

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ЗАБОЙНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

Казаченко Г.В., Басалай Г.А., Русак А.О., Элясов М.А.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Рассмотрены эксплуатационные показатели скребковых конвейеров при их использовании в составе очистных комплексов в подземных горных выработках. Приведена методика расчета забойного конвейера.

Конвейеризация транспорта в шахтах осуществляется, в основном, тремя типами конвейеров: скребковыми, ленточными и пластинчатыми. На выбор типов конвейеров, их конструкций и параметров, решающее влияние оказывают условия работы и требования, которые предъявляются к конвейерному транспорту при эксплуатации в угольных и рудничных шахтах. Скребковые конвейеры в настоящее время являются, по существу, единственным типом забойного конвейера, применяемого при принятой в рудничных шахтах системе разработки длинными столбами (лавами). Они наиболее технологично вписываются в забойный механизированный комплекс.

Современный забойный конвейер комплексно-механизированной лавы обеспечивает:

- транспортирование горной массы из лавы и подачу ее на последующие транспортные средства;
- поддерживание и направление комбайна в процессе его перемещения;
- перемещение конвейера совместно с комбайном посредством воздействия комплекса крепи на место нового рабочего хода;
- направление передвижения секций механизированной крепи, сохраняя постоянство шага секций по длине лавы;
- защиту от возможных перегрузок.

Скребковый конвейер (Рис.1), как правило, включает в себя: - цепной тяговый орган со скребками; - рештачный став; -навесное оборудование; -приводные и натяжные станции.

Навесное оборудование служит для системы подачи комбайна, связи конвейера с секциями крепи и ряда других функций.

Рештачные ставы забойных конвейеров состоят из рештаков, связь между которыми осуществляется болтами или резьбовыми стержнями, и допускает небольшие повороты рештаков относительно друг друга.

Как рештачный став, так и тяговые цепи, а также приводы конвейера работают в условиях больших и изменяющихся нагрузок, что предъявляет к ним особые требования, которые необходимо учитывать при проектировании конвейеров.

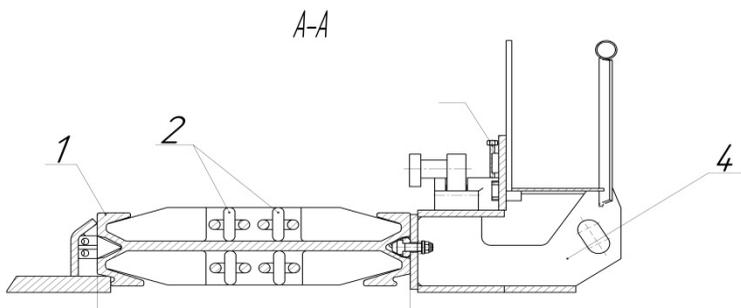
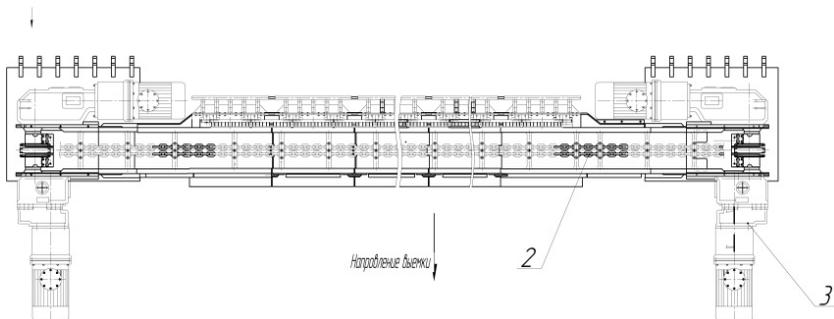
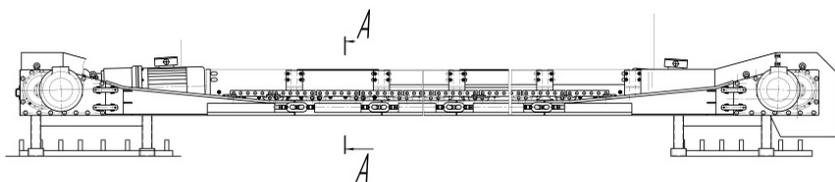


Рисунок 1. Забойный конвейер

- 1 – решетчатый став; 2 – тяговые цепи со скребками;
3 – приводные станции; 4 – навесное оборудование.

Рис. 1. Схема забойного скребкового конвейера

Исследования и некоторые результаты

Основная особенность забойных скребковых конвейеров, как механических систем, заключается в том, что они представляют собой механические системы переменной массы. Причем при поступлении массы на конвейер последняя приобретает поступательную скорость равную скоро-

сти конвейера. Поэтому тяговое усилие цепей конвейера можно представить в виде:

$$P_T = P_{mp} + P_g + P_u + P_{xx} + P_T^* , \quad (1)$$

где P_{mp} - сила трения перемещаемой породы о став конвейера;

P_g - составляющая силы тяжести при работе конвейера на наклонных к горизонту лавах;

P_u - инерционная сила, как следствие разгона поступающей на конвейер горной массы;

P_T^* - часть тягового усилия, возникающего от изменения массы передвигаемой породы;

P_{xx} - усилие холостого хода.

Для определения составляющих тягового усилия, связанных с величиной массы породы, перемещаемой конвейером, воспользуемся теоремой об изменении количества движения применительно к перемещающимся элементам конвейера.

$$P_T^* = \frac{d(m\mathcal{G}_k)}{dt} , \quad (2)$$

где m – масса перемещающихся элементов конвейера;

\mathcal{G}_k - скорость их перемещения, равная скорости конвейера.

Передвигаемая масса состоит из двух частей:

$$m = m_k + m_n , \quad (3)$$

где m_k – масса подвижных частей конвейера,

m_n – масса передвигаемой породы.

Учитывая, что масса породы на конвейера изменяется, имеем

$$\frac{d(m\mathcal{G}_k)}{dt} = \frac{dm}{dt} * \mathcal{G}_k + m * \frac{d\mathcal{G}_k}{dt} , \quad (4)$$

При постоянной стационарном режиме работы очистного комбайна:

$$\frac{d\mathcal{G}_k}{dt} = 0 , \quad (5)$$

Тогда в соответствии с формулой (1) тяговое усилие цепей конвейера

$$P_T = P_{mp} + P_g + P_u + P_{xx} + \rho * Q * \mathcal{G}_k ,$$

Так как $m_k = const$,

$$a \frac{dm_k}{dt} = \frac{dm_k}{dt} = \rho * Q , \quad (6)$$

где Q – объемная производительность конвейера,

ρ - плотность перемещаемой конвейером горной массы.

Сила трения породы о желоб:

$$P_{\text{тп}} = m_n * g * \cos \varphi * f, \quad (7)$$

где φ – угол наклона конвейера;

f – коэффициент трения породы о желоб.

Масса передвигаемой конвейером породы изменяется и зависит от длины его загруженной части.

$$m_n = \int_0^l \rho * F * d\ell, \quad (8)$$

где F – площадь поперечного сечения слоя породы на конвейере;

l – длина загруженной части.

В предельном случае l равна длине лавы L_x

Так как $Q = F * v_k$, то $F = \frac{Q}{v_k}$ и при полностью загруженном конвейере:

$$m_n = \int_0^{L_x} \rho * \frac{Q}{v_k} * d\ell = \rho * \frac{Q}{v_k} * L_x. \quad (9)$$

Таким образом, предельная сила трения

$$P_{\text{тп}} = f * \rho * g * \frac{Q}{v_k} * L_x * \cos \varphi, \quad (10)$$

Сила, необходимая для сообщения кинетической энергии поступающей на конвейер горной массе, может быть найдена из выражения:

$$P_u = \frac{N_k}{v_k}, \quad (11)$$

где $N_k = \frac{dT}{dt}$ – мощность, необходимая для сообщения кинетической энергии породе, поступающей на конвейер.

Запишем выражение для вычисления T :

$$T = \frac{1}{2} * m_n * v_k^2, \quad (12)$$

где T – кинетическая энергия, приобретаемая горной массой, поступившей на конвейер.

$$\text{Учитывая теперь, что } \frac{dm_n}{dt} = \rho * Q, \quad (13)$$

и принимая во внимание постоянство скорости конвейера, имеем

$$\frac{dT}{dt} = \frac{1}{2} * \rho * Q * v_k^2 = N_k, \text{ а} \quad (14)$$

$$P_u = \frac{\rho * Q * v_k}{2}, \quad (15)$$

Тогда окончательно тяговое усилие цепей конвейера при его полной загрузке:

$$P_T = L_x * \rho * g * \frac{Q}{v_k} * (f + \sin \varphi) + \frac{2}{2} * \rho * Q * v_k + P_{\text{тп}}. \quad (16)$$

Учитывая то, что производительность конвейера равна производительности комбайна можно записать

$$Q = B * H * v_n * K_P, \quad (17)$$

где κ_p – коэффициент разрыхления породы режущим органом комбайна,

\mathcal{G}_n – скорость подачи комбайна,

B – ширина захвата.

H – мощность пласта породы, вынимаемого комбайном.

Подстановка выражения (17) в выражение (16) дает возможность оценить влияние скорости комбайна на тяговое усилие конвейера. Действительно, в этом случае

$$P_T = L_k \cdot \rho \cdot g \cdot \frac{\mathcal{G}_n}{\mathcal{G}_k} \cdot \kappa_p \cdot (f + \sin \varphi) + \frac{3}{2} \cdot \rho \cdot B \cdot H \cdot \mathcal{G}_n \cdot \kappa_p \cdot \mathcal{G}_k + P_{\text{эл}} \quad , \quad (18)$$

Это соотношение показывает, что тяговое усилие зависит от скорости подачи комбайна, а также свойств самой горной массы и скорости самого конвейера. На рис. 2. приведены зависимости, иллюстрирующие влияние некоторых факторов на это усилие.

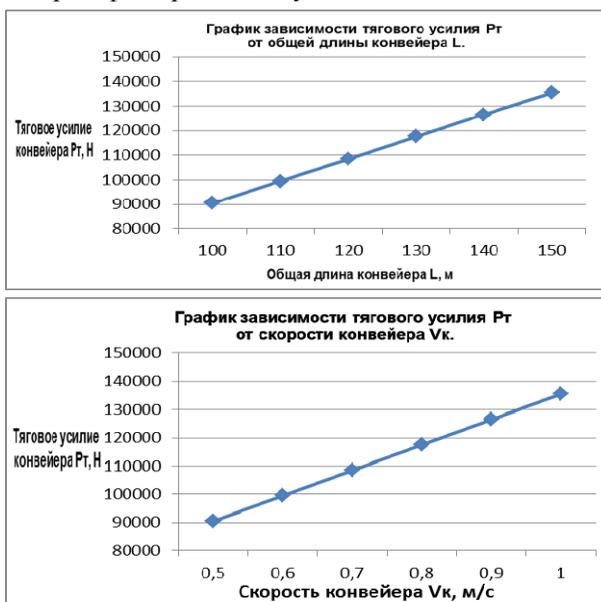


Рис. 2. Влияние скорости конвейера и длины лавы на тяговое усилие

Литература:

1. Морев, А.Б. Горные машины для калийных рудников / Морев А.Б., Смичник А.Д., Казаченко Г.В. -Минск: Интегралполиграф, 2009. -543с.