угленасыщенных зон разрезов Кузбасса обратными гидравлическими лопатами: дис. ... канд. техн. наук. – Кемерово, 2012. – 152 с.

3. Холодняков, Г.А. Малоотходная открытая разработка полезных ископаемых с помощью гидравлических экскаваторов / Г.А. Холодняков, Е.В. Логинов, В.Д. Туан // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2017. – №1. – С. 357-363.

4. Анистратов, К.Ю. Мировые тенденции развития структуры парка карьерной техники / Горная промышленность. – 2011. – №6(100). – С. 22-26.

5. Самолазов, А.В. Основные тенденции развития экскаваторно-автомобильных комплексов / А.В. Самолазов, Н.И. Паладеева, А.А. Беликов // Горная Промышленность. – 2009. – №4. – С. 20-23.

6. Мерзляков, В.Г. Опыт применения карьерных гидравлических экскаваторов Komatsu Mining Germany на предприятиях России / В.Г. Мерзляков, Б.В. Слесарев, В.М. Штейнцайг // Горное оборудование и электромеханика. – 2013. – №5. – С. 15-20.

7. Подэрни, Р.Ю. Мировой рынок поставок современного выемочно-погрузочного оборудования для открытых горных работ / Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – №2. – С. 148-167.

8. Холодняков, Д.Г. Потери и засорение полезных ископаемых / Д.Г. Холодняков, А.С. Щипачев // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2014. – №3. – С. 189-192.

9. Сытенков, В.Н. Анализ областей применения канатных и гидравлических экскаваторов при открытой разработке месторождений / В.Н. Сытенков, А.Р. Ганин, Т.В. Донченко, Д.А. Шибанов // Рациональное освоение недр. – 2014. – №3. – С. 30-37.

10. Анистратов, К.Ю. Карьерные экскаваторы - гидравлика или канат? / Уголь. – 2010. – №6. – С. 31-35.

11. Слесарев, Б.В. Исследование условий и параметров экскавации мощных карьерных гидравлических экскаваторов / Б.В. Слесарев, П. Булес // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – № S1-2. – С. 42-51.

12. Шестаков, И.Г. Использование гидравлических экскаваторов типа «обратная лопата» в сложных горно-геологических условиях / И.Г. Шестаков, С.В. Косых // Вологдинские чтения. – 2012. – № 80. – С. 168-170.

13. Frimpong S, Hu Y, Awuah-Offei K (2005) Mechanics of Cable Shovel-Formation Interactions in Surface Mining Excavations, Journal of Terramechanics, Elsevier, UK, 15–33

14. Strelnikov A. et al. Theoretical Features of Rope Shovels and Hydraulic Backhoes Using at Open Pit Mines. E3S Web Conf., 41 (2018) 01003. DOI: 10.1051/e3sconf/20184101003

15. Strelnikov A. et al. The Analysis of Conditions of Hydraulic Backhoes Use in the Coal-Bearing Zones at Kuzbass Open Pits. E3S Web Conf., 41 (2018) 01027. DOI: 10.1051/e3sconf/20184101027



References

1. Litvin, O.I. Obosnovanie racional'nyh tekhnologicheskikh parametrov proizvodstva vskryshnyh rabot obratnymi gidravlicheskimy lopatami na razrezah Kuzbassa: dis. kand. tekhn. nauk. – Kemerovo, 2012. – 119 s.
2. Strel'nikov, A.V. Obosnovanie struktur sloevykh tekhnologicheskikh skhem razrabotki uglenasyschennykh zon razrezov Kuzbassa obratnymi gidravlicheskimy lopatami: dis. kand. tekhn. nauk. – Kemerovo, 2012. – 152 s.
3. Kholodnyakov, G.A. Maloobhodnaya otkrytaya razrabotka poleznykh iskopaemykh s pomoshch'yu gidravlicheskih ehkskavatorov / G.A. Kholodnyakov, E.V. Loginov, V.D. Tuan // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' (nauchno-tekhnicheskij zhurnal). – 2017. – №1. – S. 357-363.
4. Anistratov, K.YU. Mirovye tendencii razvitiya struktury parka kar'ernoj tekhniki / Gornaya promyshlennost'. – 2011. – №6(100). – S. 22-26.
5. Samolazov, A.V. Osnovnye tendencii razvitiya ehkskavatorno-avtomobil'nykh kompleksov / A.V. Samolazov, N.I. Paladeeva, A.A. Belikov // Gornaya Promyshlennost'. – 2009. – №4. – S. 20-23.
6. Merzlyakov, V.G. Opyt primeneniya kar'ernykh gidravlicheskih ehkskavatorov Komatsu Mining Germany na predpriyatiyah Rossii / V.G. Merzlyakov, B.V. Slesarev, V.M. SHtejncajg // Gornoe oborudovanie i ehlektromekhanika. – 2013. – №5. – S. 15-20.
7. Podehmi, R.YU. Mirovoj rynek postavok sovremennogo vyemochno-pogruzochnogo oborudovaniya dlya otkrytykh gornykh rabot / Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' (nauchno-tekhnicheskij zhurnal). – 2015. – №2. – S. 148-167.
8. Kholodnyakov, D.G. Poteri i zasorenie poleznykh iskopaemykh / D.G. Kholodnyakov, A.S. Shchipachev // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' (nauchno-tekhnicheskij zhurnal). – 2014. – №3. – S. 189-192.
9. Sytenkov, V.N. Analiz oblastej primeneniya kanatnykh i gidravlicheskih ehkskavatorov pri otkrytoj razrabotke mestorozhdenij / V.N. Sytenkov, A.R. Ganin, T.V. Donchenko, D.A. SHibanov // Racional'noe osvoenie nedr. – 2014. – №3. – S. 30-37.
10. Anistratov, K.YU. Kar'ernye ehkskavatory - gidravlika ili kanat? / Ugol'. – 2010. – №6. – S. 31-35.
11. Slesarev, B.V. Issledovanie uslovij i parametrov ehkskavacii moshchnykh kar'ernykh gidravlicheskih ehkskavatorov / B.V. Slesarev, P. Bules // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' (nauchno-tekhnicheskij zhurnal). – 2015. – № S1-2. – S. 42-51.
12. SHestakov, I.G. Ispol'zovanie gidravlicheskih ehkskavatorov tipa «obratnaya lopata» v slozhnykh gorno-geologicheskikh usloviyah / I.G. SHestakov, S.V. Kosykh // Vologdinskie chteniya. – 2012. – № 80. – S. 168-170.
13. Frimpong S, Hu Y, Awuah-Offei K (2005) Mechanics of Cable Shovel-Formation Interactions in Surface Mining Excavations, Journal of Terramechanics, Elsevier, UK, 15–33
16. Strel'nikov A. et al. Theoretical Features of Rope Shovels and Hydraulic Backhoes Using at Open Pit Mines. E3S Web Conf., 41 (2018), 01003. DOI: 10.1051/e3sconf/20184101003
17. Strel'nikov A. et al. The Analysis of Conditions of Hydraulic Backhoes Use in the Coal-Bearing Zones at Kuzbass Open Pits. E3S Web Conf., 41 (2018), 01027. DOI: 10.1051/e3sconf/20184101027

Авторы

Колесников Валерий Федорович¹ – доктор техн. наук, профессор

Цехлар Михал² – PhD, декан факультета BERG

Тюленева Екатерина Александровна^{1,3} – аспирант

¹ Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

² Технический университет Кошице

³ ООО «Прокопьевский горно-проектный институт»

Authors

Valery F. Kolesnikov¹, Dr. Sc. (Tech.), Professor

Michal Cehlár², PhD, Dean, Faculty of Mining, Ecology, Process Control and Geotechnologies
Ekaterina A. Tyuleneva^{1,3}, postgraduate student

¹ T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

² Technical University of Košice

³ Prokopyevsk Mining and Design Institute LLC

Библиографическое описание статьи

Колесников, В.Ф. Обзор ведения выемочно-погрузочных работ при отработке угленасыщенных зон разрезов Кузбасса / В.Ф. Колесников, М. Цехлар, Е.А. Тюленева // Техника и технология горного дела. – 2018. – № 2(2). – С. 36-49.

Cite this article

Kolesnikov V.F., Cehlár M., Tyuleneva E.A. (2018) Overview of excavation and loading operations in the coal-bearing zones at Kuzbass open pit mines, *Journal of mining and geotechnical engineering*, 2(2):36.