



УДК 622.271.3

ТИПОВЫЕ ПАСПОРТА ЗАБОЕВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ УГЛЕНАСЫЩЕННЫХ ЗОН КАРЬЕРНЫХ ПОЛЕЙ РАЗРЕЗОВ КУЗБАССА ОБРАТНЫМИ ГИДРАВЛИЧЕСКИМИ ЛОПАТАМИ. ЧАСТЬ 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Стрельников А.В.

АО «Стройсервис»

Аннотация.

С середины 90-х годов XX века на разрезах Кузбасса для разработки угленасыщенных зон карьерных полей активно внедряются обратные гидравлические лопаты. Их применение в угленасыщенных зонах, характеризующихся свитовым залеганием пластов числом от 2-3 до 12-14, различными углами залегания – от 4-5° до 90°, различной мощностью породных междупластий – от 3-4 м до 80-120 м, неизбежно поставило ряд научных и практических задач для адаптации экскаваторов к этим горно-геологическим условиям с целью эффективного использования рабочих параметров и обеспечения высокой производительности.

Необходимость адаптации этого типа экскаваторов к условиям угленасыщенных зон обусловлена наличием противоречий между технологическими условиями производства горных работ и условиями эффективного применения экскаваторов.

Поэтому для решения вопроса адаптации обратных гидравлических лопат потребовалось, прежде всего, разработать типовые паспорта забоев, из которых можно составлять слоевые технологические схемы для любых условий геологического строения траншей и заходок.

Паспорт забоя, как графическое представление схемы разработки забоя, является первичным (основным) рабочим документом для горного мастера и машинистов экскаваторов. В этом случае слоевая технологическая схема проходки траншеи или разработки заходки является вторичным и не рабочим документом. Ее назначение – показать последовательность работ по паспортам с учетом их технологической взаимосвязки.

Для разработки паспортов забоев изучены геологическое строение свит угольных пластов на наклонных и крутых месторождениях Кузбасса; систематизировано строение траншей и уступов, нарезаемых при календарном планировании; разработана система ограничений для выявления взаимосвязи технических возможностей экскаватора по выполнению рабочих операций выемки и погрузки горной массы с параметрами элементов слоев.

Информация о статье

Принята 24 июля 2019 г.

Ключевые слова:

угленасыщенная зона,
открытые горные работы,
разрез, паспорт забоя,
гидравлические экскаваторы,
Кузбасс

TYPICAL FACES PASSPORTS FOR THE DEVELOPMENT OF COAL-BEARING ZONES OF KUZBASS QUARRY FIELDS WITH BACKHOES. PART 1. GENERAL PROVISIONS

Andrew V. Strelnikov

JSC «StroyService»



Abstract.

Since the middle of the 90s of the XX century, backhoes have been actively introduced at the Kuzbass open-pit mines to develop coal-bearing zones of open-pit mines. Their application in the coal-bearing zones, characterized by seams occurrence in the number from 2-3 to 12-14, different angles of occurrence - from 4-5 to 90 degrees, different thickness of rock interlayers - from 3-4 m to 80-120 m, inevitably put a number of scientific and practical tasks for the adaptation of excavators to these mining and geological conditions in order to effectively use the working parameters and ensure high productivity.

The need to adapt this type of excavators to the conditions of coal-bearing zones is due to the presence of contradictions between the technological conditions of mining operations and the conditions of efficient use of excavators.

Therefore, to solve the problem of adaptation of hydraulic backhoes it was necessary, first of all, to develop standard passports of faces from which it is possible to make layer technological schemes for any conditions of a geological structure of trenches and cuts.

Face passport as a graphical representation of the face development scheme is the primary (main) working document for the mining foreman and excavator operators. In this case, the layered trenching or cutting scheme is a secondary and non-working document. Its purpose is to show the sequence of works on passports taking into account their technological interrelation.

The geological structure of coal bed formations at inclined and steep deposits of Kuzbass has been studied for the purpose of developing passports for bottom-hole operations; the structure of trenches and benches cut during calendar planning has been systematized; a system of restrictions has been developed to reveal the correlation between the technical capabilities of the excavator to perform working operations of excavation and loading of the rock mass with the parameters of layer elements.

Article info

Received July 24, 2019

Keywords: coal-bearing zone, open pit mining, quarry, face passport, hydraulic excavators, Kuzbass

Введение.

Исследованиями и практикой установлено, что максимальная производительность обратных гидравлических лопат достигается при работе нижним черпанием с глубиной копания до 4÷5 м. В связи с этим заходки по, в частности, пологим пластам шириной 30-40 м разрабатываются послойно.

Поскольку высота уступов в угленасыщенной зоне соответствует высоте уступов в безугольной зоне (10÷16 м при применении механических лопат с вместимостью ковша 5÷56 м³), то их разработка также осуществляется послойно. Строение каждого слоя соответствует геологическому строению уступа (траншеи), а разработка каждого слоя осуществляется по индивидуальной технологической схеме и ее следует рассматривать как самостоятельную технологическую единицу в системе послойной разработки уступа (проходки траншеи).

В свою очередь, слоевая технологическая схема структурно состоит из одной или нескольких взаимоувязанных схем разработки забоев вскрышных или добычных работ. Причем при отработке слоев сверху вниз параметры схем изменяются.

После появления и активного внедрения на разрезах Кузбасса гидравлических экскаваторов внимание ученых приковал к себе новый тип оборудования, в связи с чем было опубликовано значительное количество работ российскими [1-12] и кузбасскими учеными [13-19]. Эти работы посвящены вопросам применения гидравлических экскаваторов в различных условиях, определению их производительности, параметров технологических схем и т.д. В работах автора [20-22] было выполнено обоснование структур слоевых технологических схем разработки угленасыщенных зон карьерных полей обратными гидравлическими лопатами. Работы базировались на идее совместного учета установленных особенностей строения породугольных панелей, параметров экскаваторов и требований их безопасной работы, позволяющего

синтезировать структуру слоевых технологических схем как самостоятельной единицы в общей технологической схеме разработки панели. Однако разработанный метод идентификации схем забоев и предложенная классификация были недостаточно подробными.

Следует также отметить, что работы зарубежных ученых в данном направлении носят по большей части прикладной характер и зачастую представляют собой решение кейсов для каких-либо конкретных условий [23-29].

Краткая геологическая характеристика объектов разработки карьерных полей обратными гидравлическими лопатами. Условия залегания угольных пластов

Все угольные месторождения Кузбасса, разрабатываемые открытым способом, представлены свитами пластов от пологого до крутого залегания и относятся к сложноструктурным (рис. 1, 2). Залегание пластов принято согласно систематизации [30], разработанной специально для угольных месторождений Кузбасса: горизонтальные – 0-5°, пологие – 6-14°, наклонные – 15-45°, крутые – 46-90°.

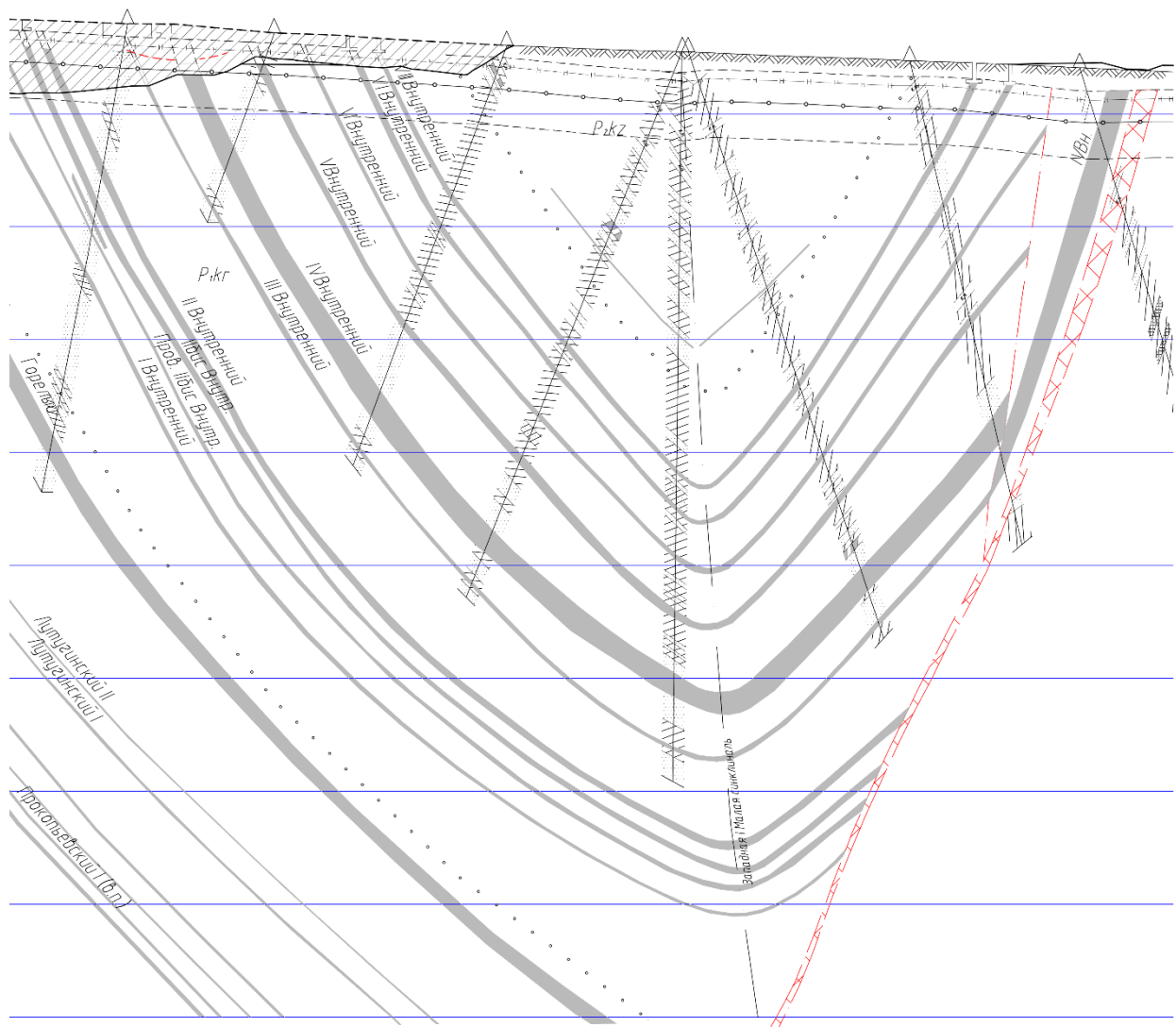


Рис. 1. Характерный геологический разрез угольного месторождения центрального Кузбасса, представленный синклинальной складкой, включающей свыше 15 пластов угля различной мощности преимущественно крутого залегания

Строение угленасыщенных зон карьерных полей при наклонном и крутом залегании свит угольных пластов

Наклонное и крутое залегание свит пластов имеет преимущественное распространение в Кузбассе.

Наклонное залегание большей частью приурочено к северному и западной части южного Кузбасса, а в центральном Кузбассе прослеживается на крыльях складок.

Крутое залегание свит пластов распространено в основном в центральном Кузбассе.

Для разработки угленасыщенных зон карьерных полей на наклонных и крутых залежах, которые являются сложными для разработки, внедряются обратные гидравлические лопаты. Сложность зависит от частоты чередования пластов угля и междупластий породы, количества угольных пластов, их мощности и угла залегания [31].

Для разработки паспортов произведен погоризонтный анализ угленасыщенных зон. Высота погоризонтного слоя принималась равной высоте уступа.

На основе опыта применения обратных гидравлических лопат минимальная рабочая мощность пластов принята равной 2 м.

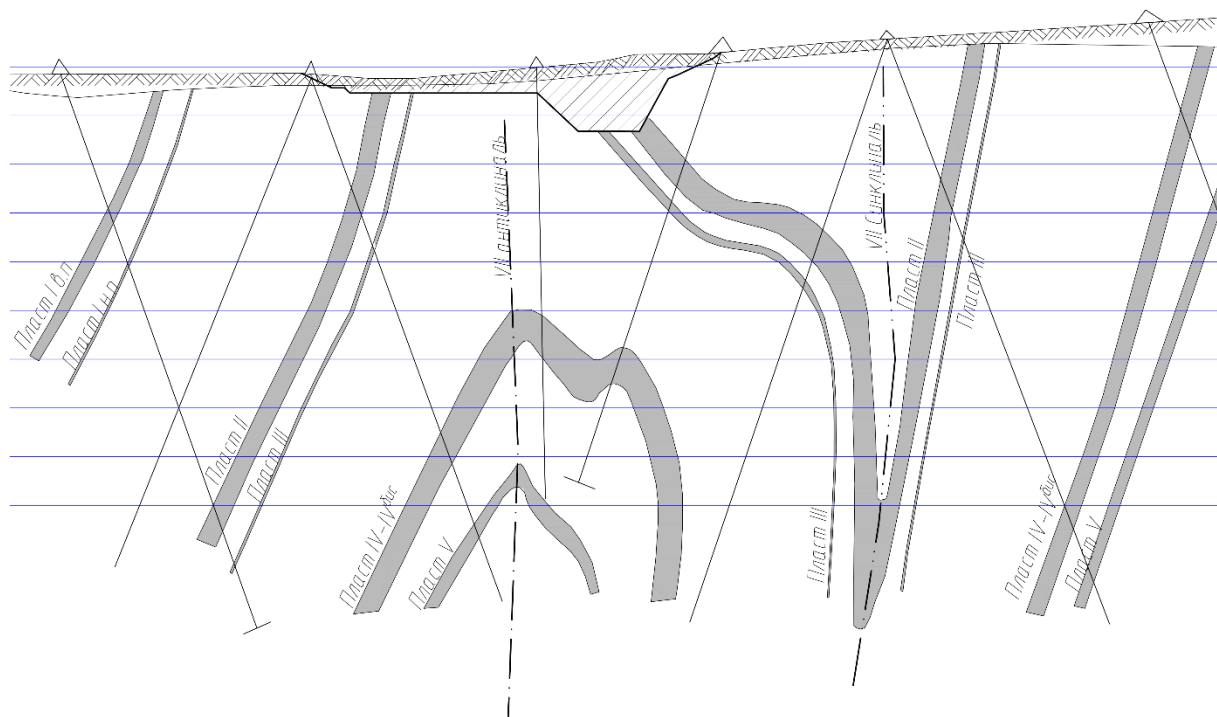


Рис. 2. Характерный геологический разрез угольного месторождения южной части центрального Кузбасса, представленный синклинальной и антиклинальной складкой, а также пластами крутого залегания изменяющейся мощности

Установлено, что на технологию ведения вскрышных и добычных работ в угленасыщенной зоне оказывает влияние взаимное положение смежных пластов, которые на уступах могут быть рассредоточенными, сближенными или смешанными (сближенно-рассредоточенными) [22].

Рассредоточенные – это пласты, отрабатываемые по технологии выемки одиночного пласта.

Сближенные – это два смежных пласта, между которыми нельзя осуществить проходку разрезной траншеи (например, при нарезке новой заходки требуется разделить эти пласты) без разрушающего воздействия на смежный (верхний) пласт.

Смешанного залегания – это отдельные группы пластов, включающие и рассредоточенные, и сближенные пласты.

За критерий сближенности пластов принято минимальное значение нормальной мощности междупластья (M_{\min}), при которой возможна проходка разрезной траншеи (рис. 3-а).

Как видно из графиков на рис. 3-б, при сближенных пластах даже наибольшая мощность

междупластья составляет 6÷7 м. Такая небольшая мощность междупластья (в пределах радиуса черпания экскаватора) позволяет отрабатывать пласты и междупластья одним сложным забоем, рассматривая оба пласта как один пласт сложного строения.

На рис. 4-а, б, в, г, д показано геологическое строение погоризонтных слоев (уступов) угленасыщенных зон на ряде месторождений Кузбасса.

Анализ геологического строения уступов на горизонтах карьерного поля показал следующее.

Для оценки нарезки заходок по междупластьям важным является их горизонтальная мощность M_r ($M_r = M / \sin \varphi$, где M – нормальная мощность свиты пластов, м; φ – угол залегания пластов, градус.). Распределение горизонтальной мощности отдельных междупластий показано на рис. 5.

В основном частота значений параметра M_r наблюдается в пределах до 100 м, единичные наблюдения в интервалах 110-130 м, 160-180 м и 250-310 м. Последние значения приурочены только к различным участкам с наклонным залеганием пластов Уропского месторождения Ленинского района.

Следует отметить, что в 83% наблюдений горизонтальная мощность междупластий находится в пределах до 60 м.

Для разработки паспортов забоев это имеет существенное значение, т.к. при таком значении горизонтальной ширины междупластья оно может отрабатываться по «технологии работ широкими заходками»: одним забоем при челночном ходе обратной гидравлической лопаты. Более широкие междупластья могут разделяться по ширине на две-три части (на самостоятельные породные заходки).

Применение заходки шириной более 40-60 м обосновывается проектировщиком и устанавливается при календарном планировании.

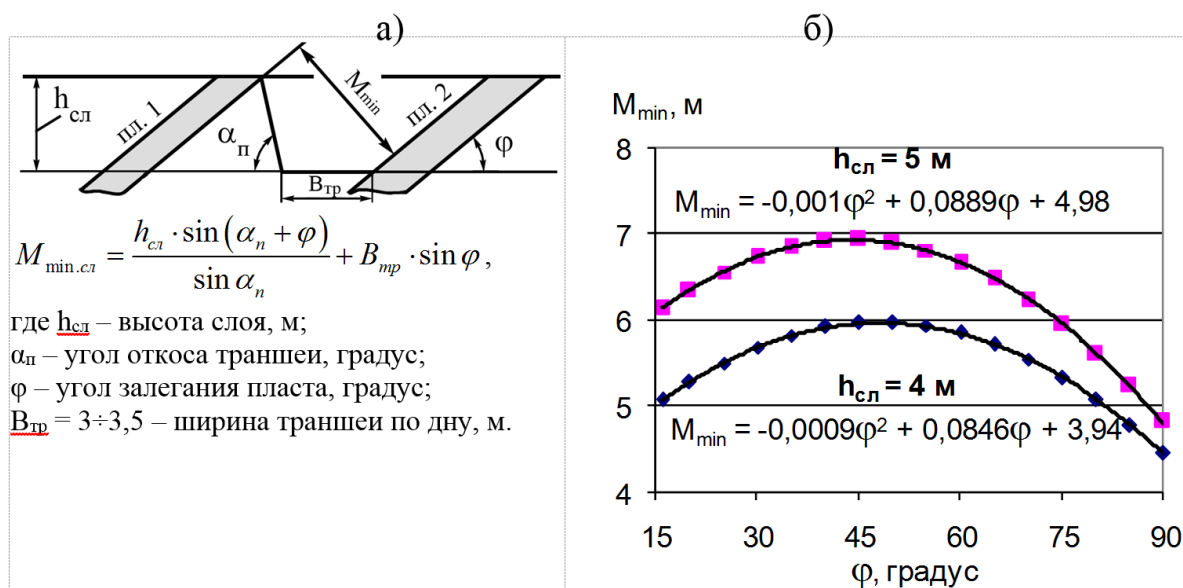


Рис. 3. Сближенность смежных пластов: а – расчетная схема; б – зависимость критерия сближенности (M_{\min}) от угла залегания пластов (φ).

Взаимное положение пластов на горизонтах характеризуется двумя видами.

1. Рассредоточенное залегание пластов (месторождения Уропское, Тёшское, Караканское и др.), рис. 4-а, б. Их разработка предполагает применение технологии, характеризуемой выемкой одиночного пласта с проходкой разрезной траншеи со стороны кровли.

2. Рассредоточенное залегание пластов и групп (-ы) близко расположенных пластов. Такой характер залегания пластов имеет преимущественное распространение (месторождения



Карачаякское и Корчакольское, участок Новобачатский, участок Виноградовский и др).

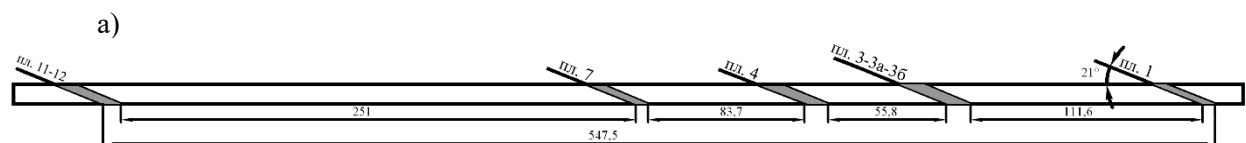
Для выбора технологии разработки уступов с таким залеганием пластов предлагается двухплановый подход.

а) рассредоточенные пласты разрабатываются по технологии разработки одиночных пластов;

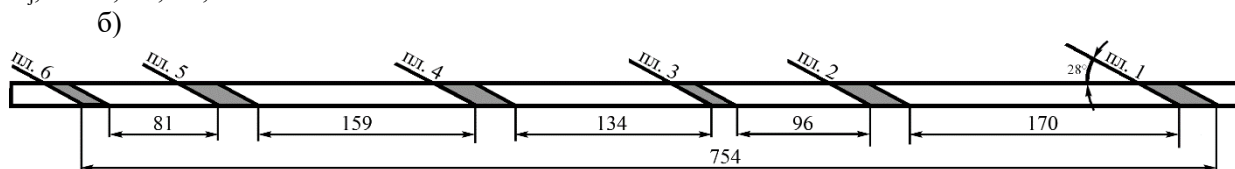
б) выбор технологии разработки групп близкорасположенных пластов должен быть произведен после проверки залегания на сближенность каждого двух смежных пластов. Поскольку границы сближенности двух смежных пластов менее 5-7 м, то в анализируемой группе могут оказаться и сближенные, и рассредоточенные пласты, как показано в табл. 3.

На основе анализа залегания пластов в группах принимается решение по нарезке заходок и проходке траншей и, соответственно, по применению тех или иных паспортов забоев.

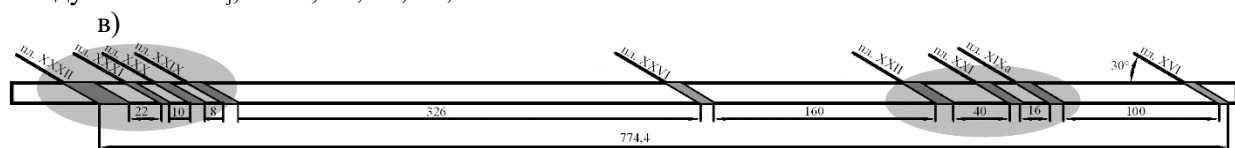
Основные виды технологических схем связаны с группами близкорасположенных пластов.



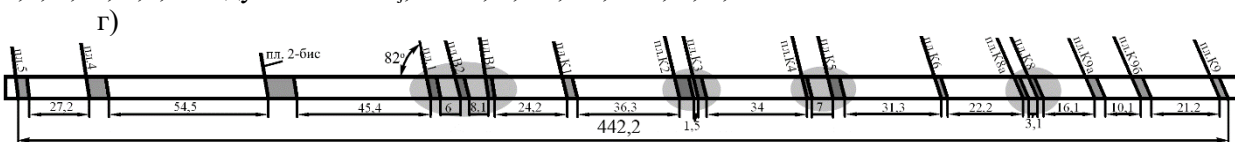
Нормальная мощность пластов (от верхнего к нижнему) m_i , м: 3; 2,48; 3,1; 3,84; 1,63; междупластьев M_j , м: 40; 20; 30; 90.



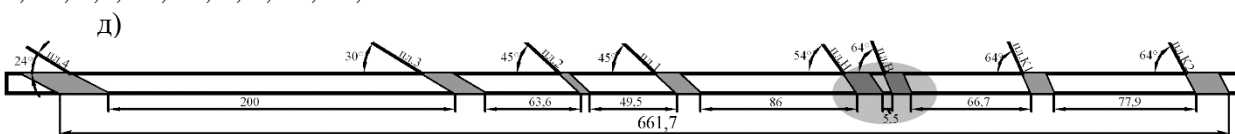
Нормальная мощность пластов (от верхнего к нижнему) m_i , м: 11,2; 11,8; 3,7; 10,8; 9,7; 5,8; междупластьев M_j , м: 80; 45; 63; 75; 38.



Нормальная мощность пластов (от верхнего к нижнему) m_i , м: 1,97; 5,45; 4,3; 4,97; 5,03; 1,63; 1,4; 2,38; 9,2; междупластьев M_j , м: 60; 8; 20; 80; 155; 4; 5; 11.



Нормальная мощность пластов (от верхнего к нижнему) m_i , м: 5,2; 4,45; 4,32; 2,82; 4,76; 4,17; 7; 3,07; 3,73; 10,17; 6,65; 4,58; 4,76; 6,2; 9,07; 12,2; 6,41; междупластьев M_j , м: 21; 10; 16; 3; 22; 31; 7; 34; 1,5; 36; 24; 8; 6; 45; 54; 27.



Нормальная мощность пластов (от верхнего к нижнему) m_i , м: 16,7; 9,36; 9,03; 11,4; 9,07; 3,08; 8,42; 10,72; междупластьев M_j , м: 70; 60; 4,5; 60,8; 35; 47,2; 100.

* i – порядковый номер пластов; j – междупластьев.

Рис. 4. Геологическое строение слоев угленасыщенных зон на месторождениях Кузбасса: а – Тёшское месторождение (XXX р.л.); б – Караканское (р.л. «б»); в – Корчакольское I-II (2 р.л.); г – Уропское, уч. Виноградовский (1 р.л.); д – Уропское, юго-восточное крыло антиклинали (5 р.л.)

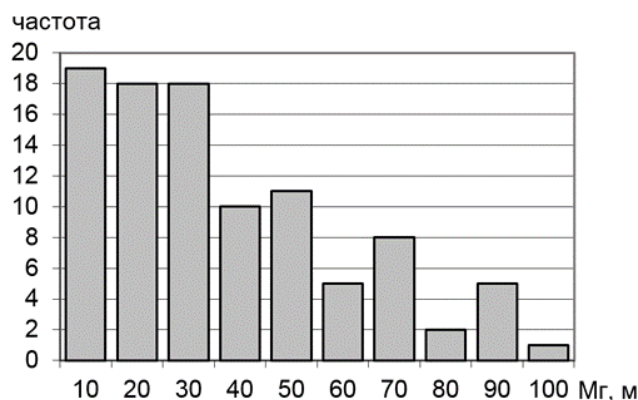


Рис. 5. Распределения горизонтальной мощности отдельных междупластий (M_{Γ}).

Строение траншей и заходок может быть систематизировано по числу пластов и углу их залегания. С учетом применения широких заходок (40-60 м) систематизировано строение траншей и заходок, включающих один, два и три пласта. Систематизация частично (строение заходок при несогласном залегании пластов) представлена в табл. 1.

Таблица 1

Число пластов	Взаимное положение пластов	Наклонные	Крутые
Несогласное залегание пластов			
1	рассредоточенные		
2	рассредоточенные		
	сближенные		
3	рассредоточенные		
	сближенные		
	смешанные		
4	рассредоточенные	—	
	смешанные	—	

В принципе проведенная систематизация может быть расширена в двух направлениях.

1. Число слоев может быть увеличено до четырех при отработке уступов высотой 15-16 м ($H / h_{\text{сд}} = 16 / 4 = 4$ слоя).



2. В заходку (траншею) можно включить четыре и более пластов, однако проведенное экспериментальное календарное планирование в пределах принятых значений ширины заходки (40-60 м) показало, что для наклонного залегания пластов такие варианты не наблюдались, а при крутом – четыре сближенных пласта были отмечены только один раз (участок «Новобачатский»).

В проведенной систематизации вполне достаточно информации об условиях расположения пластов и междупластий для разработки типовых паспортов забоев.

Технологические основы определения структур и параметров схем разработки забоев обратными гидравлическими лопатами

Общие положения

Гидравлические экскаваторы выполняют на разрезах широкий диапазон горных работ (отработка вскрышных уступов, выемка угольных пластов из сложных породугольных заходок, выемка пластов в зоне бестранспортной технологии, осуществление внутрипластовой селекции и т.д.).

Обратные гидравлические лопаты имеют ряд достоинств: они развивают значительно большие усилия на зубьях ковша и за счет этого внедрение ковша и его заполнение осуществляется за меньшее время при более короткой траектории движения ковша. Но при увеличении вылета стрелы или глубины черпания усилия на зубьях ковша существенно уменьшаются. Поэтому по рекомендациям фирм-производителей экскаваторов эффективная эксплуатация обеспечивается при работе нижним черпанием на глубину 4÷6 м. Следовательно, на уступах высотой 10÷15 м обратная гидролопата должна сделать несколько проходов, т.е. работать уступами высотой 4÷5 м. Однако этот недостаток компенсируется повышенной мобильностью экскаватора за счет меньшего веса и автономного двигателя.

В соответствии с этими рекомендациями вскрышные и добычные работы на разрезах Кузбасса производятся послойно. Научные исследования по этому вопросу также подтверждают экономическую целесообразность работы слоями нижним черпанием с глубиной копания до 4-5 м [13, 14].

На разрезах Кузбасса в основном используются обратные гидравлические лопаты фирм-производителей: «Liebherr», «Terex O&K», «Caterpillar», «Komatsu» и др. Всего экскаваторов этих моделей – более 50 единиц.

Для обоснования структур схем разработки забоев необходимо знать значение рабочего (фактического) радиуса черпания ($R_{\text{ч}}$) при глубине черпания ($h_{\text{сл}}$) (рис. 6).

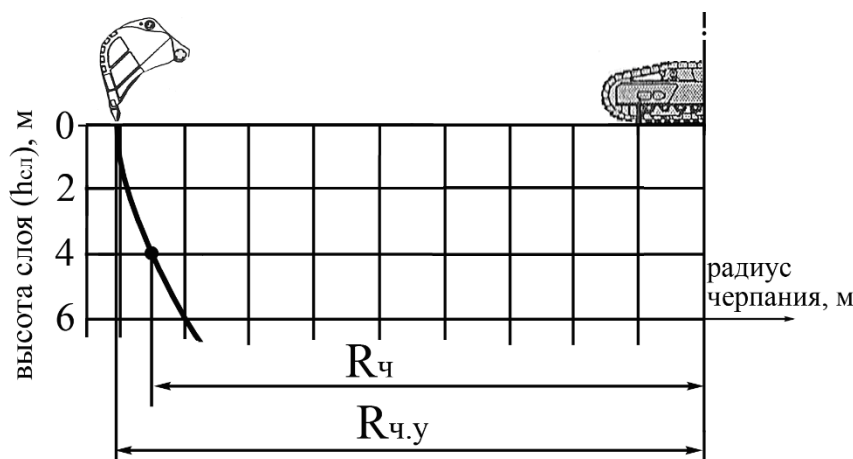


Рис. 6. Схема к определению рабочего радиуса ($R_{\text{ч}}$) экскаватора.

На схеме: $R_{\text{ч.у}}$ – радиус черпания на горизонте установки экскаватора.

По статистической оценке, рабочий радиус черпания ($R_{\text{ч}}$) равен, м,

$$R_{\text{ч}} = (0,88 \div 0,93) \cdot R_{\text{ч.у}} \quad (1)$$

Коэффициенты: 0,88 – при $h_{\text{сл}} = 4$ м; 0,93 – при $h_{\text{сл}} = 5$ м.



В табл. 2 приведены значения рабочего радиуса черпания (R_q) для некоторых моделей обратных гидравлических лопат.

Таблица 2. Рабочие радиусы черпания обратных гидравлических лопат

Модель экскаватора	E^* , m^3	Радиус R_q при высоте слоя ($h_{сл}$), м		Модель экскаватора	E^* , m^3	Радиус R_q при высоте слоя ($h_{сл}$), м	
		4	5			4	5
Liebherr 984C	5,2	17	16,4	CAT 365CL	3,5	9,3	8,6
Liebherr R994	4,5	14	13,3	Volvo EC360B	3	7	5,9
CAT 330DL	2,3	7,8	6,9	Volvo EC460B	3,7	10,3	9,6
CAT 345CL	2,5	9	8,3	Terex RH-40E	6	10,2	9,4

* E – вместимость ковша экскаватора.

Ограничивающими параметрами при разработке паспортов забоев являются (рис. 7-а, б, в, г): минимальная ширина хода экскаватора ($Ш_{min}$); минимальная ширина площадки для установки экскаватора по условию безопасного вращения кузова ($Ш_{Rk}$) при работе вблизи откоса уступа; минимальная ширина транспортной полосы по условию тупикового разворота автосамосвала ($Ш_a$); минимальная ширина рабочей площадки на уступе ($Ш_{p.п}$).

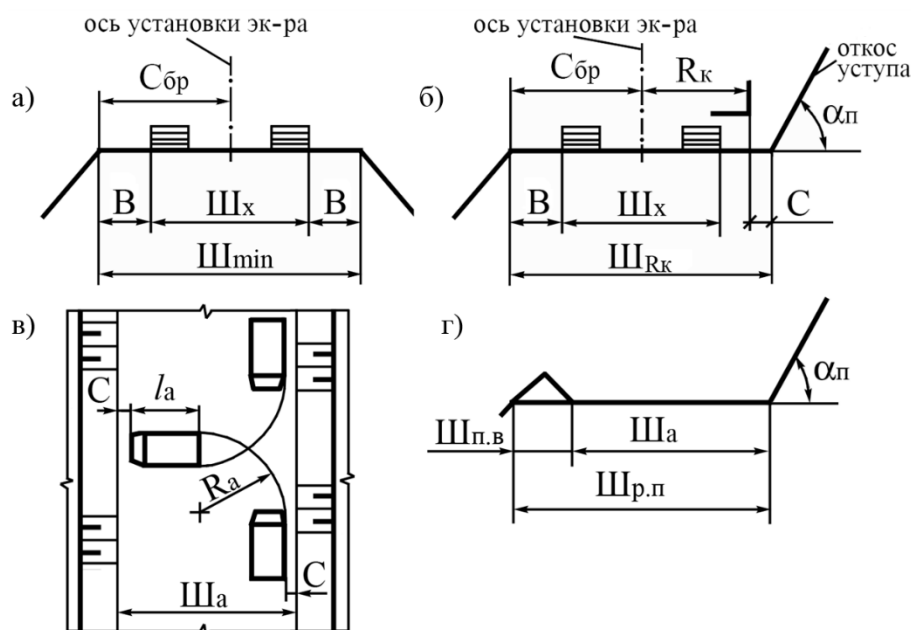


Рис. 7. Ограничивающие параметры схем разработки забоев: а – минимальная ширина площадки для установки экскаватора ($Ш_{min}$); б – минимальная ширина площадки для установки экскаватора при работе вблизи откоса уступа по условию безопасного вращения кузова ($Ш_{Rk}$); в – минимальная ширина транспортной полосы ($Ш_a$); г – минимальная ширина рабочей площадки на уступе ($Ш_{p.п}$); $C_{бр}$ – расстояние от оси вращения экскаватора до верхней бровки, м.

Перечисленные параметры определяются по формулам:

$$Ш_{min} = Ш_x + 2 \cdot B; \quad (2)$$

$$Ш_{Rk} = 0,5 \cdot Ш_x + B + R_k + C; \quad (3)$$

$$Ш_a = R_a + l_a + 2 \cdot C; \quad (4)$$

$$Ш_{p.п} = Ш_a + Ш_{п.в}, \quad (5)$$

где $Ш_x$ – ширина гусеничного хода экскаватора, м; R_k – радиус вращения хвостовой части кузова,



м; R_a – минимальный радиус поворота автосамосвала (по колее наружного колеса), м; l_a – длина автосамосвала, м; $C = 1$ – минимальный зазор между автосамосвалом и препятствием (откос уступа, предохранительный вал и т.д.), м; $\Pi_{п.в}$ – ширина основания предохранительного вала, м.

Основные положения разработки наклонных и крутых пластов

При разработке паспортов забоев учитываются технологические решения, связанные:

- с порядком выемки пластов при разработке породугольных слоев;
- с оценкой параметров элементов слоя, подготовленного к разработке, по критериям безопасной установки на рабочей площадке с учетом технической возможности выемки угольных пластов.

При проходке траншей и разработке заходок необходимо обосновывать паспорт забоя для каждого элемента слоя, что связано с особенностью разработки наклонных и крутых пластов.

Она заключается в том, что при послойной разработке траншей (уступов) выход пласта на рабочую площадку нижележащего слоя относительно вышележащего смещается сверху вниз на величину λ , равную величине заложения откоса (рис. 8).

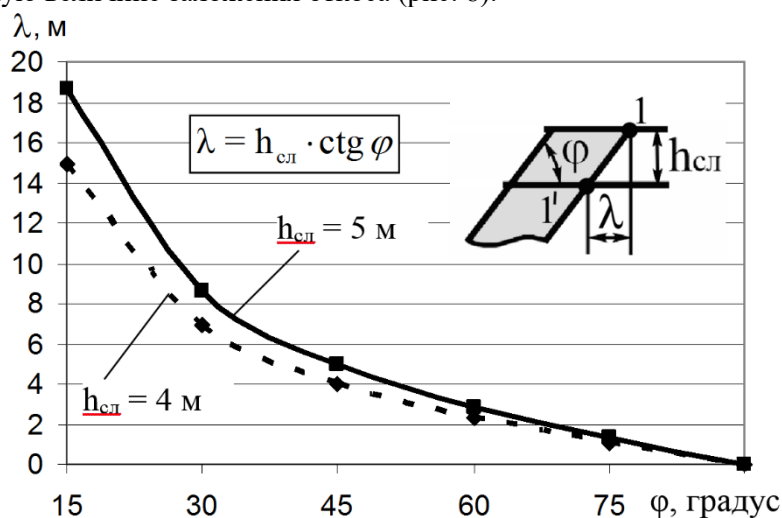


Рис. 8. Зависимость смещения выхода пласта (λ) на рабочую площадку относительно вышележащего слоя от угла залегания пласта (ϕ) при высоте слоев ($h_{сл}$) 4 м и 5 м.

Как видно из графиков, смещение слоев особенно значительно при наклонном залегании пластов и составляет в этом случае 4-15 м (при $h_{сл} = 4$ м). Такая величина смещения существенно влияет на возможность безопасного размещения экскаватора для разработки элементов слоя и технической возможности выемки пласта без дополнительных потерь.

При наклонном залегании пластов могут создаваться условия, когда их разработка из-за недостаточного параметра экскаватора по прочерпыванию усложняется за счет понижения уровня установки экскаватора и применения верхнего черпания.

Условия устанавливаются на основе соотношения необходимого радиуса черпания ($R_{ч.необ}$) и рабочего радиуса черпания экскаватора ($R_{ч}$) при глубине черпания $h_{сл}$ (рис. 9-а, б).

Как показано на рис. 9-а, б, если $R_{ч} \geq R_{ч.необ}$, то экскаватор устанавливается на безопасном расстоянии от бровки $C_{бр}$ и полностью разрабатывает пласт (рис. 9-а). Если $R_{ч} < R_{ч.необ}$, то уровень установки экскаватора понижается на высоту Δh и он смещается к откосу пласта, обеспечивая его разработку нижним и верхним черпанием (рис. 9-б).

Величина понижения уровня установки экскаватора определяется по формуле, м,

$$\Delta h = h_{сл} - (R_{ч} - C_{бр}) \cdot \text{tg } \phi. \quad (6)$$

В табл. 3 показаны значения Δh для экскаваторов с рабочим радиусом черпания в пределах 8-16 м

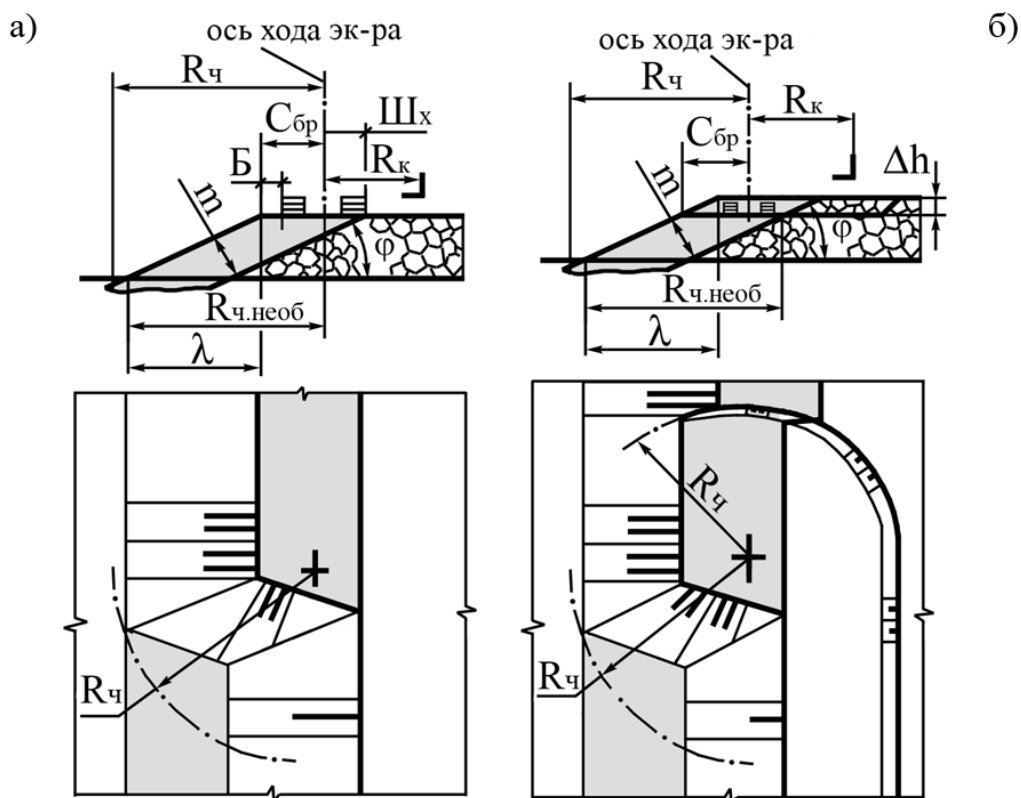


Рис. 9. Паспорта разработки наклонного пласта: а – с установкой экскаватора на верхней площадке уступа при $(R_{\text{ч}} - C_{\text{бр}}) \geq \lambda$; б – с понижением уровня установки экскаватора на высоту Δh при $(R_{\text{ч}} - C_{\text{бр}}) < \lambda$.

Таблица 3. Значения Δh при $h_{\text{сд}} = 4$ м

$R_{\text{ч}}, \text{м}$	Угол залегания пласта ϕ , градус						
	15	20	25	30	35	40	45
8	3,0	2,7	2,3	2,0	1,5	1,0	0,5
10	2,4	2,0	1,4	0,8	0,1	–	–
12	1,8	1,3	0,5	–	–	–	–
14	1,3	0,5	–	–	–	–	–
16	0,5	–	–	–	–	–	–

Зависимости необходимого радиуса черпания ($R_{\text{ч.необ}}$) от угла залегания пласта приведены на рис. 10.

В практическом плане для выявления условий разработки пласта используется соотношение:

$$(R_{\text{ч}} - C_{\text{бр}}) \geq \lambda. \quad (7)$$

При подготовке каждого слоя к выемке определяется ширина площадок для установки экскаватора, т.к. они изменяют размер, как показано выше, по мере понижения.

Эти значения ширины площадок должны отвечать требованиям безопасной установки экскаватора.

Выделенные площадки показаны на рис. 11.

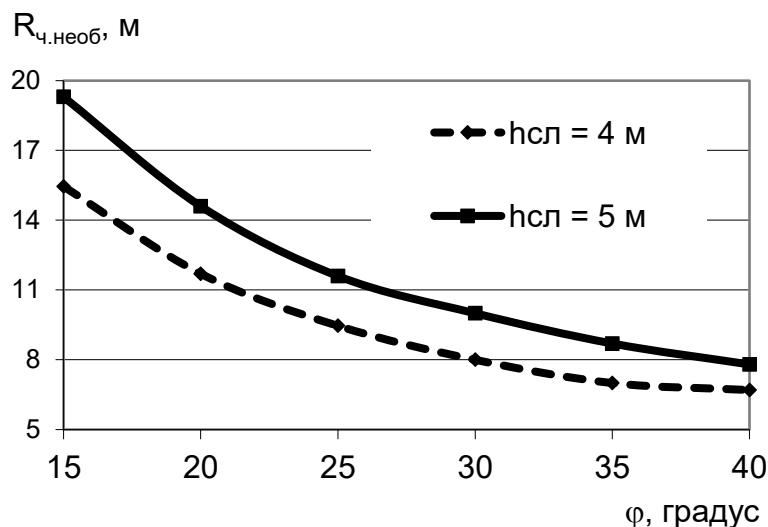


Рис. 10. Зависимости необходимого радиуса черпания ($R_{ч.необ}$) от угла залегания пласта (ϕ)

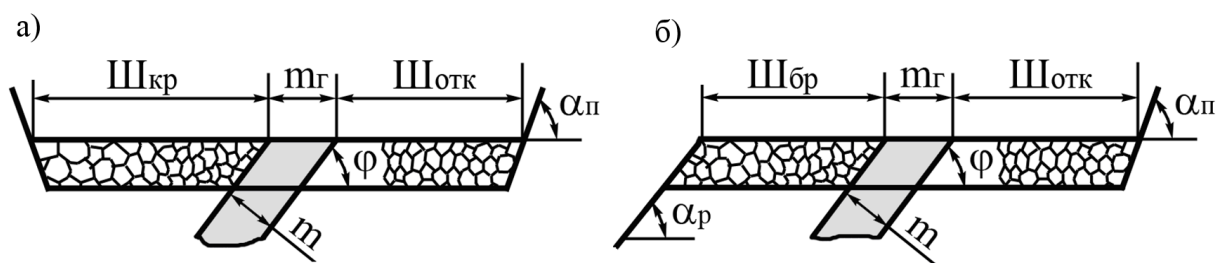


Рис. 11. Контролируемые площадки слоя, подготовленного к выемке: а – при проходке траншеи; б – при разработке заходок.

На схемах приняты обозначения:

$\text{Ш}_{кр}$ – ширина площадки от нижней бровки откоса уступа до кровли пласта при проходке траншеи, м; $\text{Ш}_{бр}$ – то же, от верхней бровки откоса слоя, м; $\text{Ш}_{отк}$ – то же, от нижней бровки откоса уступа до почвы пласта при проходке траншей и разработке заходок, м; $m_{г}$ – горизонтальная мощность пласта, м.

На рис. 12-а, б, в показан характер изменения ширины площадок для установки экскаватора по разработке породных элементов.

Как видно из схем, по мере разработки слоев сверху вниз ширина площадок изменяется.

При проходке траншей площадки со стороны кровли пласта ($\text{Ш}_{кр}$) уменьшаются ($\text{Ш}_{кр.1}$, $\text{Ш}_{кр.2}$, $\text{Ш}_{кр.3}$ на рис. 12-а).

При разработке заходок с согласным залеганием пласта ширина площадок от кровли пласта до верхней бровки откоса ($\text{Ш}_{бр}$) также уменьшается ($\text{Ш}_{бр.1}$, $\text{Ш}_{бр.2}$, $\text{Ш}_{бр.3}$ на рис. 12-б), а при несогласном залегании пласта – увеличивается ($\text{Ш}_{бр.1}$, $\text{Ш}_{бр.2}$, $\text{Ш}_{бр.3}$ на рис. 12-в).

Ширина площадок со стороны откоса массива ($\text{Ш}_{отк}$) также изменяется ($\text{Ш}_{отк.1}$, $\text{Ш}_{отк.2}$, $\text{Ш}_{отк.3}$ на рис. 12-а, б, в).

Учитывая то, что при проектировании карьеров разработка графической документации производится с использованием компьютерной графики, построение чертежей рекомендуется вести в CAD-системах, например, таких, как AutoCAD и подобные.

При построении слоевых технологических схем ширина площадок $\text{Ш}_{кр}$, $\text{Ш}_{бр}$, $\text{Ш}_{отк}$ может определяться такими программами автоматически.

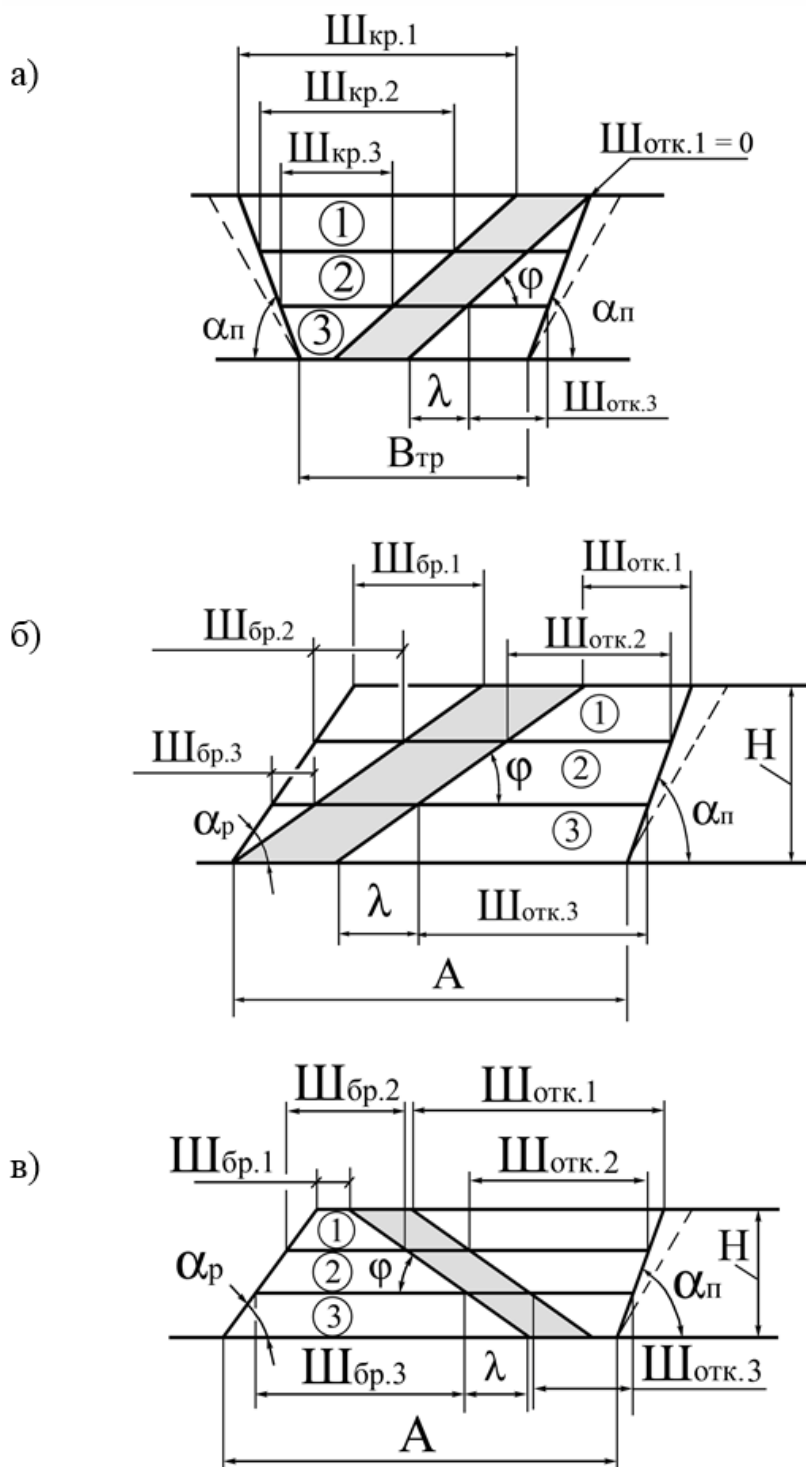


Рис. 12. Характер изменения ширины площадок для установки экскаватора по разработке породных элементов: а – при проходке траншеи; б – при отработке заходок при согласном залегании пластов; в – при отработке заходок при несогласном залегании пластов.

Необходимость учета изменения ширины площадок вызвана тем, что если она обеспечивает и техническую, и безопасную установку экскаватора, то породный элемент разрабатывается простым забоем. Если условие не выполняется, то экскаватор устанавливается и на породной



части площадки, и на смежной с ней площадке по угольному пласту. Тогда разработка породного и угольного элементов осуществляется сложным забоем.

Список источников

1. 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.
2. Анистратов, К.Ю. Мировые тенденции развития структуры парка карьерной техники / Горная промышленность. – 2011. – №6(100). – С. 22-26.
3. Штейнцайг, Р.М. Методика выбора рациональной технологии отработки забоя карьерным гидравлическим экскаватором: Науч. тр. / ИГД им. А.А. Скочинского. – Люберцы, 1979. – 28 с.
4. Мельников Н.Н. Технология применения и параметры карьерных гидравлических экскаваторов / Н.Н. Мельников, Д.Г. Неволин, Л.С. Скобелев / Отв. ред. Н.Н. Мельников. – Апатиты: Кольский научный центр РАН. – 1992. – С. 77-86.
5. Кулешов, А.А. Анализ тенденций в развитии параметров и конструкций карьерных гидравлических экскаваторов // А.А. Кулешов / Проектирование предприятий горнорудной промышленности. – М., 1985. – С. 19-29.
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. Литвин, О.И. Обоснование рациональных технологических параметров производства вскрышных работ обратными гидравлическими лопатами на разрезах Кузбасса: дис. ... канд. техн. наук. – Кемерово, 2012. – 119 с.
14. Сысоев, А.А. Рациональная мощность слоя при отработке вскрышных уступов обратными гидравлическими экскаваторами / А.А. Сысоев, О.И. Литвин // Кемерово. – Вестник КузГТУ. – 2008. – №2. – С. 35-37.
15. Kolesnikov, V.F. Methods and schemes of opening-up the quarry fields at various bedding conditions of deposits / The 8th Russian-Chinese Symposium “Coal in the 21st century: mining, processing and safety”. Atlantis Press, 2016. – pp. 104-107.
16. Колесников, В.Ф. Вскрытие и порядок отработки полей разрезов Кузбасса / В.Ф. Колесников, В.И. Кузнецов, А.С. Ташкинов // Кемерово : Кузбассвуиздат. – 1997. – 128 с.
17. Ненашев, А.С. К созданию карьерных гидравлических обратных лопат для работы в сложных условиях разрезов Кузбасса / А.С. Ненашев, Б.Н. Рыбаков // Проблемы открытой добычи угля в Кузбассе. Изд-во «Родник». – Кемерово, 1990. – С. 10-20.
18. Колесников, В.Ф. Технология ведения выемочных работ с применением гидравлических экскаваторов / В.Ф. Колесников, А.И. Корякин, А.В. Стрельников // Кемерово : Кузбассвуиздат. – 143 с.
19. Гарина, Е.А. Предпосылки к созданию методики нормирования потерь угля при отработке пластов в зонах тектонических нарушений / Е.А. Гарина, В.В. Битюков // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2015. – №4. – С. 9-14.



20. Тюленев, М.А. Разработка схем забоев для послышной проходки траншей и отработки заходок обратными гидравлическими лопатами / М.А. Тюленев, В.Г. Проноза, А.В. Стрельников // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2011. – № S10. – С. 23-33.
21. Тюленев, М.А. Матричный метод идентификации схем забоев обратных гидравлических лопат / М.А. Тюленев, В.Г. Проноза, А.В. Стрельников // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2011. – № S10. – С. 34-41.
22. Стрельников, А.В. Обоснование структур слоевых технологических схем разработки угленасыщенных зон разрезов Кузбасса обратными гидравлическими лопатами: дис. ... канд. техн. наук. – Кемерово, 2012. – 152 с.
23. 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
24. Bhaveshkumar P.P., Prajapati J.M.: Kinematics of mini hydraulic backhoe excavator, International Journal of Mechanisms and Robotic Systems, 1(4), 261-282, 2013.
25. Scott B., Ranjith P.G., Choi S.K., Manoj K.: A review on existing opencast coal mining methods within Australia, Journal of Mining Science, 46(3), 280-297, 2010.
26. Conigliaro, R.A., Kerzhner, A.A. and Paredis, C.J.J. (2009). Model-Based Optimisation of a Hydraulic Backhoe using Multi-Attribute Utility Theory. SAE International Journal of Materials and Manufacturing, 1. 0565. <https://doi.org/10.4271/2009-01-0565>
27. Moore, R. and Paredis, C.J.J. (2010). Variable Fidelity Modeling as Applied to Trajectory Optimization for a Hydraulic Backhoe. Proceedings of ASME 2009 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference. August 30 –September 2 2009, San Diego. pp. 79-90. <https://doi.org/10.1115/DETC2009-87522>
28. Zhang, J.-R. Wang, A.-L., Song, S.-T. and Cui D.-M. (2011). An analysis of trajectory in hydraulic backhoe excavators. Journal of North University of China (Natural Science Edition), 2011, 2. 007
29. Nam, B.X. and Drebenstedt, C. (2009). Use of hydraulic backhoe excavator in surface mining, Innovative Entwicklung und Konzepte in der Tagebautechnik. Freiberg, TU Bergakademie. pp. 175-189.
30. Колесников, В.Ф. Технические решения по вскрытию рабочих горизонтов разрезов Кузбасса / В.Ф. Колесников, В.И. Кузнецов, А.С. Ташкинов // Кемерово : Кузбассвуиздат. – 1998. – 172 с.
31. Томаков, П.И. Гидравлические обратные лопаты для разработки сложноструктурных месторождений Кузбасса / П.И. Томаков, А.С. Ненашев, Б.Н. Рыбаков // Обзор ЦНИЭИУголь. – М., 1984. – 49 с.

References

1. Kholodnyakov, G.A. Maloothodnaya otkrytaya razrabotka poleznyh iskopaemyh s pomoshch'yu gidravlicheskih ekskavatorov / G.A. Kholodnyakov, E.V. Loginov, V.D. Tuan // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' (nauchno-tehnicheskij zhurnal). – 2017. – №1. – S. 357-363.
2. Anistratov, K.Yu. Mirovye tendencii razvitiya struktury parka kar'ernoj tekhniki / Gornaya promyshlennost'. – 2011. – №6(100). – S. 22-26.
3. Shtejncajg, R.M. Metodika vybora racional'noj tekhnologii otrabotki zaboya kar'ernym gidravlicheskim ekskavatorom: Nauch. tr. / IGD im. A.A. Skochinskogo. – Lyubercy, 1979. – 28 s.
4. Mel'nikov N.N. Tekhnologiya primeneniya i parametry kar'ernyh gidravlicheskih ekskavatorov / N.N. Mel'nikov, D.G. Nevolin, L.S. Skobelev / Otv. red. N.N. Mel'nikov. – Apatity: Kol'skij nauchnyj centr RAN. – 1992. – S. 77-86.
5. Kuleshov, A.A. Analiz tendencij v razvitii parametrov i konstrukcij kar'ernyh gidravlicheskih ekskavatorov // A.A. Kuleshov / Proektirovanie predpriyatij gornorudnoj promyshlennosti. – М., 1985. – S. 19-29.
6. Merzlyakov, V.G. Opyt primeneniya kar'ernyh gidravlicheskih ekskavatorov Komatsu Mining Germany na predpriyatiyah Rossii / V.G. Merzlyakov, B.V. Slesarev, V.M. Shtejncajg // Gornoe oborudovanie i elektromekhanika. – 2013. – №5. – S. 15-20.
7. Poderni, R.Yu. Mirovoj rynek postavok sovremennogo vyemочно-pogruzochnogo oborudovaniya dlya otkrytyh gornyh rabot / Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' (nauchno-tehnicheskij zhurnal). – 2015. – №2. – S. 148-167.
8. Kholodnyakov, D.G. Poteri i zasorenie poleznyh iskopaemyh / D.G. Kholodnyakov, A.S. Shchipachev // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' (nauchno-tehnicheskij zhurnal). – 2014. – №3. – S. 189-192.
9. Sytenkov, V.N. Analiz oblastej primeneniya kanatnyh i gidravlicheskih ekskavatorov pri otkrytoj razrabotke mestorozhdenij / V.N. Sytenkov, A.R. Ganin, T.V. Donchenko, D.A. Shibanov // Racional'noe osvoenie neдр. – 2014. – №3. – S. 30-37.



10. Anistratov, K.Yu. Kar'ernye ekskavatory – gidravlika ili kanat? / Ugol'. – 2010. – №6. – S. 31-35.
11. Slesarev, B.V. Issledovanie uslovij i parametrov ekskavacii moshchnyh kar'ernyh gidravlicheskih ekskavatorov / B.V. Slesarev, P. Bules // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' (nauchno-tehnicheskij zhurnal). – 2015. – № S1-2. – S. 42-51.
12. Shestakov, I.G. Ispol'zovanie gidravlicheskih ekskavatorov tipa «obratnaya lopata» v slozhnyh gorno-geologicheskikh usloviyakh / I.G. Shestakov, S.V. Kosykh // Vologdinskie chteniya. – 2012. – № 80. – S. 168-170.
13. Litvin, O.I. Obosnovanie racional'nyh tekhnologicheskikh parametrov proizvodstva vskryshnyh rabot obratnymi gidravlicheskimi lopatami na razrezakh Kuzbassa: dis. ... kand. tekhn. nauk. – Kemerovo, 2012. – 119 s.
14. Sysoev, A.A. Racional'naya moshchnost' sloya pri otrabotke vskryshnyh ustupov obratnymi gidravlicheskimi ekskavatorami / A.A. Sysoev, O.I. Litvin // Kemerovo. – Vestnik KuzGTU. – 2008. – №2. – S. 35-37.
15. Kolesnikov, V.F. Methods and schemes of opening-up the quarry fields at various bedding conditions of deposits / The 8th Russian-Chinese Symposium “Coal in the 21st century: mining, processing and safety”. Atlantis Press, 2016. – pp. 104-107.
16. Kolesnikov, V.F. Vskrytie i poryadok otrabotki polej razrezov Kuzbassa / V.F. Kolesnikov, V.I. Kuznecov, A.S. Tashkinov // Kemerovo : Kuzbassvuzizdat. – 1997. – 128 s.
17. Nenashev, A.S. K sozdaniyu kar'ernyh gidravlicheskih obratnyh lopat dlya raboty v slozhnyh usloviyakh razrezov Kuzbassa / A.S. Nenashev, B.N. Rybakov // Problemy otkrytoj dobychi uglya v Kuzbasse. Izd-vo «Rodnik». – Kemerovo, 1990. – S. 10-20.
18. Kolesnikov, V.F. Tekhnologiya vedeniya vyemochnyh rabot s primeneniem gidravlicheskih ekskavatorov / V.F. Kolesnikov, A.I. Koryakin, A.V. Strel'nikov // Kemerovo : Kuzbassvuzizdat. – 143 s.
19. Garina, E.A. Predposylki k sozdaniyu metodiki normirovaniya poter' uglya pri otrabotke plastov v zonah tektonicheskikh narushenij / E.A. Garina, V.V. Bitjukov // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2015. – №4. – C. 9-14.
20. Tyulenev, M.A. Razrabotka skhem zaboev dlya poslojnoj prohodki transhej i otrabotki zahodok obratnymi gidravlicheskimi lopatami / M.A. Tyulenev, V.G. Pronoza, A.V. Strel'nikov // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' (nauchno-tehnicheskij zhurnal). – 2011. – № S10. – S. 23-33.
21. Tyulenev, M.A. Matrichnyj metod identifikacii skhem zaboev obratnyh gidravlicheskih lopat / M.A. Tyulenev, V.G. Pronoza, A.V. Strel'nikov // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' (nauchno-tehnicheskij zhurnal). – 2011. – № S10. – S. 34-41.
22. Strel'nikov, A.V. Obosnovanie struktur sloevykh tekhnologicheskikh skhem razrabotki uglenasyshchennykh zon razrezov Kuzbassa obratnymi gidravlicheskimi lopatami: dis. ... kand. tekhn. nauk. – Kemerovo, 2012. – 152 s.
23. 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
24. Bhaveshkumar P.P., Prajapati J.M.: Kinematics of mini hydraulic backhoe excavator, International Journal of Mechanisms and Robotic Systems, 1(4), 261-282, 2013.
25. Scott B., Ranjith P.G., Choi S.K., Manoj K.: A review on existing opencast coal mining methods within Australia, Journal of Mining Science, 46(3), 280-297, 2010.
26. Conigliaro, R.A., Kerzhner, A.A. and Paredis, C.J.J. (2009). Model-Based Optimisation of a Hydraulic Backhoe using Multi-Attribute Utility Theory. SAE International Journal of Materials and Manufacturing, 1. 0565. <https://doi.org/10.4271/2009-01-0565>
27. Moore, R. and Paredis, C.J.J. (2010). Variable Fidelity Modeling as Applied to Trajectory Optimization for a Hydraulic Backhoe. Proceedings of ASME 2009 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference. August 30 –September 2 2009, San Diego. pp. 79-90. <https://doi.org/10.1115/DETC2009-87522>
28. Zhang, J.-R. Wang, A.-L., Song, S.-T. and Cui D.-M. (2011). An analysis of trajectory in hydraulic backhoe excavators. Journal of North University of China (Natural Science Edition), 2011, 2. 007
29. Nam, B.X. and Drebenstedt, C. (2009). Use of hydraulic backhoe excavator in surface mining, Innovative Entwicklung und Konzepte in der Tagebautechnik. Freiberg, TU Bergakademie. pp. 175-189.
30. Kolesnikov, V.F. Tekhnicheskie resheniya po vskrytiyu rabochih gorizontov razrezov Kuzbassa / V.F. Kolesnikov, V.I. Kuznecov, A.S. Tashkinov // Kemerovo : Kuzbassvuzizdat. – 1998. – 172 s.
31. Tomakov, P.I. Gidravlicheskie obratnye lopaty dlya razrabotki slozhnostrukturnykh mestorozhdenij Kuzbassa / P.I. Tomakov, A.S. Nenashev, B.N. Rybakov // Obzor CNIEIUgol'. – M., 1984. – 49 s.



Стрельников А.В. Типовые паспорта забоев для разработки угленасыщенных зон карьерных полей разрезов Кузбасса обратными гидравлическими лопатами...

DOI: 10.26730/2618-7434-2019-3-4-20

Авторы

Стрельников Андрей Владимирович,
заместитель технического директора по
производству
e-mail: a.strelnikov@stroysservice.com

Authors

Andrew V. Strelnikov
Deputy technical director for production
e-mail: a.strelnikov@stroysservice.com

Акционерное общество «Стройсервис»
Российская Федерация,
650055, Кемеровская обл., г. Кемерово,
пр. Кузнецкий, 121

JSC Stroysservice
121 Kuznetsky Avenue,
Kemerovo,
Kemerovo region, Russian Federation, 650055

Библиографическое описание статьи

Стрельников А.В. Типовые паспорта забоев для разработки угленасыщенных зон карьерных полей разрезов Кузбасса обратными гидравлическими лопатами. Часть 1. Общие положения // Техника и технология горного дела. – 2019. – № 3 (6). – С. 4-20.

Cite this article

Strelnikov A.V. Typical faces passports for the development of coal-bearing zones of Kuzbass quarry fields with backhoes. Part 1. General provisions, *Journal of mining and geotechnical engineering*, 3(6):4.