

УДК 622.271

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ЭКСКАВАТОРА ДРАГЛАЙНА ПРИ УГЛУБОЧНО-СПЛОШНЫХ СИСТЕМАХ РАЗРАБОТКИ

Терентьев Д.Д., аспирант гр. ГПа-211, III курс

Есин Д.Д., студент гр. ГОc-191, V курс

Научный руководитель: Селюков А.В., д.т.н., доцент, профессор каф. ОГР

Кузбасский государственный технический университет имени
Т.Ф. Горбачева,
г. Кемерово

В настоящее время бестранспортная технология применяется только при пологом залегании пластов, а при наклонном и крутом залегании отсутствует вообще [1]. Однако в общей технической политике производителей угля существует устойчивое направление на увеличение объемов бестранспортной вскрыши за счет расширения границ и области её применения [2,3].

При обосновании высоты породоугольных заходок разрабатываемых драглайнами необходимо учесть некоторые особенности их применения в рассматриваемых условиях.

1. По своим технологическим возможностям драглайны могут работать как нижним, так и верхним черпанием (высота верхнего черпания не более 0,4-0,5 высоты разгрузки [4]). Однако такие схемы работ используются при разработке мягких и плотных пород. При разработке полускальных и скальных пород подготовленных буровзрывным способом верхнее черпание не используется из-за плохого внедрения ковша в развал породы и низкого коэффициента наполнения ковша. Если верхним черпанием производить вскрышные и добывочные работы, то помимо снижения производительности драглайна, будут увеличиваться потери угля и его разубоживания, источником чего будет угольная призма волочения. При верхним черпанием этот объем угля будет стягиваться на рабочую площадку к базе экскаватора и при повторном черпании неизбежно перемешивается с породой и частично потерянется. Поэтому при разработке породоугольных заходок драглайнами необходимо применять нижнее черпание.

Далее, поскольку драглайн попеременно выполняет вскрышные и добывочные работы он должен располагаться в границах заходки или на развале взорванного уступа при сбросе породы с уступа в выработанное пространство или над пластом при ведении добывочных работ. Проведение экскавационных работ при расположении драглайна на промежуточном навале не целесообразно, так как это будет связано с перевалкой больших

объемов породы для строительства трасс перехода с промежуточного навала на уступ для отработки каждого из пластов.

2. Наблюдения за ведением добычных работ драглайном на разрезах “Кедровский”, “Черниговец”, “Ольжераский” и др. показали необходимость хорошей видимости добычного забоя машинистом экскаватора. Надо очень точно ковш в определенную точку забоя, чтобы обеспечить наименьшие потери и засорение угля. Это условие накладывает определенные ограничения на высоту уступа.

3. Фактором, также ограничивающим высоту уступа, являются буровзрывные работы. Задача выполнения этих работ в рассматриваемых условиях состоит в качественной подготовки породы к выемке при максимальной сохранности каждого из пластов от разрушения при взрывных работах и минимальном перемешивания угля с породой. При пологом залегании пластов отрабатываемых при продольной системе разработки. Когда взрывается порода только над пластом, эта задача решается недобуром скважин на 1 метр до кровли ласта. Высота уступа в этом случае может быть любой. При выборе высоты уступа следует учесть, что с увеличением глубины бурения снижается точность расположения скважин в пространстве (“уход скважин” от проектного направления) и следовательно снижается качество взрывной подготовки породы, что особенно необходимо для высоко производительной работы драглайнов. Кроме того, увеличение глубины скважин – приводит также к снижению производительности буровых станков из-за смены бурового става, а также к снижению производительности драглайнов из-за увеличении времени подъема ковша.

Эти положения, а также учет опыта взрывания породоугольных блоков на разрезах Кузбасса дают основание ограничить уступы высотой 20-25 метров. (таблица1).

Таблица 1
Высоты уступа и ширина породоугольной заходки

Параметр	Экскаватор		
	ЭШ 6,5.50	ЭШ 15.80	ЭШ 20.65
Максимальная глубина черпания H_q^{\max} , м	35	40	32
Высота породоугольного уступа в массиве H_y , м	25	25	20
Максимальный радиус черпания R_q^{\max} , м	66,5	76,5	61
Ширина буровзрывной заходки А, м	35	40	30

По выбору ширины буровзрывной заходки при работе драглайнов имеются рекомендации “Типовых технологических схем ...”[5] и работы [4], которые относятся к продольной системе разработки.

Исходя из условий рационального использования емкости отвала , ширина заходки принимается в пределах (0.4-0,6) $R_{\text{q},\text{max}}$ (таблица 2) .

Таблица 2

Ширина заходки А согласно рекомендации [4,5]

Экскаватор	ЭШ 11.70	ЭШ 15.80	ЭШ 20.65
Параметр А	26-46	30-46	24-36

На практике ширины заходки для драглайнов ЭШ 11.70 составляет 30-35 м, для ЭШ 15.80, ЭШ 20.65 – 40 м.

Учитывая особенности рассматриваемых условий для принятия окончательного решения необходимо проверка рекомендуемых значений ширины заходки на возможность разворота автоуглевоза в тупиковом забое при ведении добычных работ, с учетом создания на рабочей площадке уступа предохранительного вала вдоль верхней бровки его откоса.

Ширина рабочей площадки (рис.1) для тупикового разворота автосамосвала углевоза $Ш_{\text{a},\text{t}}$ определяется по формуле , м

$$Ш_{\text{a},\text{t}} = L_a + R_a + 0,5 \cdot Ш_{\text{k},\text{a}} + d_1 + b_a \quad (1)$$

тоже для кольцевого разворота автоуглевоза

$$Ш_{\text{k},\text{a}} = 2(R_a + d_1) + Ш_{\text{k},\text{a}} + b_a \quad (2)$$

где L_a - длина автосамосвала, м ; R_a - наименьший радиус поворота автосамосвала, м; d_1 - расстояние от колеса автосамосвала до нижней бровки уступа или предохранительного вала ($d_1=1\text{м}$,[5]); b_a – ширина предохранительного вала, м.

Значения параметров L_a , R_a , $Ш_{\text{k},\text{a}}$, приведены в технической характеристике автосамосвалов углевозов (таблица 3).

Таблица 3

Техническая характеристика автосамосвалов – углевозов

Показатели	Серия автосамосвалов		
	БелАЗ-7555	БелАЗ-7549	БелАЗ-7512
1.Грузоподъемность, т	55	80	120
2.Объем кузова углевоза (V_a), м^3	44,5	59,7	90
3.Длина (L_a),м	8,85	10,1	11,38
4.Ширина колеи ($Ш_{\text{k},\text{a}}$),м	4,4	5,42	6,14
5.Высота (h_a),м	4,4	5,0	5,28
6.База (b_a),м	3,8	4,55	4,6
7.Погрузочная высота ($h_{\text{п},\text{a}}$),м	3,8	4,55	4,6
8.Наименьший	9	11	13

радиус поворота (R_p), м			
---------------------------------	--	--	--

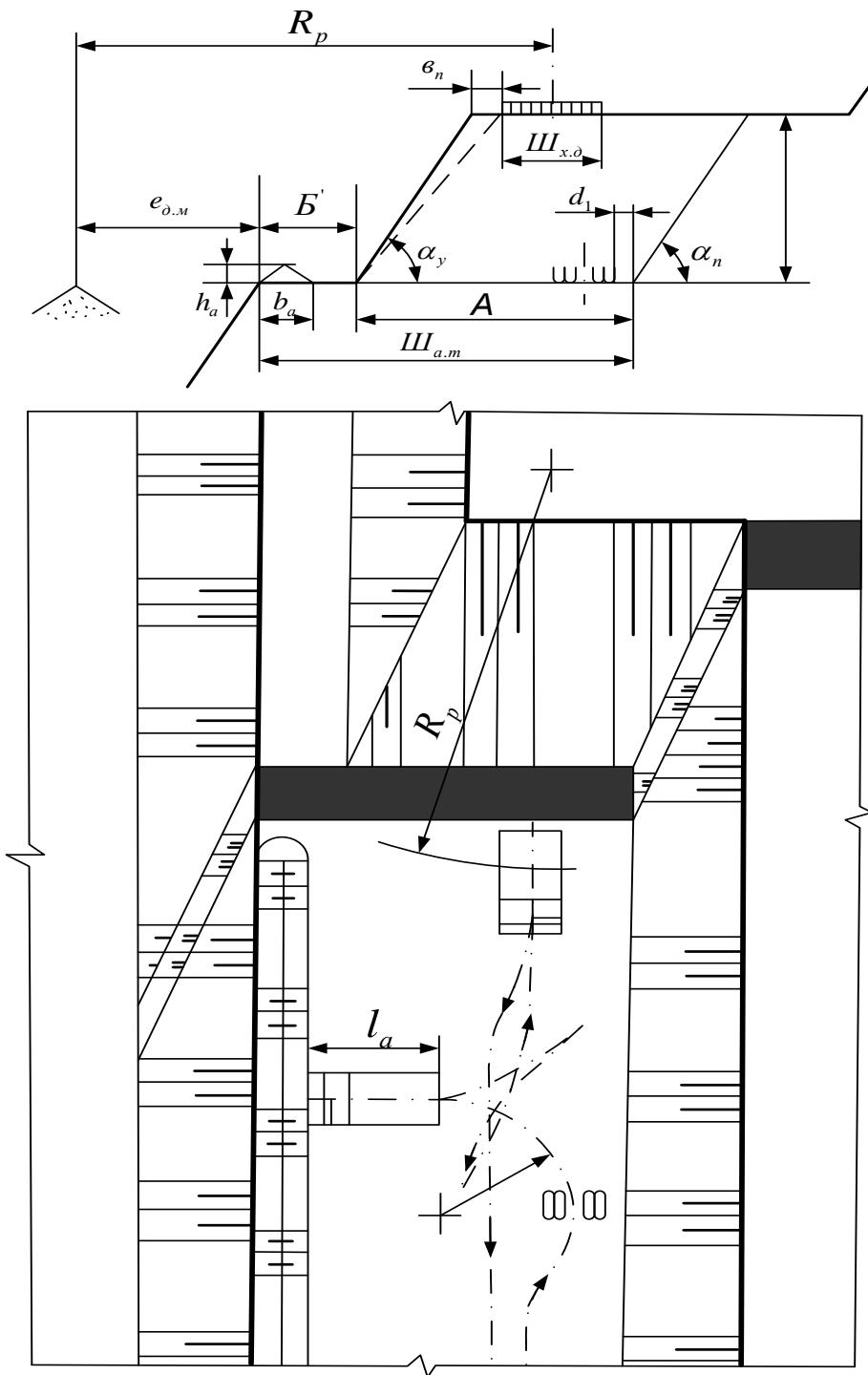


Рисунок 1. Технологическая схема ведения добычных работ драглайном на момент зачистки почвы пласта

Ширина предохранительного вала b_a определяется на основании следующих положений. Высота предохранительного вала h_a (рис. 1) определяется в зависимости от грузоподъемности автосамосвала и принимается не менее $\frac{1}{2}$ диаметра колеса. Предварительно принимая на вывозке угля самый мощный автосамосвал грузоподъемностью 120 т серия

БелАЗ-7512 и с учетом угла естественного откоса пород при формировании вала ($\alpha_0=37^\circ$) получаем ширину основания предохранительного вала ($2 \cdot h_a \cdot \operatorname{ctg} \alpha_0 = 2 \cdot 1,4 \cdot 1,32 = 3,7 \approx 4$) равную $b_a = 4$ м.

В таблице 4 представлены значения ширины рабочей площадки для разворота автосамосвалов в тупиковом забое для углевозов Белорусского автозавода

Таблица 4
Ширины рабочей площадки при тупиковом ($Ш_{a.t}$) и кольцевом ($Ш_{k.a}$) развороте автосамосвалов – углевозов

Ширина площадки	Серия автосамосвала		
	БелАЗ-7555 (55т)	БелАЗ-7549(80т)	БелАЗ-7512(120т)
$Ш_{a.t}, м$	25,0	28,8	32,5
$Ш_{k.a}, м$	28,8	33,4	38,1

Минимальное значение ширины заходки при работе драглайнов с учетом обеспечения разворота автосамосвалов – углевозов в забое определяется по формуле, м

$$A_a = Ш_a - B, \quad (3)$$

Где B – ширина бермы между верхним и нижним уступами при работе драглайнов, м.

Как отмечается в работе [6], при бестранспортной разработке полускальных и скальных пород драглайнами уступами более 10 метров их целесообразно обуривать наклонными скважинами. Бурение наклонных скважин последнего ряда возможно в том случае, если станок не попадает в опасную зону по разлету падающих с откоса кусков породы при установке его перпендикулярно к нижней бровки откоса уступа. Это возможно при наличии бермы по нижнему уступу $Ш_b$ шириной не менее 13-15 метров.

Приняв для бурения скважин буровой станок типа 2СБШ – 200 – 32 (длина станка – 9 м, дальность отлета кусков от откоса – 4 м [5]), ширина бермы будет равна $B = 13$ м. Значения ширины заходки A_a приведены в таблице 5

Таблица 5
Ширина заходки A_a при работе драглайнов рассчитана по условию разворота автосамосвалов – углевозов в забое

Разворот углевоза в забое	Серия автоуглевоза		
	БелАЗ – 7555(55т)	БелАЗ – 7549(80т)	БелАЗ – 7512(120т)
тупиковый	12,0	16,8	19,5
кольцевой	15,8	20,4	25,1

Для выбора значения ширины заходки по моделям драглайнов установлена их комплектность с автосамосвалами – углевозами по известному соотношению $V_a : E$ [7].

Значение соотношение $V_a : E$ в таблице 6

Таблица 6

Соотношение $V_a : E$ для драглайнов

Экскаватор	Рациональное соотношение $V_a : E$ при дальности транспортирования, км		Соотношение $V_a : E$ для углевозов серии		
	БелАЗ – 7555(55т)	БелАЗ – 7549(80т)	БелАЗ – 7512(120т)		
1-2	3-4				
ЭШ – 11.70	4,5	5,5	4,0	5,4	8,2
ЭШ – 15.80	4,3	5,3	3,0	4,0	6,0
ЭШ – 20.65	4,0	2,2	2,2	3,0	4,5

Из таблицы 6 видно, что в комплекте с драглайном ЭШ – 11.70 должны работать углевозы серии БелАЗ – 7555 грузоподъемностью 55 т и БелАЗ – 7549 (80т); с драглайнами типа ЭШ – 15.80 углевозы серий БелАЗ – 7549 и БелАЗ – 7512(120т); с драглайном ЭШ – 20.65 углевозы серии БелАЗ – 7512.

Сравнивая значения параметров A и A_a и учитывая комплектность драглайнов и углевозов, можно заключить, что рекомендуемые и принятые на практике значения ширины заходки в 2-2,5 раза превышают необходимые значения для разворота автосамосвала.

Поэтому ширину буровзрывной заходки можно принять согласно рекомендациям [5] и с учетом ее значения в практике работы разрезов: ЭШ-11.70 – 35 м, ЭШ 15.80 – 40 м, ЭШ – 20.65 – 30м.

Важным параметром бестранспортной технологии являются величина “выхода” стрелы в выработанное пространство e по моделям драглайнов для производства сброса породы. По этому параметру можно оценить эффективность использования разгрузочного параметра экскаватора при сбросе породы в выработанное пространство.

Параметр e следует рассчитывать для двух случаев: при установке драглайна на не взорванном массиве при зачистке кровли пласта $e_{d.m}$ перед его выемкой; при установке на развале взорванной породы $e_{d.p}$ при производстве вскрышных работ.

При установке на не взорванном уступе его положение будет определяться углом рабочего откоса уступа в массиве α_y , а при установке на развале углом устойчивого откоса взорванной породы $\alpha_{y,p}$, численно равный углу естественного откоса разрыхленной породы - 37° ($\alpha_{y,p} = 37^\circ$).

При установке драглайна на не взорванном уступе параметр $e_{д.м}$ определяется по формуле, м ,

$$e_{д.м} = R_p \cdot B \cdot H_y \cdot \operatorname{ctg} \alpha_n - b_n \cdot 0,5 \cdot Ш_x \quad (4)$$

при установке на развале

$$e_{д.м} = R_{p.\max} \cdot K_{ch} \cdot H_y \cdot \operatorname{ctg} \alpha_{y.p} - 0,5 \cdot Ш_x \quad (5)$$

где b_n – ширина призмы возможного обрушения, м; K_{ch} – коэффициент характеризующий отношение величины развала к высоте уступа в массиве ($K_{ch}=0,7$).

Ширина призмы b_n определяется по формуле

$$b_n = H_y \cdot (\operatorname{ctg} \alpha_y - \operatorname{ctg} \alpha_n), \quad (6)$$

По породам 3-4 категории по трудности экскавации угол рабочего борта уступа α_n равен 60-75°[5].

В таблице 7 приведены значения ширины призмы возможного обрушения b_n , а в таблице 8 значения параметров $e_{д.м}$ и $e_{д.р}$.

Таблица 7

Ширина призмы возможного обрушения b_n , м

Высота уступа H_y , м	Угол рабочего откоса уступа α_n , градусов			
	60	65	70	75
Угол устойчивого откоса уступа α_y , градусов				
55	57	59	60	
20	2,5	3,7	4,7	6,2
25	3,0	4,6	5,9	7,7

Таблица 8

Значения параметров $e_{д.м}$ и $e_{д.р}$. для различных моделей драглайнов

Экскаватор	H_y , м	Угол рабочего откоса уступа α_n , градусов			
		60	65	70	75
Уступ по массиву горных пород($e_{д.м}$)					
ЭШ 11.70	25	29,1	30,4	31,6	32,2
ЭШ15.80	25	37,3	38,6	39,8	40,4
ЭШ20.65	20	25,3	26,3	27,3	27,8
Развал горных пород $e_{д.р}$ при $\alpha_{y.p}=37^\circ$					
ЭШ 11.70	25	36,4			
ЭШ15.80	25	46,4			
ЭШ20.65	20	35,6			

Данные таблицы 8 показывают, что “выход” стрелы при работе драглайнов достаточен для осуществления сброса породы с уступа.

Заключение.

Ограничивающим фактором при обосновании параметров технологической схемы с применением любого вида оборудования для разработки породоугольных заходок является производство добычных работ, так как они осуществляются тем же оборудованием, что и вскрышные

работы. Однако необходимость обеспечения минимального уровня потерь угля предъявляет к параметрам угольного забоя более жесткие требования, чем к вскрышным.

При применении шагающих драглайнов для разработки породоугольных заходок их ширина может быть принята в пределах существующих рекомендаций (0.4-0.7) $R_{\text{ч. max}}$ ($R_{\text{ч. max}}$ – максимальный радиус черпания экскаватора). Однако из-за необходимости лучшего прочерпывания забоя следует принимать ширину заходки с меньшим значением. Для существующих моделей драглайнов, которые могут использоваться при разработке наклонных залежей, рекомендуются следующие значения ширины заходки: ЭШ 10.70 - 35м, ЭШ 14.50 – 40м. Высота уступа при применении драглайнов должна обеспечить устойчивость экскаватора при стоянии на взорванной породе, качественное дробление породы, хороший обзор угольного забоя для выемки угля без потерь. С учетом этих требований высота уступа при применении драглайнов для разработки породоугольных заходок рекомендуется в пределах 20-25 м.

Список литературы:

1. Селюков, А.В. Определение технической границы бестранспортной рабочей зоны при сплошной поперечной системе открытой разработки месторождений угля / А.В. Селюков // Вестник Забайкальского государственного университета. 2017. том 23. № 2. –с. 44-52.
2. Селюков, А. В. Вычисление доли бестранспортной технологии при углубочно-сплошной поперечной системе открытой разработки / Вестник Академии наук республики Башкортостан, «Науки о Земле», 2016. № 4/1, - с.40-46.
3. Селюков, А. В. Проектирование динамичностью рядов вариаций транспортной и бестранспортной технологий открытой разработки наклонных и крутопадающих залежей / Вестник КузГТУ. 2016. - № 4. -с.59-64.
4. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Часть 1 . Производственные процессы / /М.: Недра, 1985.-509с.
5. Типовые технологические схемы ведения горных работ на угольных разрезах. М.: Недра, 1982. -405с.
6. Буровзрывные работы на угольных разрезах // Репин Н.Я., Богатырев В. П. и др. Под ред. Репина Н.Я./М.: Недра , 1987. -254с.
7. Томаков П.И., Наумов И.К. Технология, механизация и организация открытых горных работ. – М.: Изд-во Московского горного института, 1992. -464с.