

УДК 622.232.72.031.2

О ХАРАКТЕРЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ВЫГРУЖАЕМОГО УГЛЯ В ЗОНЕ КОРПУСА ПОВОРОТНОГО РЕДУКТОРА ШНЕКА МАЛОГО ДИАМЕТРА

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

Установлены закономерности перемещения угля в зоне корпуса поворотного редуктора шнека.

Laws of coal movement in a zone of turning gearbox casing of a screw are established.

В фазе перемещения угля лопастью в зоне корпуса поворотного редуктора привода шнека, сопротивление выгрузке в осевом направлении практически равно бесконечности, следовательно, скорости движения угля, как вдоль лопасти $V_{л}$, так и в осевом направлении $V_{ос}$ близки к нулю. Тело давления ГНЕ в прижатом состоянии к поверхностям лопасти и ступицы шнека движется вместе с ними без радиального его перемещения "от центра" шнека, о чем свидетельствуют направленные "к центру" шнека радиальные давления $\tau_{рт}$ и нормальные σ_{yt} действующие со стороны тела давления на лопасть и ступицу шнека (рис.1). Все это приводит к тому, что тело давления в заклиненном состоянии движется с абсолютной скоростью $V_{абс}$, близкой к окружной скорости лопасти $V_{ок}$.

Окружная скорость перемещения некоторой площадки, взятой на криволинейной поверхности скольжения S_1 клиновидного тела ГНЕ — $V_{ок}(\theta)$, а тангенциальная и нормальная скорости соответственно $V_{\tau}(\theta) = V_{ок}(\theta) \cdot \cos\lambda(\theta)$ и $V_{п}(\theta) = V_{ок}(\theta) \cdot \sin\lambda(\theta)$ (рис.1).

Силовое воздействие лопасти шнека на разрушенный уголь, находящийся в межлопастном пространстве вне зоны образования тела давления (область I, рис.1) осуществляется через криволинейную поверхность скольжения S_1 , которая является поверхностью разрыва, где нормальные давления P_n , направленные вдоль нее, испытывают разрыв, а нормальные к ней σ_y и касательные τ_y , изменяются непрерывно [1]. Из условия пластичности в виде:

$$(F_n - \sigma_y)^2 + \tau_y^2 = \tau_n^2, \quad (1)$$

где

$$F_H = P_H \cdot K_P = P_H \left[\frac{\cos^2 \varepsilon_1 + (1 - \sin \Delta_y) \cdot (1 + \sin \Delta_y)^{-1} \cdot \sin^2 \varepsilon_1}{\cos^2 \varepsilon + (1 - \sin \Delta_y) \cdot (1 + \sin \Delta_y)^{-1} \cdot \sin^2 \varepsilon} \right], \quad (2)$$

$$\sigma_y = F_H \left[\frac{\operatorname{tg}^2 \varepsilon + (1 - \sin \Delta_y) \cdot (1 + \sin \Delta_y)^{-1}}{1 + (1 - \sin \Delta_y) \cdot (1 + \sin \Delta_y)^{-1} \cdot \operatorname{tg}^2 \varepsilon_1} \right], \quad (3)$$

(здесь ε и ε_1 — углы, определяющие направления формирования тела давления относительно рабочей поверхности лопасти [2], Δ_y — угол внутреннего трения выгружаемого угля), найдем, что

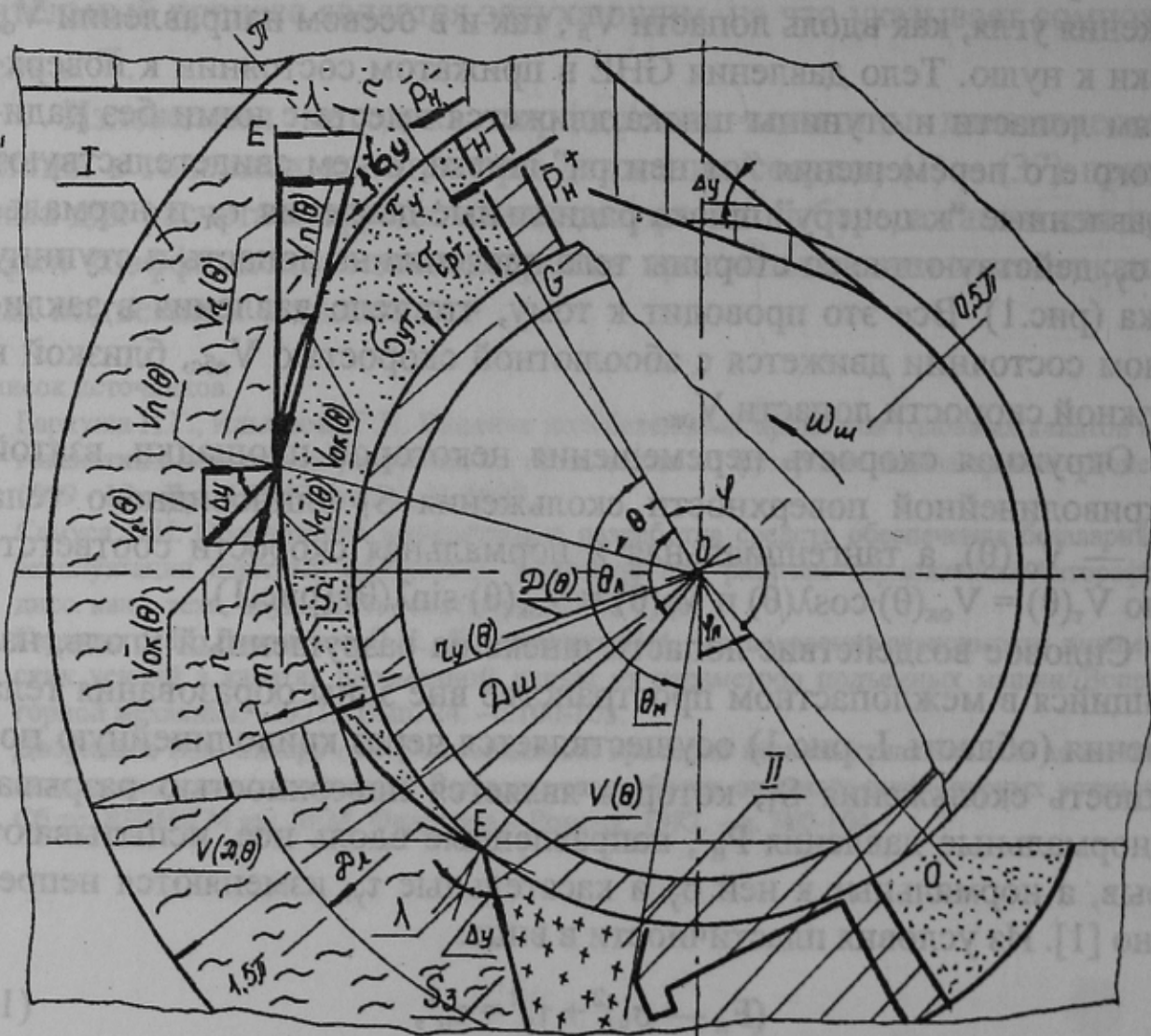


Рисунок 1 — К определению кинематических характеристик процесса выгрузки угля

$$\left. \begin{array}{l} \bar{P}_H^+ \\ \bar{P}_H^- \end{array} \right\} = \left[\sigma_y \pm 2\sqrt{0,25(\sigma_1 - \sigma_3)^2 - (\sigma_y \cdot f_y)^2} \right], \quad (4)$$

т.е. скачок нормальных давлений P_H равен $4\sqrt{0,25(\sigma_1 - \sigma_3)^2 - (\sigma_y f_y)^2}$, где f_y — коэффициент внутреннего трения выгружаемого угля.

Так, при максимальных средних нормальных давлениях угля на лопасть $\bar{P}_{H\max}^+$, равных 100-120 кПа, максимальные средние давления $\bar{P}_{H\max}^-$, формирующиеся в соприкасающемся массиве разрушенного угля, составляют 30-40 кПа, а давления $\bar{\sigma}_{y\max}$ достигают значений 50-60 кПа.

Поскольку силовое воздействие лопасти шнека на выгружаемый уголь таково, что $\bar{P}_H^+ \gg \bar{P}_H^-$, а $\sigma_y > \bar{P}_H^-$ то разрушенный уголь, окружающий тело давления, надо полагать, или вообще не движется в направлении выгрузки, или перемещается со скоростью, гораздо меньшей скорости движения клиновидного тела давления.

Согласно [1] на поверхности разрыва нормальные составляющие скорости $V_n(\theta)$ непрерывны, а разрыв терпят только тангенциальные скорости $V_\tau(\theta)$. Результирующая скорость $V(\theta)$ некоторой площадки разрушенного массива, окружающего тело давления, отклонена от нормальной скорости $V_n(\theta)$ на угол внутреннего трения Δ_y . Отсюда легко установить, что тангенциальная скорость площадки $V_\tau^-(\theta) = V_{ок}(\theta) \cdot \sin\lambda(\theta) \cdot \text{tg}\Delta_y$ а окружная $V_{ок}^-(\theta) = V_{ок}(\theta) \cdot \text{tg}\lambda(\theta) \cdot \text{tg}\Delta_y$. Соотношение окружных скоростей $V_{ок}(\theta) \cdot [V_{ок}^-(\theta)]^{-1} = [\text{tg}\lambda(\theta) \cdot \text{tg}\Delta_y]^{-1}$ в пределах тела давления изменяется от 7,5 до 5,2. Полагая, что в зоне корпуса поворотного редуктора привода шнека ввиду отсутствия осевого перемещения угля $V_{ок}(\theta) = \omega_{ш} \cdot r_y(\theta)$, частота вращения шнека диаметром 560 мм $\omega_{ш} = 8,38 \text{ с}^{-1}$ и $r_y(\theta)|_{\theta=0} = 0,5 \cdot D_{ш} = 0,215 \text{ м}$, получим: $V_{ок} = 1,8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$, $V_{ок}^- = 0,24 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$. Распределение скоростей движения угля в разрушенном массиве относительно цилиндрической поверхности диаметром $D_{ш}$ выражается зависимостью:

$$V(D, \theta) = V_{ок}^-(\theta) \left\{ 1 + [0,5D(\theta) - r_y(\theta)] (0,5D_{ш} - r_y(\theta))^{-1} \right\} \quad (4)$$

здесь $V_{ок}^-(\theta) = \text{const}$, $D(\theta)$ — текущий диаметр.

Поскольку скорость движения угля, заключенного в объеме тела давления, значительно выше скорости движения соприкасающегося с ним разрушенного угля, то при визуальном наблюдении за процессом выгрузки угля шнеком малого диаметра создается впечатление о скольжении скоростного потока в некотором недвижущемся или медленно вращающемся цилиндрическом теле, состоящем из разрушенного материала.

Отсюда следует, что лопастью шнека "захватывается" и перемещается в направлении выгрузки практически только лишь объем угля, заключенный в теле давления клиновидной формы. Разрушенный уголь (область I), окружающий тело давления и находящийся в поле его силового воздействия, проскальзывает относительно него и отбрасывается в направлении скорости $V(\theta)$, отклоненной от радиальной на угол, близкий к углу внутреннего трения угля.

В области II (рис.1), прилегающей к тыльной стороне впереди идущей лопасти, где разрушенная масса не подвержена силовому воздействию со стороны тела давления [3] (т.к. при $\theta > \theta_n$ давления равны нулю, а $V(\theta)$ направлена вдоль поверхности скольжения S_3) уголь находится в ненапряженном состоянии, в направлении выгрузки не перемещается, а постоянно перебрасывается, следуя во вращательном движении за тыльной поверхностью лопасти.

Таким образом, в фазе перемещения угля в зоне корпуса поворотного редуктора привода шнека к моменту открытия окна погрузки к выгрузке стремится лишь только объем угля, заключенный в объеме тела давления и составляющий примерно 45% полезного рабочего объема у разгрузочного торца шнека.

Список источников

1. Теория пластичности. Аркулис Г.Э., Дорогобид В.Г. Учебное пособие для вузов. М.: Металлургия, 1987, 352с.
2. Бойко Н.Г., Шевцов В.Г. Формирование напряженного состояния выгружаемого угля в зоне разгрузочного торца шнека малого диаметра //Известия вузов. Горный журнал.— 1955. — №2. — с.102-109.
3. Шевцов В.Г. Снижение неравномерности нагрузки и повышение производительности комбайнов со шнековым исполнительным органом для тонких пологих пластов. Дис. канд. техн. наук: 05.05.06 — Донецк, 1997, 303с

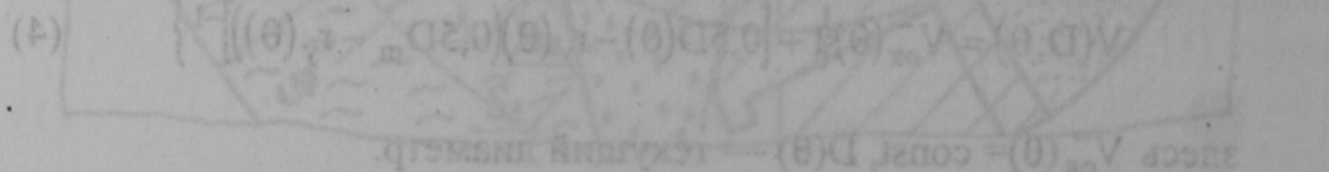


Рисунок 1 — К определению динамических характеристик процесса выгрузки угля