Записки Ленинградского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LXIII, вып. 1, 1972 г.

СКОРОСТЬ УГЛУБКИ КАРЬЕРА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ДРАГЛАЙНОВ

В. П. Линев

Использование механических лопат для подготовки новых горизонтов в слабых обводненных породах (песках, суглинках) с пониженной несущей способностью связано с большими трудностями и требует хорошего предварительного осушения пород. Практика проектирования и строительства карьеров показала целесообразность и эффективность применения опережающих дренажных траншей. Проходку осуществляют драглайнами в рыхлых покрывающих породах, фильтрационные свойства которых обеспечивают осушение пород в бортах траншеи на ширину экскаваторной заходки за период отработки экскаватором своего блока. Благодаря этому способу на карьерах Соколовско-Сарбайского комбината удалось сократить сроки строительства, так как одновременно проводились вскрышные и осушительные работы [3, 4].

Траншея треугольного сечения заглубляется на 3—5 *м* ниже отметки подготавливаемого горизонта. Отвалы могут быть расположены на одном или обоих ее бортах. Форма навала в поперечном сечении — треугольник либо трапеция, в зависимости от допустимой высоты навала и глубины дренажной траншеи. Порода из навалов отгружается механическими лопатами в автосамосвалы.

Из рис. 1 следует, что необходимая ширина карьера по нижнему ра-

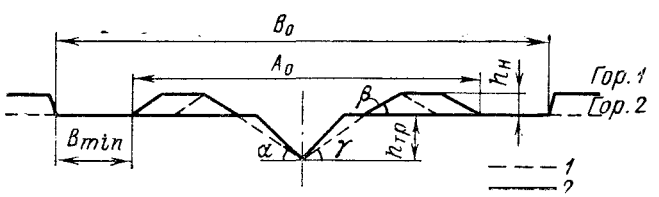


Рис. 1. К определению ширины рабочей площадки драглайна

1 — треугольная; *2* — трапециевидная формы навалов

бочему горизонту, обеспечивающая возможность проходки дренажной траншеи драглайном,

$$B_0 = 2B_{min} + A_0, \qquad (1)$$

где B_{min} — минимальная ширина рабочей площадки для отработки горизонта 2 механическими лопатами, *м*; A_0 — часть рабочей площадки, обеспечивающая возможность проходки траншеи и размещения навалов, *м*. A_0 зависит от параметров дренажной траншеи и навалов.

Из рис. 1 определим A_0 при размещении навалов на обоих бортах траншеи:

при трапециевидной форме сечения навалов

$$A_0 = 2\left(\frac{k_р h_{тр}^2 \operatorname{ctg}\alpha}{2h_н} + h_н \operatorname{ctg}\beta + h_{тр}\operatorname{ctg}\gamma\right), \qquad (2)$$

где $k_р$ — коэффициент разрыхления породы в навале; $h_{тр}$ — глубина дренажной траншеи, *м*; $h_н$ — высота навала, *м*; α и γ — угол откоса соответственно борта траншеи и призмы скольжения борта траншеи, *град*; β — естественный угол откоса навала, *град*;

при треугольной форме навалов

$$A_0 = 2\left(2\sqrt{\frac{k_р h_{тр}^2 \operatorname{ctg}\alpha}{2\operatorname{ctg}\beta}}\operatorname{ctg}\beta + h_{тр}\operatorname{ctg}\gamma\right). \qquad (3)$$

Определим A_0 при размещении навалов на одном из бортов траншеи:

при трапециевидной форме

$$A_0 = \frac{k_р h_{тр}^2 \operatorname{ctg}\alpha}{h_н} + h_н \operatorname{ctg}\beta + 2h_{тр}\operatorname{ctg}\gamma; \qquad (4)$$

при треугольной форме

$$A_0 = 2\sqrt{\frac{k_р h_{тр}^2 \operatorname{ctg}\alpha}{\operatorname{ctg}\beta}}\operatorname{ctg}\beta + 2h_{тр}\operatorname{ctg}\gamma. \qquad (5)$$

Рассмотрим организацию горных работ в зоне углубки при строительстве карьера с применением опережающих дренажных траншей. Проходка траншеи — драглайном, разноска бортов траншеи — механическими лопатами на автотранспорт.

Исследованиями [3] установлено, что наиболее целесообразно располагать ось дренажной траншеи по середине вскрываемого участка с развитием горных работ в обе стороны от оси траншеи к флангам участка. Подобное расположение траншеи предопределяет работу автотранспорта в зоне углубки на временных съездах.

Рассмотрим случай, когда разноска бортов траншеи производится двумя уступами:

$$h_{тр} = 2h_{уст} + h_{заг},$$

где $h_{уст}$ — высота уступа механической лопаты, *м*; $h_{заг} = 3 \div 5$ *м* — величина заглубления траншеи относительно ее нижнего рабочего горизонта.

Навал может быть расположен на одном или обоих бортах траншеи. В первом случае для обеспечения равенства скоростей разноски бортов траншеи положение ее оси в каждом новом цикле углубки следует смещать на соответствующую величину в ту или другую сторону от вертикального направления углубки. Анализ проведем для одного направления разноски борта траншеи. Вследствие одинаковой интенсивности разноски обоих бортов траншеи полученные результаты будут справедливы и для второго направления. Разноска траншеи может осуществляться либо продольными — параллельно оси траншеи, либо поперечными экскаваторными заходками [2].

Чтобы обеспечить согласованную работу драглайна и механических лопат при известной площади сечения дренажной траншеи, надо определить длину поперечной заходки или расстояние между экскаваторными

блоками в направлении, перпендикулярном оси траншеи при продольных заходках:

$$D_{п.з} = \frac{Q_{мех} S_{тр}}{h_{уст} Q_{др}}, \qquad (6)$$

где $Q_{мех}$ и $Q_{др}$ — среднемесячная производительность соответственно механической лопаты и драглайна, $м^3$; $S_{тр}$ — площадь поперечного сечения дренажной траншеи, $м^2$.

Анализ организации работ в зоне углубки проведем по методике проф. А. И. Арсентьева [1] с помощью построения графика $L = f(T)$. На графиках рис. 2 работа механических лопат на разноске траншеи по первому горизонту показана сплошными линиями, по второму — пунк-

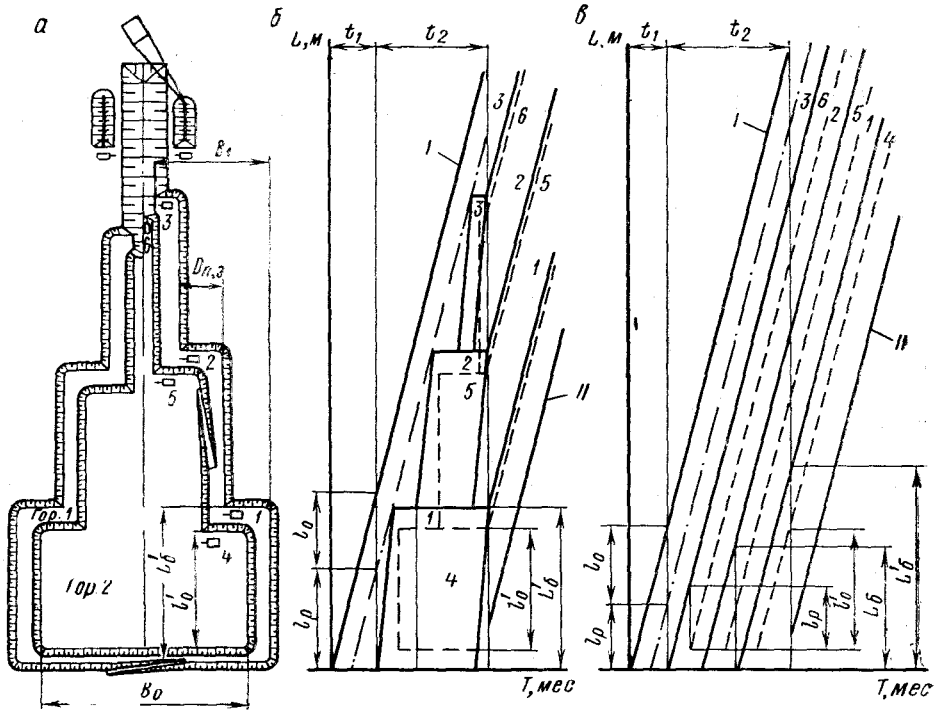


Рис. 2. Положение горных работ на начало проходки дренажной траншеи на горизонт 4 (*а*) и обобщенные графики $L = f(T)$ при отработке блоков: продольными заходками (*б*); поперечными (*в*)

I и *II* — проходка драглайном траншеи соответственно на горизонт 2 и 4; *1—6* — номера механических лопат

тирными. При отработке блоков продольными заходками минимальный интервал времени между началами проходки траншеи на горизонтах 2 и 4, т. е. наименьшая продолжительность одного цикла углубки,

$$T = t_1 + t_2, \text{ мес.}; \qquad (7)$$

$$t_1 = \frac{S_{тр} l_0}{Q_{др}} + \frac{S_{тр} l_р}{Q_{др}} = \frac{S_{тр}(l_0 + l_р)}{Q_{др}}, \text{ мес.}; \qquad (8)$$

$$t_2 = \frac{v_1 - v_с}{N Q_{мех}} + \frac{v_с}{c Q_{мех}}, \text{ мес.}; \qquad (9)$$

$$l_р = L_б' - \frac{Q_{др}}{S_{тр}}(t_с + t_{тр}),\ м; \tag{10}$$

$$v_1 = L_б' B_1 h_{уст},\ м^3; \tag{11}$$

$$L_б' = l_0' + (h_{тр} - h_{уст} - h_{заг})(\operatorname{ctg}\varphi_2 + \operatorname{ctg}\psi),\ м; \tag{12}$$

$$B_1 = \frac{B_0}{2} + (h_{тр} - h_{уст} - h_{заг})\operatorname{ctg}\varphi_1 - (h_{тр} - h_{уст})\operatorname{ctg}\alpha,\ м. \tag{13}$$

В формулах: t_1 — время проходки дренажной траншеи на длину $l_0 + l_р$, мес.; l_0 — минимально возможное расстояние между драглайном и механической лопатой на разноске траншеи, *м*; $l_р$ — резерв в расстоянии между драглайном и механической лопатой на разноске траншеи, создаваемый к началу проходки механической лопатой автомобильного съезда и первой заходки (однобортной разрезной траншеи), *м*; t_2 — общее время на расширение траншеи до размеров первоначального котлована по верхнему горизонту, мес.; $t_с$, $t_{тр}$ — время проходки автомобильного съезда и однобортной разрезной траншеи соответственно, мес.; N — количество экскаваторов на расширении траншеи до размеров первоначального котлована по верхнему горизонту, шт. (на рис. 2, *а* и *б* расширение траншеи до указанных размеров производится одним экскаватором); $L_б'$ — длина первоначального котлована по верхнему горизонту, *м*; $v_с$ — объем съезда и однобортной разрезной траншеи, $м^3$; c — коэффициент снижения производительности механической лопаты при проходке тупиковым забоем съезда и однобортной разрезной траншеи; B_1 — величина разноски борта траншеи по верхнему горизонту до границы первоначального котлована, *м*; l_0' — минимальная длина котлована на нижнем горизонте, *м* (если $l_0' < L_б$, где $L_б$ — минимальная длина экскаваторного блока, то следует принимать $l_0' = L_б$); φ_1 и φ_2 — максимальный угол откоса рабочего борта в зоне углубки в направлении, соответственно перпендикулярном и параллельном оси траншеи, *град*; ψ — угол откоса нерабочего борта, *град*.

Подставив в формулу (7) значения t_1 и t_2, получим продолжительность подготовки нового горизонта

$$T = \frac{cNQ_{мех}S_{тр}(l_0 + l_р) + cQ_{др}L_б'B_1h_{уст} + Q_{др}v_с(N-c)}{cNQ_{мех}Q_{др}},\ мес. \tag{14}$$

Возможная годовая скорость углубки карьера при разноске траншеи продольными заходками

$$h_г = \frac{h_{тр} - h_{заг}}{T} =$$

$$= \frac{12(h_{тр} - h_{заг})cNQ_{мех}Q_{др}}{cNQ_{мех}S_{тр}(l_0 + l_р) + cQ_{др}L_б'B_1h_{уст} + Q_{др}v_с(N-c)},\ м/год. \tag{15}$$

Эта формула справедлива для любой глубины дренажной траншеи и любого количества горизонтов на ее разноске.

После подготовки на нижнем горизонте рабочей площадки с размерами, позволяющими производить проходку новой дренажной траншеи драглайном, дальнейшую разноску бортов верхней траншеи по длине целесообразно продолжать поперечными заходками, как это показано на рис. 2, *б*. Из рис. 2, *в* следует, что при разноске бортов дренажной

траншеи поперечными заходками минимальный интервал времени между началами проходки траншеи на горизонтах 2 и 4

$$T = t_1 + t_2, \text{ мес.};$$

$$t_1 = \frac{S_{тр}(l_0 + l_{р_1})}{Q_{др}}, \text{ мес.;} \tag{16}$$

$$t_2 = \frac{\left[\left(\frac{B_1}{D_{п.з}} - 1\right) L_б + L'_б\right] h_{уст} D_{п.з}}{Q_{мех}}, \text{ мес.} \tag{17}$$

В формуле (16) значение $l_{р1}$ определяется длиной съезда на один горизонт с участком примыкания. Если в формуле (17) $L'_б < l_{р1}$, то следует принимать $L'_б = L_{р1}$. Подставив в уравнение (17) значение $D_{п.з}$ из формулы (6) и преобразовав выражение, получим

$$t_2 = \frac{L_б B_1 h_{уст}}{Q_{мех}} + \frac{S_{тр}(L'_б - L_б)}{Q_{др}}, \text{ мес.;} \tag{18}$$

$$T = \frac{L_б B_1 h_{уст} Q_{др} + S_{тр} Q_{мех}(l_0 + l_{р_1} + L'_б - L_б)}{Q_{мех} Q_{др}}, \text{ мес.} \tag{19}$$

Возможная годовая скорость углубки карьера при разноске дренажной траншеи поперечными заходками

$$h_г = \frac{12(h_{тр} - h_{заг}) Q_{мех} Q_{др}}{L_б B_1 h_{уст} Q_{др} + Q_{мех} S_{тр}(l_0 + l_{р_1} + L'_б - L_б)}, \text{ м/год.} \tag{20}$$

По указанным формулам был произведен расчет возможной скорости углубки карьера при проходке дренажных траншей на глубину одного, двух и трех уступов, когда борта траншеи разносились продольными и поперечными заходками, для следующих условий: глубина траншей $h_{тр}$ равнялась 16, 29 и 42 *м*; месячная производительность драглайна ЭШ-15/90 составляла 236 тыс. $м^3$, а механической лопаты ЭКГ-8И с 10-кубовым ковшом 280 тыс. $м^3$; $h_{уст} = 13$ *м*; $L_б = 350$ *м*; $l_0 = l'_0 = 200$ *м*; $\alpha = 45°$; $\beta = 30°$; $\gamma = 35°$; $\varphi_1 = 15°$; $\varphi_2 = 7°$; $\psi = 25^0$; $k_р = 1{,}2$; $c = 0{,}85$; $l_{р1} = 130$ *м*; $B_{min} = 40$ *м*; $h_н = 13$ *м*. Результаты расчетов приведены в таблице.

Скорость углубки при продольных и поперечных экскаваторных заходках

Глубина траншеи, *м*	Скорость углубки, *м/год*	
	продольные заходки	поперечные заходки
16	91	90
29	61	69
42	42	53

Данные таблицы показывают, что с увеличением глубины дренажной траншеи, проходимой сразу на полное сечение, скорость углубки, при прочих равных условиях, резко снижается как при продольных, так и при поперечных заходках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арсентьев А. И. Определение производительности и границ карьеров. Недра, 1970.

2. Арсентьев А. И. и др. Система разработки поперечными заходками без разрезных траншей. Наука, 1969.

3. Мустафина А. М. Научные основы интенсификации строительства крупных карьеров в сложных горногеологических условиях. Автореф. докт. дисс. Ин-т физики Земли АН СССР, 1970.

4. Пляскин И. И. Организация вскрышных работ на Соколовском и Сарбайском карьерах. Недра, 1964.