УДК 622.063.23

Д.А.СИДЯКИН
Пермский государственный технический университет

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И КОНСТРУКЦИИ ШНЕКОВОГО ГРУЗЧИКА ПРОХОДЧЕСКО-ОЧИСТНОГО КОМБАЙНА

Установлено, что наибольшее влияние на производительность шнека проходческо-очистных комбайнов оказывает диаметр ступицы. Для обеспечения максимальной производительности необходимо, чтобы диаметр ступицы был в 3,3 раза меньше диаметра лопасти шнека.

It is established that the hub diameter critically affects the performance of the auger-type heading-and-winning machines. To secure the maximal output the hub diameter should be 3.3 times smaller than the auger blade diameter.

Шнеки проходческо-очистных комбайнов обеспечивают выравнивание почвы выработки, перемещение и погрузку горной массы. Исполнительно-погрузочные шнековые органы потребляют около трети подводимой к комбайну энергии, оказывают существенное влияние на гранулометрический состав руды и имеют сравнительно небольшой диаметр (до 710 мм).

При условии, что груз перемещается в осевом направлении, производительность шнека*

$$Q = \frac{\pi}{4}(D_л^2 - D_с^2)K_{зап}K_ц\omega(S - \frac{\delta N_з}{\cos\alpha})\gamma,$$

где $D_л$, $D_с$ – диаметр шнека соответственно по лопастям и ступицы; $K_{зап}$, $K_ц$ – коэффициенты заполнения и циркуляции; ω – частота вращения шнека; S, δ – средний шаг и толщина винтовой линии; $N_з$ – число заходов; α – угол подъема винтовой линии; γ – насыпная плотность груза.

Из расчетной схемы шнекового грузчика (рис.1) видно, что коэффициент заполнения

$$K_{зап} = \frac{F_к - F_с}{F_к} = 1 - \frac{F_с}{F_к},$$

где $F_с = F_1 - F_2$; $F_с$, F_1, F_2, и $F_к$ – площадь соответственно незаполненного, большого и малого сегментов и кольца.

После подстановки F_1, F_2, $F_к$ и обозначения $P = 1/4\,K_ц\omega(S - \delta N_з/\cos\alpha)\gamma$ получим

$$F_с = 1/4\,(D_л^2 \arccos(D_с - 2h/D_л) - (D_с - 2h)\sqrt{D_л^2 - (D_с - 2h)^2} - D_с^2 \arccos\left(1 - \frac{2h}{D_с}\right) + (D_с - 2h)\sqrt{D_с^2 - (D_с - 2h)^2}\,);$$

$$K_{зап} = 1 - [D_л^2 \arccos\left(\frac{D_с - 2h}{D_л}\right) - (D_с - 2h)\sqrt{D_л^2 - (D_с - 2h)^2} - D_с^2 \arccos\left(1 - \frac{2h}{D_с}\right) + (D_с - 2h)\times \sqrt{D_с^2 - (D_с - 2h)^2}\,]/[\pi(D_л^2 - D_с^2)];$$

$$Q = P[\pi(D_л^2 - D_с^2) - D_л^2 \arccos\left(\frac{D_с - 2h}{D_л}\right) + (D_с - 2h)\sqrt{D_л^2 - (D_с - 2h)^2} + D_с^2 \arccos\left(1 - \frac{2h}{D_с}\right) - (D_с - 2h)\times \sqrt{D_с^2 - (D_с - 2h)^2}\,],$$

Миничев В.И. Угледобывающие комбайны. Конструирование и расчет. М.: Машиностроение, 1976. 248 с.

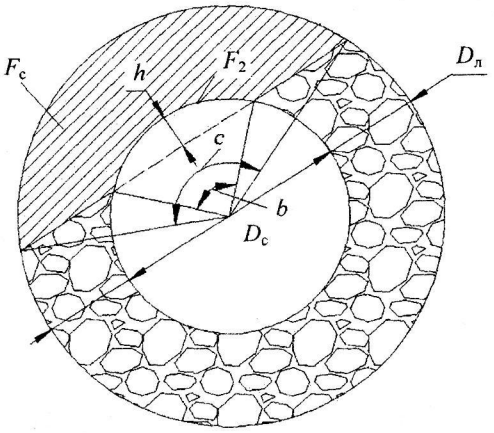


Рис.1. Расчетная схема шнекового грузчика

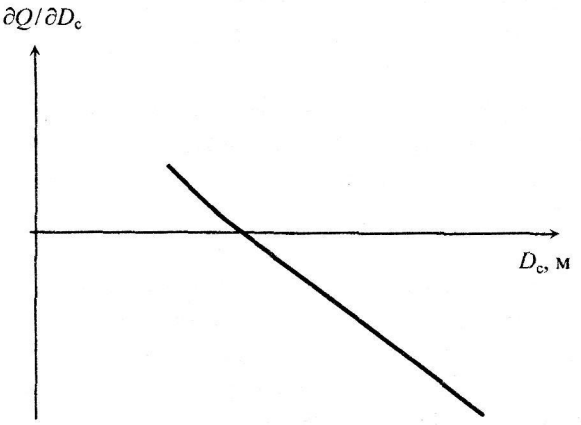


Рис.2. График функции $\partial Q/\partial D_c$

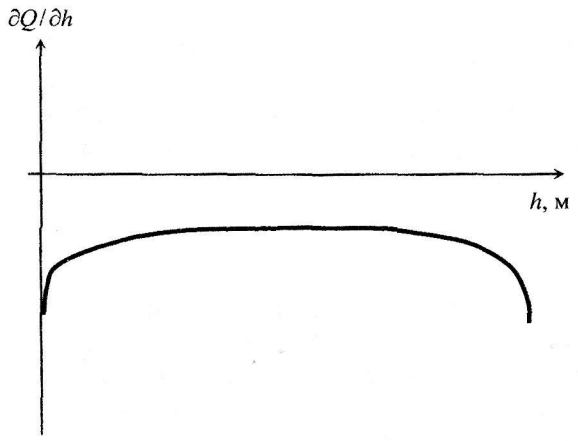


Рис.3. График функции $\partial Q/\partial h$

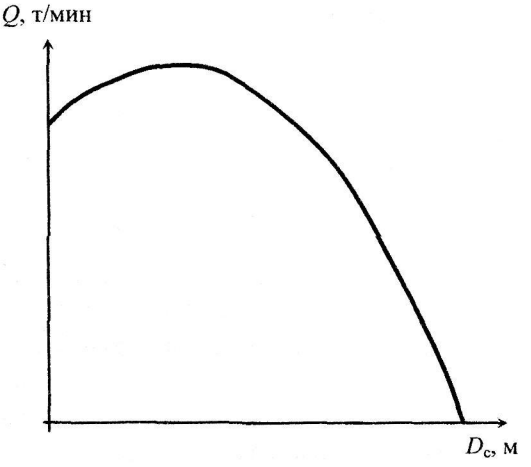


Рис.4. График функции $Q(D_c)$

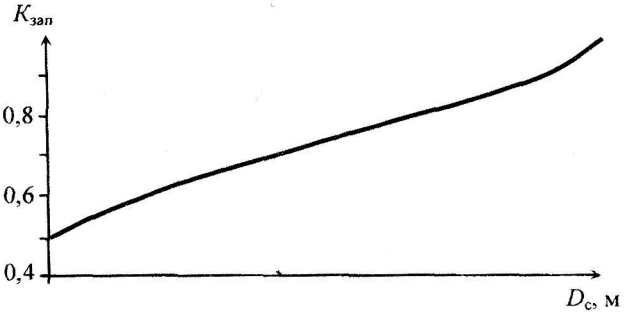


Рис.5. График функции $K_{зап}(D_c)$

где h – отклонение линии средней площади перемещаемого груза от касательной к ступице шнека.

При постоянных значениях $D_с$ и $D_л$ параметр h характеризует влияние площади поперечного сечения груза на производительность шнека.

При постоянном значении диаметра лопасти производительность шнека зависит от диаметра ступицы $D_с$ и отклонения h. Проведенные исследования показали, что наибольшее влияние на производительность шнека оказывает диаметр ступицы и для всех его значений имеется область возрастания, убывания и точки максимума функции.

Экстремальные значения функции, определяемые по условиям $\partial Q/\partial D_с = 0$ при $h = \text{const}$ и $\partial Q/\partial h = 0$ при $D_с = \text{const}$, имеют вид

$$\begin{cases} D_с\left(\arccos-(1-2h/D_с)-\pi\right)+ \\ +\sqrt{D_л^2-(D_с-2h)^2}-\sqrt{D_с^2-(D_с-2h)^2}=0; \\ \sqrt{D_с^2-(D_с-2h)^2}=0. \end{cases}$$

По данным уравнениям построены графики функций, приведенные на рис.2 и 3.

Функция $\partial Q/\partial D_с$ (см. рис.2) изменяется по закону, близкому к линейному, имеет положительные и отрицательные значения, что свидетельствует о существовании областей возрастания и убывания производительности при увеличении диаметра ступицы.

Функция $\partial Q/\partial h$ корней не имеет (см. рис.3), а производительность шнека $Q = f(h)$ достигает экстремальных значений на границах интервала.

Из-за малого влияния отклонения h на производительность шнека функцию $Q = f(D_с, h)$ можно рассматривать как функцию одной переменной $Q = f(D_с)$, а $h = 0$. Тогда

$$K_{зап}(D_с) = 1 - [D_л^2 \arccos(D_с/D_л) - D_с\sqrt{D_л^2 - D_с^2}]/[\pi(D_л^2 - D_с^2)];$$

$$Q(D_с) = P\pi(D_л^2 - D_с^2)(1 - [D_л^2 \arccos(D_с/D_л) - D_с\sqrt{D_л^2 - D_с^2}]/[\pi(D_л^2 - D_с^2)].$$

Графики функций $Q(D_с)$ и $K_{зап}(D_с)$ представлены соответственно на рис.4 и 5.

Производная от функции $Q(D_с)$ по диаметру ступицы имеет вид

$$dQ(D_с)/dD_с = 2P(\sqrt{D_л^2 - D_с^2} - \pi D_с).$$

Из условия нахождения экстремумов функций ($dQ(D_с)/dD_с = 0$) оптимальный диаметр ступицы

$$D_с = D_л/\sqrt{1+\pi^2} = D_л/3{,}33.$$

Таким образом, для обеспечения максимальной производительности шнекового грузчика необходимо, чтобы диаметр ступицы был в 3,3 раза меньше диаметра лопасти шнека.

Научный руководитель доц. *Н.В.Чекмасов*