Записки Санкт-Петербургского горного института им.Г.В.Плеханова.
Том 141. СПб, 1995

УДК 622.643.2

Ю.Д.ТАРАСОВ

ЗАГРУЗКА ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

Загрузку высокоскоростных магистральных ленточных конвейеров при скоростях движения конвейерной ленты $v_л > 5$ м/с нецелесообразно осуществлять с помощью традиционных питающих устройств, а также желобов-ускорителей, так как конечные скорости $v_к$ истечения груза при использовании этих технических средств всегда будут меньше скорости $v_л$ движения ленты магистрального конвейера. Обеспечение условия $v_к = v_л$ практически невозможно по двум причинам: необходимо иметь большую длину наклонного желоба; скорость движения груза при скоростях, даже существенно меньших $v_л$, стабилизируется из-за парусности груза.

Для предохранения ленты магистрального конвейера от интенсивного износа и повышения ее ресурса могут быть использованы в качестве загрузочных устройств ускорительные ленточные питатели. Однако из-за большой разницы начальной и конечной скоростей движения груза на ускорительном питателе и существенного несовпадения направлений векторов скоростей подаваемого на питатель груза и ленты самого питателя лента нерационально используется по ширине, а также подвержена интенсивному износу из-за резкого утолщения потока груза на первоначальном участке зоны разгона.

Эти недостатки существующих ускорительных питателей могут быть в значительной мере устранены за счет установки вместо одного по меньшей мере двух последовательно размещенных питателей с уменьшающейся шириной ленты по мере разгона груза и при переменной желобчатости роликоопор их рабочих ветвей.[x]

Такое загрузочное устройство магистрального конвейера I состоит (рис.I) из загрузочного лотка 2, ускорительного ленточного питателя 4, последовательно с которым по тракту разгона груза установлен второй питатель 9. Он может быть размещен ступенчато по отношению к питателю 4 (рис.I,а) или в одной плоскости с ним (рис.I,б). Желобчатость роликоопор грузонесущей ветви ленты каждого питателя увеличивается в направлении движения груза от минимального угла α_0 наклона боковых роликов 3, 8 на начальном участке до

[x] Технические решения защищаются заявками на патенты РФ.

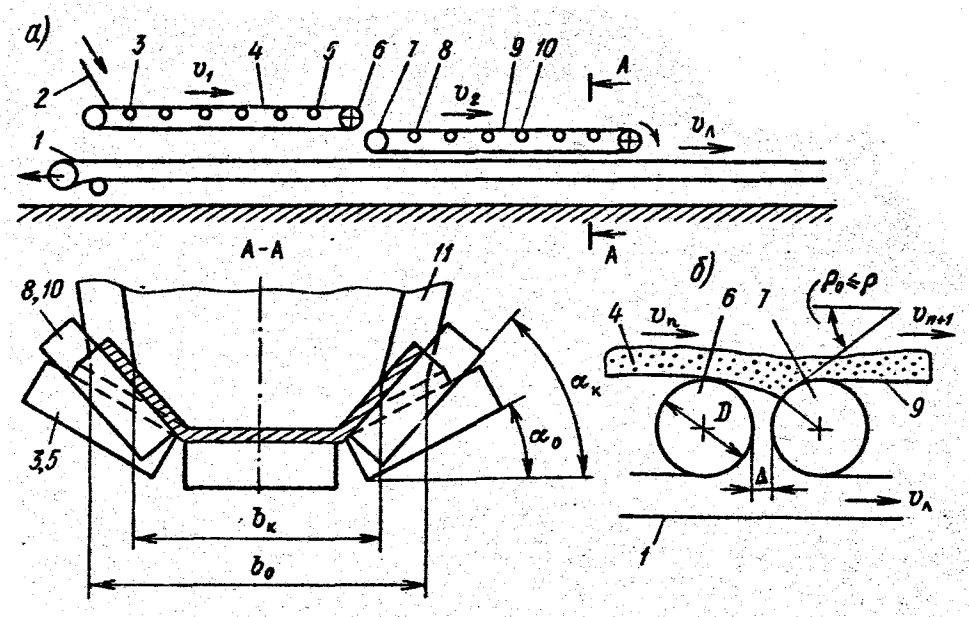


Рис.1. Схема загрузки магистрального ленточного конвейера

максимального угла $\alpha_к$ наклона роликов 5, I0 в конце. При этом проекция полезной ширины ленты на горизонтальную плоскость с минимальной желобчатостью будет b_0, а с максимальной $b_к < b_0$. Направляющие борта II соответственно сужаются в плане, а со стороны ленты – по высоте.

При размещении питателей в одной плоскости головной барабан 6 предыдущего питателя и концевой барабан 7 последующего размещены с зазором Δ, выбранным, исходя из возможности подачи груза на ленту магистрального конвейера I при пуске питателя, лента которого заполнена транспортируемым грузом, и на ленту последующего питателя при установившемся режиме работы.

В вариантах размещения питателей в разных плоскостях ширина ленты каждого последующего питателя выбирается из соотношения

$$B_{n+1}/B_n = \sqrt{v_n/v_{n+1}}\,, \qquad (I)$$

где B – ширина ленты; v – скорость движения ленты питателя; n – порядковый номер питателя по ходу движения груза.

При размещении питателей в одной плоскости соотношения углов α_0 и $\alpha_к$ приняты такими, чтобы отношение $b_0/b_к = (1+\cos\alpha_0)/(1+\cos\alpha_к)$ соответствовало принятому отношению B_{n+1}/B_n. Кроме того, скорость движения ленты предыдущего питателя в этом случае должна отвечать условию перегрузки груза без его просыпи при установившемся режиме работы:

$$v_n \geq \left[D(1-0{,}5\sin\rho)+\Delta\right]\sqrt{g\left[D(1-\cos\rho)\right]^{-1}}, \qquad (2)$$

где D – средний диаметр смежных барабанов; ρ – угол трения транспортируемого груза по ленте питателя; g – ускорение свободного падения.

В процессе разгона груза первым питателем ширина потока груза уменьшается в соответствии с уменьшающейся нагрузкой на единицу длины питателя за счет увеличивающейся желобчатости ленты. Суженный и уменьшенный по площади поперечного сечения поток груза перегружается на второй питатель, которым (при наличии только двух питателей) груз разгоняется до скорости $v_к$, соответствующей скорости $v_л$ ленты магистрального конвейера. Благодаря сужению потока ширина ленты второго питателя принимается меньше ширины ленты первого. За счет увеличивающейся желобчатости лент питателей по ходу движения груза уменьшается также площадь контакта груза с направляющими бортами, а следовательно, и работа сил трения, затрачиваемая на разгон груза, износ самих лент. Износ лент снижается также за счет формирования вместо одной двух зон разгона с уменьшенным суммарным объемом груза на первых участках зон разгона, что дополнительно уменьшает работу сил трения на разгон груза и площадь его контакта с направляющими бортами. При этом для второго варианта размещения питателей эти показатели еще снижаются за счет того, что вектор скорости v_n потока груза в зоне его встречи с лентой последующего питателя практически совпадает с направлением вектора v_{n+1} скорости движения ленты этого питателя.

Важным параметром, определяющим величину установленной мощности двигателя привода ускорительного питателя, является мощность $N_р$, затрачиваемая на разгон транспортируемого груза от начальной v_0 до конечной $v_к$ скорости движения груза, находящегося на ленте питателя. Рекомендуется эту мощность определять (при $v_0 = 0$) по формуле

$$N_р = \frac{Q v_к^2}{3{,}6(1-k)}, \qquad (3)$$

где Q – производительность питателя, т/ч; $v_к$ – скорость движения груза после его разгона, м/с; k – коэффициент, учитывающий трение разгоняемого груза о направляющие борта питателя.

Рабочую длину питателя рекомендуется подсчитывать по формуле [x]

$$l_р = \frac{v_к^2}{2gf(1-k)}, \qquad (4)$$

где f – коэффициент трения разгоняемого груза о ленту питателя.

---

[x] Проектирование и конструирование транспортных машин и комплексов / Под ред. И.Г.Штокмана. М.: Недра, 1986.

Приведенные расчетные формулы были бы справедливы при условии совпадения направлений векторов скоростей v_0 и $v_к$. Это условие практически невыполнимо, поэтому факт несовпадения направлений векторов v_0 и $v_к$ должен быть учтен при расчетах. Ранее было установлено[x], что на величину работы сил трения при разгоне груза влияет средняя толщина $h_п$ потока разгоняемого груза, а именно параметр $h = h_п / \sin\rho$, где ρ – угол встречи потока груза с плоскостью ленты питателя.

С учетом физических размеров потока груза, подаваемого на ленту горизонтального ускорительного питателя, мощность, затрачиваемая на разгон груза от скорости v_0 до скорости $v_к$,

$$N_р = \frac{Q v_к f}{3{,}6 f_р}\left[\frac{1{,}5\, v_0^3}{g h f_р}\left(\sqrt{1+a}-1\right)^2\left(\sqrt{1+a}+2\right)+v_к+v_0\sqrt{1+a}\left(\ln\frac{v_0\sqrt{1+a}}{v_к}-1\right)\right], \qquad (5)$$

где

$$a = \frac{2 g h f_р}{3 v_0^2}; \qquad f_р = f(1-k);$$

$f_р$ – приведенный коэффициент трения груза, учитывающий трение его о ленту ускорительного питателя f с учетом затормаживающего действия направляющих бортов, эта составляющая учитывается коэффициентом k.

При $h = 0$ и $v_0 = 0$ после раскрытия неопределенности в квадратных скобках формула (5) преобразуется в формулу (3), которая описывает частный случай, когда можно пренебречь толщиной потока транспортируемого груза, подаваемого на конвейер при $v_0 = 0$, а при $h \neq 0$, $v_0 = 0$ определяет величину $N_р$, соответствующую данному режиму.

Путь, на котором груз разгоняется до скорости $v_к$ (определяет рабочую длину питателя),

$$l_р = \frac{1}{2 g f_р}\left[v_к^2 + v_0^2(2a-1)\right]. \qquad (6)$$

Формула (6) при $h = 0$ и $v_0 = 0$ обращается в формулу (4).

Для условий, соответствующих начальной скорости груза $v_0 = 0$, формулы (5) и (6) могут быть преобразованы и представлены в следующем виде:

$$N_р = \frac{Q v_к f}{3{,}6 f_р}\left[v_к - \sqrt{2/3 g h f_р}\cdot\ln\frac{v_к}{\sqrt{2/3 g h f_р}}\right]; \qquad (7)$$

$$l_р = \frac{v_к^2 + \frac{4}{3} g h f}{2 g f_р} = \frac{v_к}{2 g f_р} + \frac{2}{3} h. \qquad (8)$$

---

[x] Тарасов Ю.Д. Моделирование загрязнения конвейерной ленты при подаче на нее транспортируемого груза // Изв. вузов. Горный журнал. 1984. № 1.

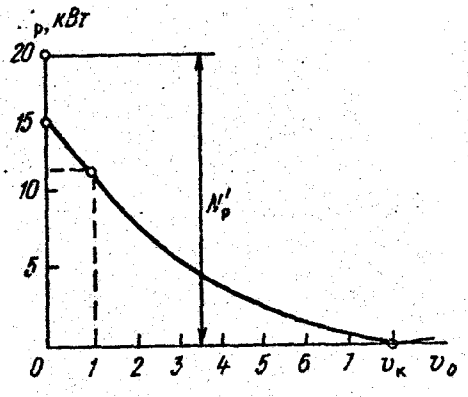


Рис.2. Зависимость мощности, затрачиваемой на разгон груза, от его начальной скорости движения
N'_p – мощность, рассчитанная по существующей методике при $v_0 = 0$

Сравнительные расчеты показывают, что пренебрежение толщиной потока груза, подаваемого на ускорительный питатель (как, впрочем, и на любой ленточный конвейер), чревато заметными ошибками при расчетах параметров N_p и l_p. Так, при $Q = 1000$ т/ч; $v_к = 5$ м/с; $f_p = 0,5$; $h = 0,5$ м; $v_0 = 0$ расчет величины мощности, расходуемой на разгон груза, дает значение $N_p = 7,75$ кВт при длине ускорительного питателя 5,66 м. По рекомендуемым нами формулам, учитывающим толщину потока груза, получается соответственно $N_p = 5,07$ кВт, а $l_p = 6$ м, т.е. ошибка в определении мощности при указанных выше исходных данных составляет более 34 %, а ошибка в определении рабочей длины питателя 6 %.

В то же время на величину мощности, отбираемой на разгон груза ускорительным питателем, существенно влияет значение начальной скорости v_0 движения груза. С увеличением v_0 существенно снижается мощность N_p, расходуемая на разгон груза. Так, для $v_к = 8$ м/с и приведенных выше исходных данных даже при $v_0 = 1$ м/с $N_p = 11,5$ кВт, т.е. в 1,7 раза меньше, чем при $v_0 = 0$ и расчете по существующей методике (рис.2). Отсюда следует, что для ускорительных питателей следует использовать способы их загрузки, обеспечивающие максимальное предварительное ускорение груза, подаваемого на ленту питателя. Это позволит заметно снизить не только установленную мощность привода ускорительного питателя, расход электроэнергии, но и уменьшить износ ленты ускорительного питателя.

Использование вместо одного двух ускорительных питателей позволяет более чем в два раза снизить величину мощности, затрачиваемой на разгон транспортируемого груза: при использовании одного питателя при $v_0 = 0$ и $v_к = 10$ м/с $N_p = 22,9$ кВт, а при наличии двух питателей в системе разгона со скоростями соответственно $v_1 = 5$ м/с и $v_2 = 10$ м/с суммарная величина отбираемой мощности $N_p = 10,1$ кВт, т.е. в 2,3 раза меньше.