

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОГРУЗОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ  
КОМБАЙНОВ «УРАЛ-20Р»**

**И.Е. Звонарев**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский горный университет» (Горный университет, СПГУ)

Россия, г. Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., 2, 199106

E-mail: [ZVano@mail.ru](mailto:ZVano@mail.ru)

В настоящее время на калийных рудниках РФ наибольшее распространение получили проходческо-очистные комбайны типа «Урал-20Р», техническая производительность которых ограничена производительностью шнековых грузчиков и скребковых конвейеров-перегрузателей. Совершенствование конструкции данных узлов является актуальной задачей.

Шнеки комбайнов «Урал-20Р» смонтированы на общем валу, кинематически связаны с бермовыми исполнительными органами. Вращающий момент на бермы и шнеки передается от двух электродвигателей суммарной мощностью 150 кВт. Установлено, что на отбойку руды резцами шнеков и бермовых фрез затрачивается мощность, не превышающая 70 кВт [1], следовательно, основная часть энергии затрачивается на погрузку горной массы, что свидетельствует о наличии значительных сопротивлений при перемещении отбитой руды.

Однозаходные шнеки комбайнов «Урал-20Р» обеспечивают подачу руды на конвейер порционно, дискретными объемами, что определяет значительные вибрации рамы при работе скребкового перегружателя и формирование динамических составляющих нагрузок на привод конвейера. Неравномерность распределения горной массы по длине шнека обусловлена увеличением количества выдаваемой руды по направлению к разгрузочному концу шнека и напорным действием лопасти, перед которой образуется движущийся вал перемещаемого материала. Производительность шнека по транспортирующей способности равна

$$Q_{ш} = \frac{\pi}{4} (D_n^2 - D_c^2) \omega K_3 \left( S - \frac{\delta N_3}{\cos \beta} \right) \gamma, \quad (1)$$

где  $Q_{ш}$  – производительность шнека по транспортирующей способности, т/мин;  $D_n$  и  $D_c$  – диаметр лопасти и ступицы шнека соответственно, м;  $\omega$  – частота вращения шнека, об/мин;  $K_3$  и  $S$  – коэффициент заполнения и шаг шнека;  $N_3$  – число заходов шнека;  $\delta$  – толщина лопасти шнека, м;  $\beta$  – угол подъема лопасти шнека, град;  $\gamma$  – плотность калийной руды в насыпке, т/м<sup>3</sup>.

Из выражения (1) следует, что наибольшее влияние на погрузочную способность оказывают диаметры лопасти и ступицы шнекового органа, точнее отношение  $D_n/D_c$ . Для шнеков комбайнов «Урал-20Р» отношение  $D_n/D_c=1,7$ . Доказано, что при проектировании шнеков, осуществляющих погрузку горной массы, следует принимать  $D_n/D_c > 2,5$ . В меньшей степени на транспортирующую способность шнека влияет число заходов рабочей лопасти. Результаты экспериментальных исследований показывают, что влияние числа заходов  $N_3$  на производительность  $Q_{ш}$  больше проявляется при малых значениях коэффициента  $K_3$ , а при значительном заполнении шнека величиной  $\delta N_3/\cos \beta$  можно пренебречь [2].

Рама скребкового конвейера комбайна «Урал-20Р» установлена под углом 18° к плоскости гусеничной ходовой тележки. Следует учитывать, что данные выемочные машины могут использоваться в выработках с углами наклона  $\pm 12^\circ$ . Соответственно, угол наклона конвейера относительно горизонтальной плоскости  $\alpha$  может составлять до 30°. Угол естественного откоса калийной руды, отделенной от массива и находящейся в состоянии покоя, составляет 35...40°. При работе комбайна, сопровождающейся значительными вибрациями рамы конвейера и неравномерностью движения цепи, угол естественного откоса перемещаемой руды  $\rho$  составляет 20...25° [3]. В зависимости от угла наклона  $\alpha$  производительность конвейера рассчитывается

$$\begin{cases} \alpha < \rho; \\ Q_k = 60 \gamma v_{цк} l_{цк} \left( h_{цк} + \frac{\sin(\rho+\alpha) \sin(\rho-\alpha)}{2 \sin 2\rho} t_{цк} \right); \end{cases} \quad \begin{cases} \alpha \geq \rho; \\ Q_k = 60 \gamma v_{цк} l_{цк} \left( h_{цк} - \frac{\operatorname{tg}(\rho-\alpha)}{2} t_{цк} \right), \end{cases} \quad (3)$$

где  $\alpha$  – угол наклона рамы конвейера относительно горизонтальной плоскости, град;  $\rho$  – угол естественного откоса калийной руды, перемещаемой по решетку конвейера, град;  $Q_k$  – теоретическая

производительность конвейера, т/мин;  $v_{ц}$  – скорость движения цепи конвейера, м/с;  $l_{ск}$  – длина скребка, м;  $h_{ск}$  – высота скребка, м;  $t_{ск}$  – расстояние между скребками, м.

При расчете производительности конвейера зададим  $\rho=22^\circ$ . Тогда условие  $\alpha < \rho$  выполняется при движении комбайна вверх по выработке с углом наклона до  $12^\circ$  и при движении вниз по выработке с углом наклона до  $-4^\circ$ . В указанной области применения комбайна, в соответствии с выражением (2), производительность конвейера пропорционально возрастает с увеличением скорости движения цепи и геометрических размеров скребка. Уменьшение расстояния между скребками приводит к снижению производительности перегружателя. Увеличение наклона выработки от  $-4$  до  $-12^\circ$  ( $\alpha \geq \rho$ ) приводит к интенсивному снижению производительности конвейера. Значительно уменьшается объем руды, перемещаемый между скребками перегружателя комбайна. В соответствии с выражением (3), уменьшение шага расстановки скребков позволит повысить производительность конвейера. Графики изменения производительности конвейера в зависимости от угла наклона выработки приведены на рисунке 1. График 1 построен в соответствии с техническими характеристиками скребкового конвейера-перегрузателя комбайна «Урал-20Р»:  $v_{ц}=1,24$  м/с;  $l_{ск}=0,72$  м;  $h_{ск}=0,087$  м;  $t_{ск}=0,516$  м;  $\gamma=1,3$  т/м<sup>3</sup>;  $\rho=22^\circ$ . Полученный график показывает, что расчетная теоретическая производительность конвейера больше значения производительности, указанной в технической документации комбайна «Урал-20Р», при наклоне рамы конвейера относительно горизонтальной плоскости  $\alpha < 18^\circ$ . При  $\alpha=30^\circ$  значение производительности конвейера  $Q_k$  составляет 3,4 т/мин, что более чем в 2 раза меньше паспортной производительности комбайна.

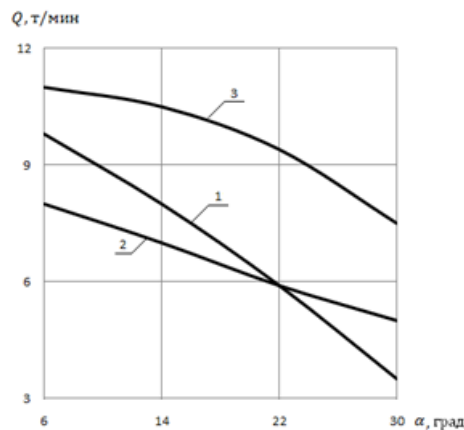


Рис. 1. Графики изменения производительности скребкового конвейера-перегрузателя комбайна в зависимости от угла наклона выработки: 1 – конвейер комбайна «Урал-20Р»; 2 – шаг расстановки скребков уменьшен в 1,5 раза; 3 – высота скребков увеличена в 1,5 раза

Увеличение производительности скребкового шнеков и конвейера-перегрузателя комбайна «Урал-20Р» возможно посредством использования следующих технических решений. Обеспечение отношения  $D_n/D_c > 2,5$  позволит повысить транспортирующую способность шнеков, а установка двухзаходных шнеков обусловит более равномерную погрузку руды из призабойного пространства на скребковый конвейер, что существенно снизит вибрации и динамические нагрузки приводов погрузочного оборудования комбайна «Урал-20Р».

Уменьшение шага расстановки и увеличение высоты скребков в 1,5 раза по сравнению с конвейером комбайна «Урал-20Р» позволит увеличить минимальную расчетную производительность скребкового перегружателя  $Q_k$  в 1,5 и 2,25 раза соответственно. Для более эффективного использования проходческо-очистных комбайнов «Урал-20Р» необходимо планировать очистные и подготовительные работы таким образом, чтобы проводимые выработки имели нулевые или положительные углы наклона.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чекмасов Н.В., Шишлянников Д.И., Трифанов М.Г. Оценка эффективности процесса разрушения калийного массива резцами исполнительных органов комбайнов «Урал-20Р» // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2013. – № 6. – С. 103-107.
2. Миничев В.И. Угледобывающие комбайны. Конструирование и расчет. – М.: Машиностроение, 1976. – 248 с.
3. Кабиев С.К. и др. Комбайны для добычи калийных руд. – М.: Недра, 1990. – 200 с.