

УДК 622.232.72.031.2

## О ХАРАКТЕРЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ВЫГРУЖАЕМОГО УГЛЯ В ЗОНЕ РАЗГРУЗОЧНОГО ТОРЦА ШНЕКА

Шевцов В.Г., канд. тех. наук, докторант,  
Донецкий государственный технический университет

*Установлены основные кинематические характеристики процесса выгрузки угля в зоне разгрузочного окна шнека.*

*Main kinematic characteristics of coal unloading process in a zone of screw off-loading window are established.*

Выгрузка угля шнеком и погрузка его на конвейер начнется в момент входа тела давления клиновидной формы в окно погрузки на уровень борта забойного конвейера, когда торец А лопасти и вершина В клина находятся в положении, соответствующем  $\varphi = 1,5\pi$  и  $\varphi = 2\pi$  (рис.1а). При этом проталкивание угля по поверхности сдвига  $S_n$  в образовавшемся после задвижки конвейера "валке" осуществляется поверхностью  $S_3$  уплотненного ядра НСО тела клиновидной формы НЕИС (рис.1б). Установлено [1], что поверхность ядра выполняет роль "лопасти" с углом подъема  $\alpha_k = (\alpha - 0,5\Delta_y - 0,25\pi + \epsilon)$ , примерно равным  $10^\circ$ . Осевая скорость выгрузки

$$\tilde{V}_{ос} = \tilde{V}_{abc} \cdot \cos(\alpha_k + \Delta_l), \quad (1)$$

где абсолютная скорость

$$\tilde{V}_{abc} = 0,5D_l \cdot \omega_{ш} \cdot \frac{\sin \alpha_k}{\cos \Delta_l}, \quad (2)$$

$\Delta_y = \Delta_l$ , например, при  $\omega_{ш} = 8,38 \text{ с}^{-1}$  практически совпадает со значением осевой скорости, равным  $0,25 \text{ м/с}$ , зафиксированным экспериментально с помощью измерительного устройства [2]  $I_{ос}$ , устанавливаемого на уровне борта конвейера (рис.1а и 1б). Продолжительность выгрузки угля уплотненной поверхностью ядра на интервале  $[1,5\pi; 2\pi]$  может быть с достаточной точностью оценена по зависимости

$$\Delta \tilde{t}_в = t_{об} \cdot \frac{\theta_l}{2\pi}, \quad (3)$$

а поскольку  $\theta_n = 0,5\pi$ , то  $\Delta \tilde{t}_B = 0,25 \cdot t_{об}$ . Отметим также, что выгрузка угля на уровне борта конвейера второй лопастью начнется только через четверть оборота, когда вершина второго клина подойдет в зону окна погрузки. В качестве подтверждения изложенного на рис.1г приведен фрагмент осциллограммы осевого перемещения  $L_{ос}$  угля, как функции длительности оборота или угла поворота шнека.

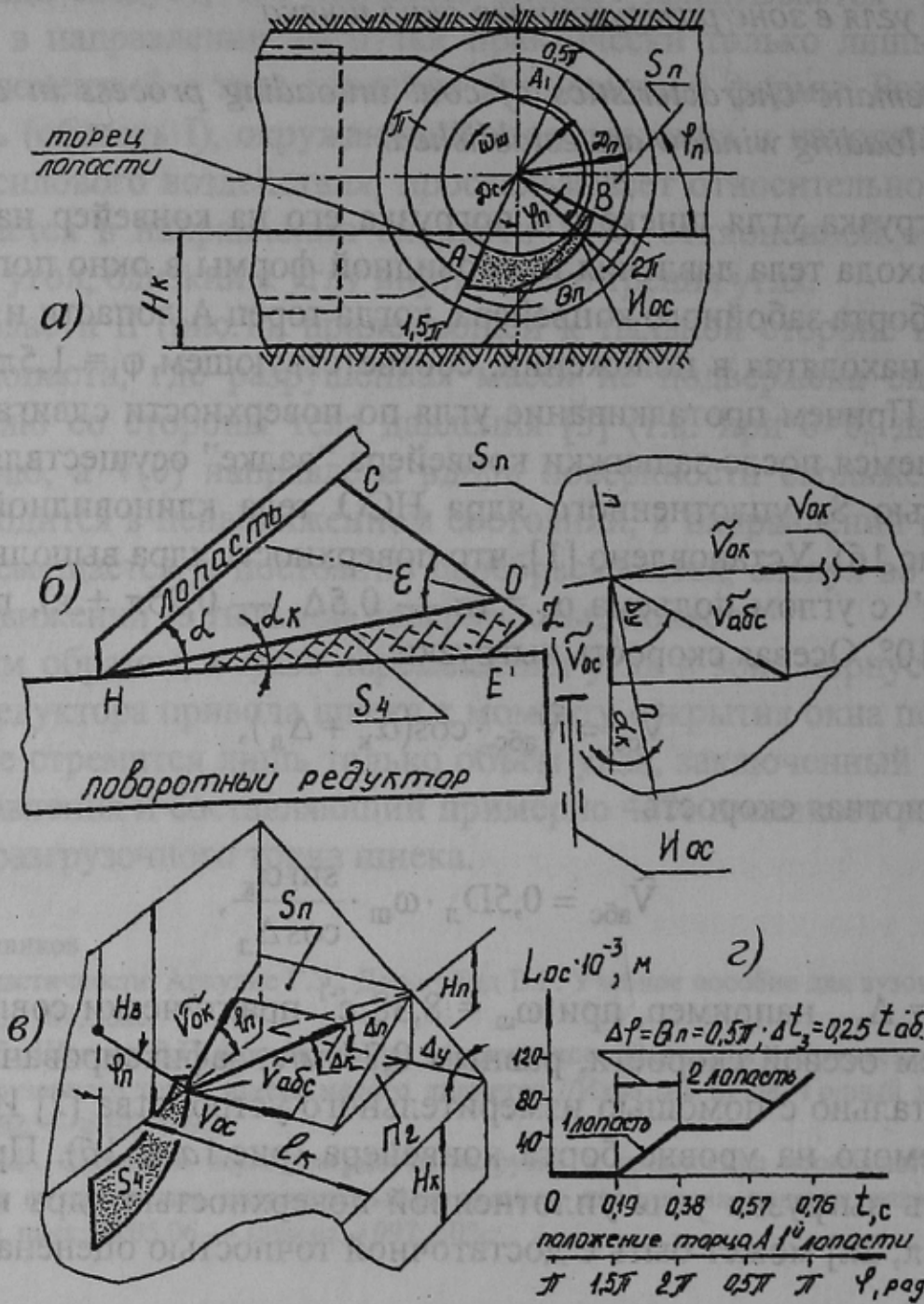


Рисунок 1 - К определению скорости выгрузки угля в зоне разгрузочного торца шнека

При значительном удалении разгрузочного торца шнека от борта конвейера (у комбайнов типа К-103 оно составляет 430-450 мм), в рассматриваемой фазе движение угля через спрессованный "валок" происходит по наклонной поверхности скольжения  $S_{\Pi}$  (рис.1б) в направлении абсолютной скорости  $V_{abc}$  под углом к горизонтальной плоскости  $\Delta_K = \sin(\Delta_y + \alpha_K) \cdot \sin\varphi_{\Pi} < (0,5\pi - \Delta_y)$  на высоту погрузки над конвейером  $H_{\Pi} = l_K \cdot \sin\Delta_y \cdot \sin\Delta_{\Pi}$ , где  $\Delta_{\Pi} = \arctg[\tg(\Delta_y + \alpha_K) \cdot \sin\varphi_{\Pi}]$ . Поскольку высота борта конвейера  $H_K = 202$  мм соизмерима с высотой  $H_{\Pi} = 170$  мм, недвижущейся в направлении выгрузки призмы  $\Pi_2$ , то очевидно, что под высотой погрузки угля шнеками малого диаметра следует понимать сумму указанных высот, т.е.  $H_B = H_K + H_{\Pi}$ .

В фазе перемещения угля в зоне окна погрузки, когда торец А лопасти находится на уровне борта конвейера ( $\varphi = 0$ ), как и в предыдущем случае перед лопастью формируется тело давления клиновидной формы НСО, которое в результате сообщения ему лопастью скорости  $V_{abc}$  смещается в направлении выгрузки, воздействуя при этом своей поверхностью НО на призму спрессованного угольного вала (рис. 2, 3). В спрессованном "валке" в силу свойств сыпучей среды [3], находящейся под давлением, образуются призмы  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ . Поскольку поверхность НО является поверхностью разрыва, то нормальные к ней скорости в теле давления НСО и призме  $\Pi_1$  равны и определяются так:  $V_H = V_{1\Pi} = V_{abc} \cdot \cos(\alpha_L + \Delta_L - \alpha_K)$ . Тогда абсолютная скорость движения призмы  $V_{1abc} = V_{1\Pi} \cdot \cos^{-1}\Delta_y$ , а осевая скорость призмы или осевая скорость выгрузки для данного случая

$$V_{loc} = V_{abc} \frac{\cos(\alpha_L + \Delta_L - \alpha_K)}{\cos\Delta_y \cdot \cos(\Delta_y + \alpha_K)}. \quad (4)$$

Направление сдвига призмы  $\Pi_1$  по поверхности НЗ или, что то же самое, направление выгрузки угля, совпадает с направлением абсолютной скорости  $V_{1abc}$ . Абсолютная же скорость призмы  $\Pi_2$ , находящейся вне зоны силового воздействия лопасти, равна нулю,  $V_{2abc} = 0$ . Следовательно, масса угля, заключенная в объеме призмы  $\Pi_2$ , в рассматриваемой фазе не подлежит выгрузке на конвейер. Образовавшаяся застойная зона, как и в предшествующей фазе, увеличивает высоту погрузки, создавая при этом значительное сопротивление выгрузке угля шнеком. Поскольку направление абсолютной скорости  $V_{abc}$  в данной фазе совпадает с направлением абсолютной скорости



следует, что в фазах выгрузки осевые скорости изменяются скачкообразно. Продолжительность выгрузки на указанном интервале определяется как

$$t_{\text{в}} = t_{\text{об}} \cdot \frac{\varphi_{\text{ок}}}{2\pi}; \quad (5)$$

где  $\varphi_{\text{ок}}$  — угол, определяющий начало закрытия окна погрузки, а величина его обусловлена конструктивными размерами корпуса поворотного редуктора и уплотненным “наростом” угля, расположенным на верхней плоскости редуктора (рис.4а).

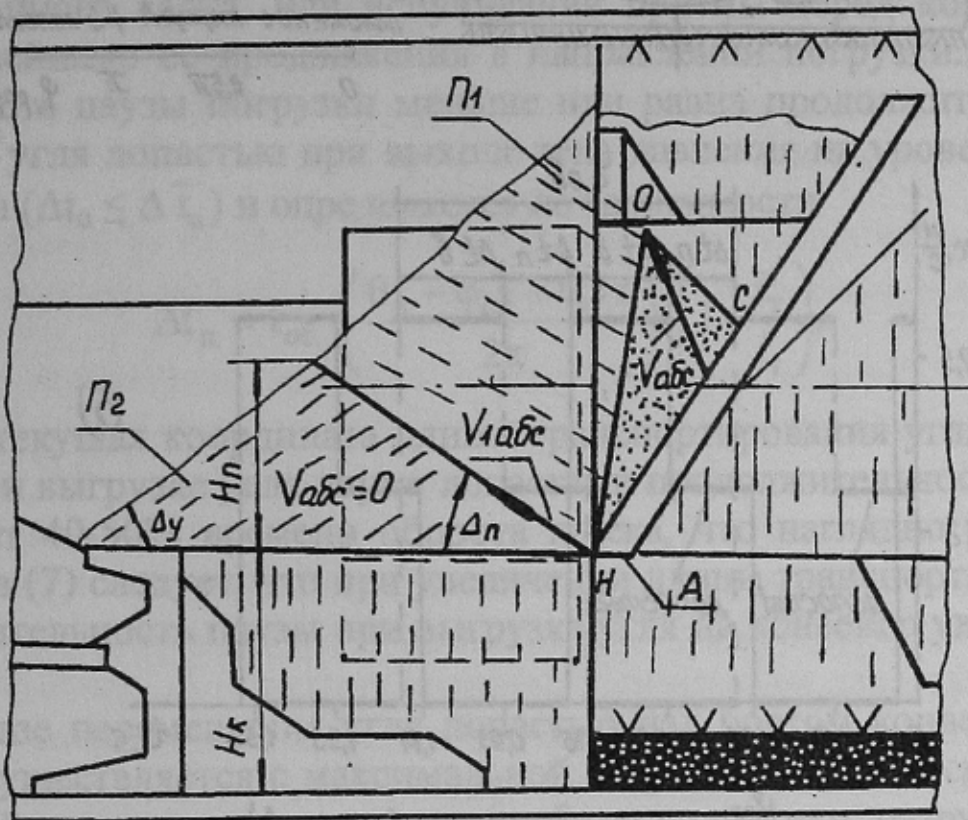


Рисунок 3 - К определению кинематических характеристик процесса выгрузки угля шнеком

Осевую скорость выгрузки угля лопастью шнека в зоне его разгрузочного торца представим в виде зависимости:

$$V_{\text{ос}} = \begin{cases} 0,5D_{\text{л}} \cdot \omega_{\text{ш}} \cdot \frac{\sin \alpha_{\text{л}} \cdot \cos(\alpha_{\text{л}} + \Delta_{\text{л}} - \alpha_{\text{к}})}{\cos \Delta_{\text{л}} \cdot \cos \Delta_{\text{у}} \cdot \cos(\Delta_{\text{у}} + \alpha_{\text{к}})}, & \varphi \in [0; \varphi_{\text{ок}}]; \\ 0; \\ 0,5D_{\text{л}} \cdot \omega_{\text{ш}} \cdot \frac{\sin \alpha_{\text{к}} \cdot \cos(\Delta_{\text{у}} + \alpha_{\text{к}})}{\cos \Delta_{\text{у}}}, & \varphi \in [1,5\pi; 2\pi]. \end{cases} \quad (6)$$

Графическое представление о характере осевой скорости во время выгрузки угля двумя лопастями показано на рис. 4б.

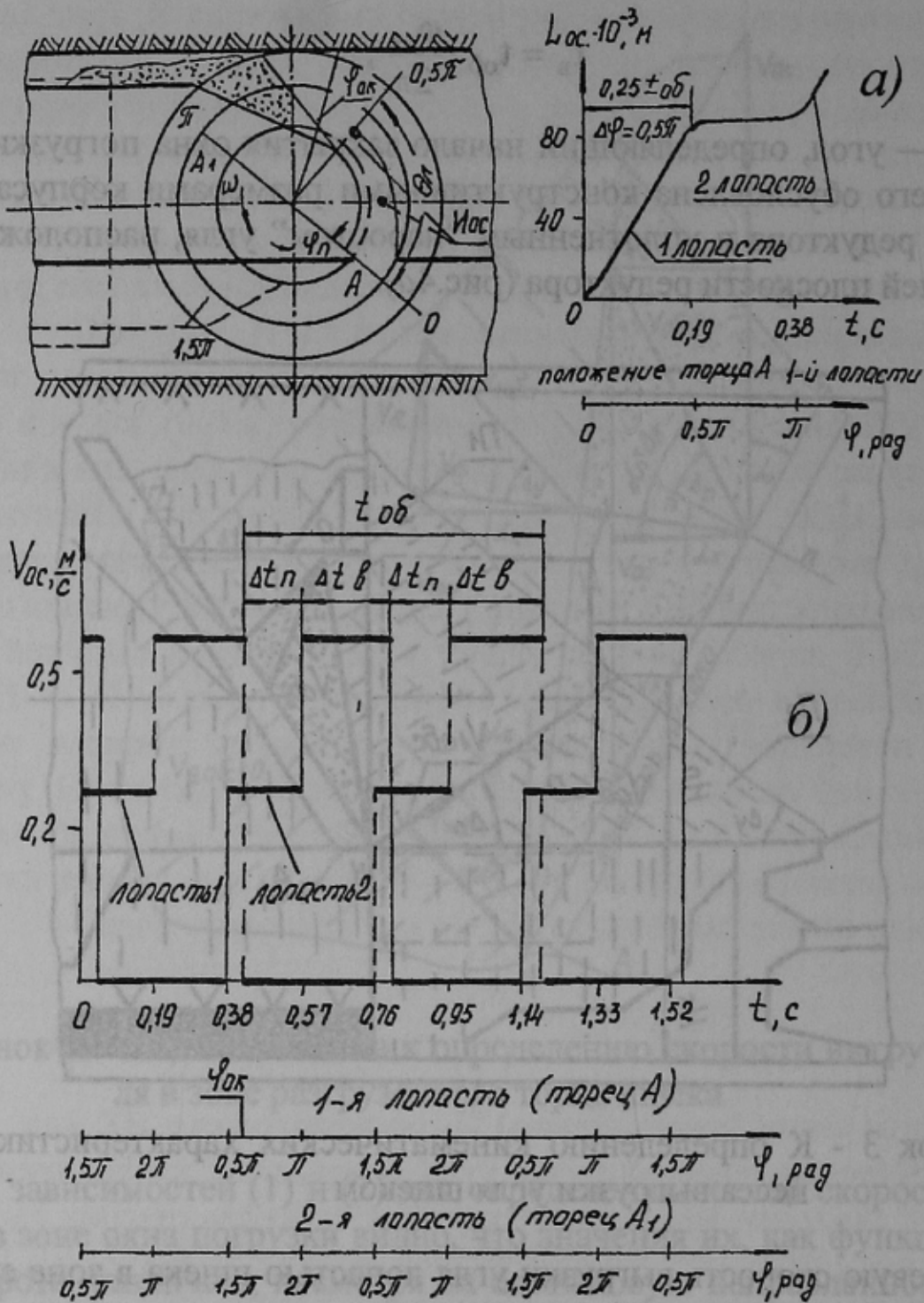


Рисунок 4 - К определению периодичности процесса выгрузки угля шнеком

Отсюда видно, что выгрузка угля шнеком имеет повторяющийся через период, равный  $\pi$ , неравномерный скачкообразный характер. Величина коэффициента неравномерности осевой скорости, установленная по выражению  $K_{ос}^v = 2V_{1ос} \cdot (\tilde{V}_{ос} + V_{1ос})^{-1}$ , составляет 1,3-1,35. В

суммарном процессе выгрузки угля двумя лопастями из рабочего пространства осевая скорость в окне выгрузки не падает до нуля, а, следовательно, отсутствует пауза выгрузки. Пауза в понимании [4] проявляется во время погрузки угля на конвейер с наименьшей осевой скоростью  $\tilde{V}_{oc}$ , величина которой недостаточна для продвижения угля от разгрузочного торца к борту конвейера на расстояние 450 мм. Кинетическая энергия перемещаемой в валке массы угля со скоростью  $\tilde{V}_{oc}$  расходуется на уплотнение впереди лежащих слоев, на подготовку и образование наклонной поверхности скольжения  $S_{п}$ , по которой в следующей фазе произойдет погрузка угля на конвейер со скоростью  $V_{loc}$ . Визуально это выглядит в виде импульса внутри спрессованного валка, или вспучивания призмы перед конвейером без дальнейшего ее продвижения в направлении погрузки. Продолжительность паузы погрузки меньше или равна продолжительности выгрузки угля лопастью при выходе тела давления на уровень борта конвейера ( $\Delta t_{п} \leq \Delta \tilde{t}_{в}$ ) и определяется по зависимости

$$\Delta t_{п} = t_{об} \cdot \left( \frac{\theta_{л} - \varphi_{ок} + 0,5\pi}{2\pi} \right) \cdot \left( 1 + \frac{l_{т}}{l_{т}} \right), \quad (7)$$

где  $l_{т}$  — текущая координата длины транспортирования угля на конвейер. При выгрузке угля двумя лопастями продолжительность паузы составляет 40-50% времени оборота шнека, что наглядно видно из рис.4б. Из (7) следует, что при увеличении длины транспортирования продолжительность паузы при выгрузке угля на конвейер увеличивается.

В фазе перемещения угля лопастью над бортом конвейера погрузка осуществляется с максимальной скоростью  $V_{loc}$  по свободной наклонной поверхности скольжения  $S_{п}$  с поднятием разрушенного материала на высоту  $H_{п}$  и дальнейшим его пересыпанием на конвейер. Продолжительность погрузки в этом случае может быть выражена зависимостью (5).

#### Список источников

1. Бойко Н.Г., Шевцов В.Г. Формирование напряженного состояния выгружаемого угля в зоне разгрузочного торца шнека малого диаметра //Известия вузов. Горный журнал.— 1995. — №2 — с.102-109.
2. Устройство для измерения осевой скорости угля, выгружаемого шнеками очистных комбайнов /Н.Г. Бойко, В.Г. Нечепав, В.Г. Шевцов, А.В. Болтян //Горные машины и автоматика.— М.: ЦНИЭИуголь, 1983.—№3.— с.18-19.
3. Косте Ж., Санглера Т. Механика грунтов: Практ. курс. /Пер. с. французского В.А. Барвашова: Под ред Б.И. Кулачкина.— М.: Стройиздат, 1981. — 455 с.
4. Бойко Н.Г. Теория рабочих процессов комбайнов для добычи угля из тонких пологих пластов. Дисс. докт. тех. наук.— М.,1985. — 287 с.