Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им.Г.В.Плеханова,
т. LXXXVIII, 1981 г.

УДК 622.647.21+776(088.8)

РАСЧЕТ И ВЫБОР КОНВЕЙЕРНЫХ ПОДБОРЩИКОВ ПРОСЫПИ

Ю.Д.ТАРАСОВ

Просыпь в подконвейерном пространстве образуется в результате неполной очистки рабочей поверхности конвейерной ленты существующими конструкциями очистителей и последующей частичной или практически полной самоочистки ленты при взаимодействии с роликоопорами холостой ветви конвейера.

Интенсивность формирования просыпи в подконвейерном пространстве определяется сочетанием следующих факторов: физико-механических свойств загрязняющих ленту примазок транспортируемого груза, очищающей способности роликоопор, зависящей, в свою очередь, от их конструкции и технического состояния, эффективности очистки ленты в головной части конвейера. Причем два последних фактора корреляционно связаны с первым.

Независимо от интенсивности загрязнения подконвейерного пространства просыпь распределена практически по всему тракту конвейера (точнее, на участке самоочистки ленты) в виде дискретных формирований в зонах установки отклоняющих, концевых и оборотных барабанов, роликоопор холостой ветви. Причем количество просыпи в указанных зонах ее образования убывает по ходу движения холостой ветви ленты.

Закон распределения просыпи по тракту конвейера между крайними отклоняющими барабанами удобно представить в виде непрерывной функции. В качестве аппроксимирующих функций, описывающих закон распределения просыпи на линейной части конвейера (рис. I), могут быть приняты квадратичная парабола или экспонента.

Экспоненциальный закон распределения просыпи в большей степени соответствует характеру процессов самоочистки ленты на роликоопорах, однако более сложен при практических расчетах, чем закон распределения, описываемый квадратичной параболой.

Количество просыпи в средней части конвейера (в зоне установки роликоопор холостой ветви), отнесенное к единице длины подконвейерной зоны

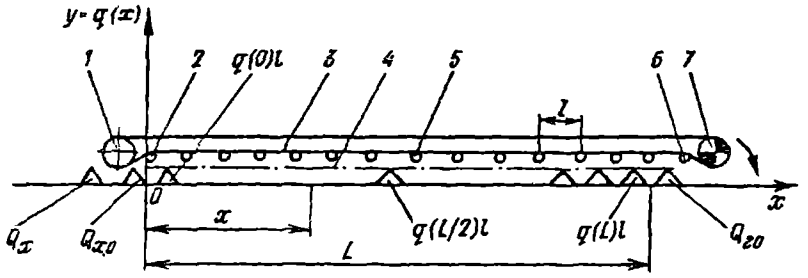


Рис.1. Схема распределения просыпи по тракту ленточного конвейера: 1,7 – соответственно хвостовой и головной барабаны; 2,6 – соответственно хвостовой и головной отклоняющие барабаны; 3 – конвейерная лента; 4 – функция замещения; 5 – роликоопоры холостой ветви ленты

(рис. I), при экспоненциальном и параболическом законе соответственно

$$q_э(x)=A_t e^{B_t x}+C_t\ ;$$
$$q_п(x)=A'_t x^2+B'_t x+C'_t\ , \qquad (I)$$

где x – удаление рассматриваемого участка от начала координат, м; e – основание натуральных логарифмов; $A_t, A'_t, B_t, B'_t, C_t, C'_t$ – коэффициенты, подсчитываемые по экспериментально определенному удельному количеству просыпи, образующейся за одинаковое время t в зонах установки первой, средней и последней роликоопор по ходу движения холостой ветви ленты соответственно при $x=L, L/2, 0$; L – длина сборной ленты, м.

При экспоненциальном и параболическом законах распределения

$$C_t=\frac{q(L)q(0)-q(L/2)^2}{q(L)+q(0)-2q(L/2)}\ ;\ A_t=q(0)-C_t\ ;\ B_t=2L^{-1}\ln\frac{q(L)-C_t}{q(L/2)-C_t}\ ;$$
$$C'_t=q(0);\ A'_t=2L^{-2}[q(0)+q(L)-2q(L/2)];\ B'_t=L^{-1}[4q(L/2)-3q(0)-q(L)]. \qquad (2)$$

Зависимости (I) позволяют количественно оценить загрязнения подконвейерного пространства с учетом неравномерного распределения просыпи по тракту конвейера, причем нагрузка от просыпи может быть подсчитана для любого участка подконвейерной зоны.

Суммарное же количество просыпи по тракту ленточного конвейера (образующееся за произвольное время t) в общем случае

$$\sum Q=Q_Л+\sum Q_Б\ , \qquad (3)$$

где $Q_Л$ – количество просыпи в линейной части конвейера, кг; $\sum Q_Б$ – количество просыпи, образующееся за время t в зоне установки барабанов (отклоняющих и концевых), кг, $\sum Q_Б=Q_{Г.О}+Q_{Х.О}+Q_Х+Q_Н$; $Q_{Г.О}, Q_{Х.О}, Q_Х, Q_Н$ –

количество просыпи, образующееся в зоне установки барабанов соответственно головного отклоняющего, хвостового отклоняющего, хвостового и натяжного (если последний расположен в средней части конвейера).

В зависимости от принятого закона распределения

$$Q_{\Lambda(э)}=\int_0^L q_э(x)dx=A_t B_t^{-1}\left(e^{B_t L}-1\right)+c_t L;$$
$$Q_{\Lambda(п)}=\int_0^L q_п(x)dx=L\left(1/3A_t' L^2+1/2B_t' L+C_t'\right). \qquad (4)$$

Количество просыпи на линейном участке конвейера может быть найдено и по известной формуле Симпсона. Применительно к рассматриваемому случаю

$$Q_\Lambda=\frac{L}{6}\left[q(0)+4q(L/2)+q(L)\right] \qquad (5)$$

Наиболее предпочтительные схемы механизации уборки просыпи (с использованием в качестве сборного элемента конвейерной ленты) в зависимости от условий эксплуатации конвейеров приведены в таблице. Основными параметрами, подлежащими расчету при выборе подборщиков ленточного типа, являются размеры ленты, установленная (или отбираемая) мощность привода, соотношения толщины наружной и внутренней обкладок сборных лент, срок их службы.

Определим сопротивления движению и установленные (отбираемые) мощности приводов подборщиков с различными кинематическими схемами.

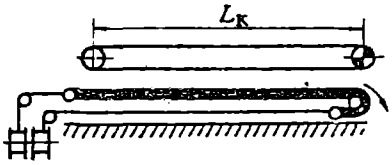
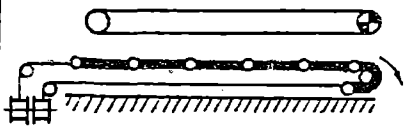
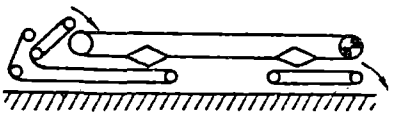
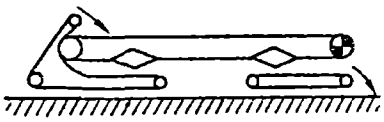
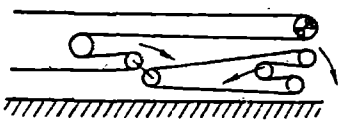
В а р и а н т I (см. таблицу). Сборная лента перекрывает все подконвейерное пространство (или его часть, на которой происходит самоочистка конвейерной ленты на роликоопорах). Она выполнена с разомкнутым контуром, имеет вертикально замкнутый петлевой участок в головной части конвейера, фиксируемый разгрузочным барабаном. Свободные концы сборной ленты тяговыми канатами соединены с барабанами скреперной лебедки. Сборная лента разгружается от аккумулируемой на ней просыпи периодически, с последующим возвращением в исходное положение, что обеспечивается включением соответствующего барабана скреперной лебедки. Просыпь перегружается в разгрузочную воронку конвейера, в которой смонтирован барабан подборщика.

В соответствии с расчетной схемой (рис. 2,а) статические сопротивления движению сборной ленты в период ее разгрузки от просыпи (рабочий ход) в интервале изменения параметра $x[0,L/2]$ определяются уравнением

$$W_C'=gKw_\Lambda\left\{q_\Lambda\left[(L-x)+(\lambda+2\theta)x\right]+\int_0^{L-x}\left(Ae^{Bx}+C\right)dx+\right.$$
$$\left.+2\theta\int_{L-2x}^{L-x}\left(Ae^{Bx}+c\right)dx+\xi q_K\left[x+\delta(L-x)\right]\right\}, \qquad (6)$$

где g – ускорение свободного падения, м/с^2; K – коэффициент, учитывающий дополнительные сопротивления движению, возникающие при огибании сборной лентой разгрузочного барабана с очистителем и тяговыми канатами отклоняющих блоков, а также другие неучтенные сопротивления движению сборной ленты, $K>1$; w_Λ – обобщенный коэффициент сопротивления движению сборной ленты (вверх) по опорной поверхности конвейера, $w_\Lambda=f_\Lambda\cos\beta+\sin\beta$; q_Λ, q_K – линейная плотность соответственно сборной ленты и тяговых канатов, кг/м; x – текущая координ-

Средства механизации уборки просыпи из подконвейерного пространства

Вариант	Краткая характеристика	Расчетная схема	Область применения
I	Линейный подборщик прямой разгрузки периодического действия со свободным опиранием сборной ленты		$L_К$<150 м, $B \leqslant 1{,}4$ м, $t > 0$ °С
II	Линейный подборщик прямой разгрузки периодического действия со сборной лентой на ходовых катках		$L_К$ = 100÷200 м, $B > 1{,}4$ м, $t \gtrless 0$ °С
	Головной и хвостовой подборщики непрерывного действия со свободным опиранием бесконечно замкнутой ленты в сочетании с устройствами двойного переворота ленты		$L_К$ не ограничена, $t \gtrless 0$ °С
IV	Головной и хвостовой подборщики периодического действия со свободным опиранием бесконечно замкнутой ленты в сочетании с устройствами двойного переворота ленты		$L_К$ не ограничена, $t > 0$ °С
V	Линейный подборщик периодического действия со свободным опиранием бесконечно замкнутой ленты		$L_К$<25 м, $t > 0$ °С
VI	Головной подборщик непрерывного действия с бесконечно замкнутой лентой		$L_К$ не ограничена, $t \gtrless 0$ °С, конвейеры типов КЛО, КЛЗ, КЛМ

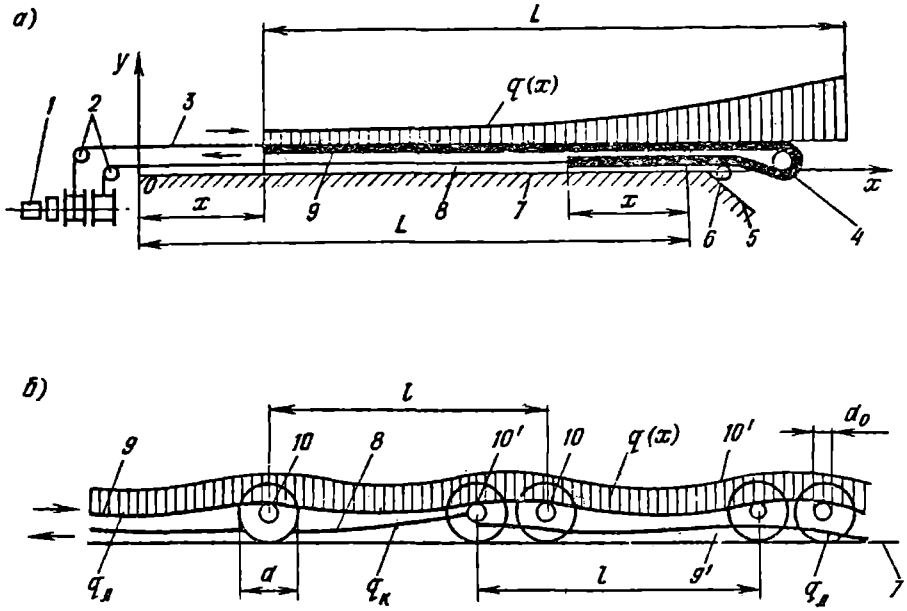


Рис. 2. Расчетные схемы линейных подборщиков просыпи с разомкнутым контуром сборной ленты: а – со свободным опиранием; б – с опиранием на ходовые катки
1 – двухбарабанная (скреперная) лебедка; 2 – отклоняющие блоки; 3, 8 – соответственно хвостовой и головной тяговые канаты; 4 – разгрузочный барабан; 5 – разгрузочная воронка; 6 – отклоняющий ролик; 7 – опорная поверхность конвейера; 9,9' – соответственно верхняя и нижняя ветви сборной ленты; 10, 10' – ходовые катки соответственно верхней и нижней ветвей сборной ленты

ната, характеризующая продвижение сборной ленты от исходного положения, м; λ, θ и ξ, δ – относительные коэффициенты сопротивления движению соответственно ленты и каната, $\lambda=(f_Л-\operatorname{tg}\beta)/(f_Л+\operatorname{tg}\beta)$; $\theta=f_Л/(f_Л+\operatorname{tg}\beta)$; $\xi=(f_К+\operatorname{tg}\beta)/(f_Л+\operatorname{tg}\beta)$; $\delta=(f_К-\operatorname{tg}\beta)/(f_К+\operatorname{tg}\beta)$; A, B, C – коэффициенты, определяющие распределение просыпи на сборной ленте при максимально возможном ее заполнении (без пересыпания); $f_Л$ и $f_К$ – коэффициент трения об опорную поверхность конвейера соответственно сборной ленты и каната[x].

Коэффициенты A, B, C рассчитывают по формулам (2) при следующих значениях $q'(x)$:

$$q'(L)=q_{max};\ q'(L/2)=q_{max}\,q(L/2)/q(L);\ q'(0)=q_{max}\,q(0)/q(L),$$

где q_{max} – максимально возможная линейная плотность просыпи, кг/м, $q_{max}=\pi\gamma h^3 K_\rho/3l\operatorname{tg}^2\rho$; γ – насыпная плотность просыпи, кг/м^3; h – просвет между роликоопорой холостой ветви и опорной поверхностью конвей-

[x] Для упрощения расчетов принято, что $f_Л=f'_Л=f''_Л$ и $f_К=f'_К=f''_К$, где $f'_Л$, $f'_К$ и $f''_Л$, $f''_К$ – коэффициенты трения ленты и каната соответственно об опорную поверхность конвейера и нижнюю ветвь сборной ленты.

ера, м; K_β – коэффициент, учитывающий изменение величины q_{max} при наклоне конвейера под углом β; $K_\beta = \frac{\sin^3\rho}{\sin^2(\rho-\beta)\sin(\rho+\beta)}\sqrt{\frac{\sin(\rho-\beta)}{\sin(\rho+\beta)}}$;
l – расстояние между роликоопорами холостой ветви, м; ρ – угол откоса просыпи на неподвижной сборной ленте.

Заменив переменную x на $\psi = x/L$ (где ψ – относительное продвижение сборной ленты), после интегрирования найдем для интервала $x[0, L/2]$

$$W_C' = gK\omega_\Lambda L\left\{q_\Lambda[(1-\psi)+(\lambda+2\theta)\psi]+\xi q_K[\delta+\psi(1-\delta)]+\right.$$
$$\left.+\frac{A}{BL}\left[(1+2\theta)e^{BL(1-\psi)}-2\theta e^{BL(1-2\psi)}-1\right]+C[1+\psi(2\theta-1)]\right\}; \quad (7)$$

для интервала $x[L/2, L]$

$$W_C' = gK\omega_\Lambda L\left\{q_\Lambda[(1-\psi)(1+2\theta)+\lambda\psi]+\xi q_K[\psi+\delta(1-\psi)]+\right. \quad (8)$$
$$\left.+(1+2\theta)\left[\frac{A}{BL}\left(e^{BL(1-\psi)}-1\right)+C(1-\psi)\right]\right\}$$

Статические сопротивления движению сборной ленты при ее возвращении в исходное положение (холостой ход) в интервале $x[L, L/2]$

$$W_C'' = gK\omega_\Lambda L\left\{q_\Lambda[(1-\psi)(2\theta+\lambda)+\psi]+\xi q_K[\delta\psi+(1-\psi)]\right\}, \quad (9)$$

в интервале $x[L/2, 0]$

$$W_C'' = gK\omega_\Lambda L\left\{q_\Lambda[(1-\psi)\lambda+(2\theta+1)\psi]+\xi q_K[\delta\psi+(1-\psi)]\right\} \quad (10)$$

Динамические составляющие сопротивлений движению сборной ленты для рабочего и холостого ходов:

$$W_Д' = K\pi n_\Lambda' L(D_1-D)\left[q_\Lambda+q_K+\frac{A}{BL}\left(e^{BL(1-\psi)}-1\right)+C(1-\psi)\right]; \quad (11)$$

$$W_Д'' = K\pi n_\Lambda'' L(D_1-D)(q_\Lambda+q_K), \quad (12)$$

где n_Λ', n_Λ'' – частота вращения соответственно рабочего и холостого барабанов двухбарабанной (скреперной) лебедки, об/с; D, D_1 – диаметр навивки барабана соответственно в начале и конце рабочего (холостого) хода, м.

Суммарное сопротивление движению сборной ленты

$$\sum W = W_C + W_Д. \quad (13)$$

Исследование функции $\sum W(\psi)$ показывает, что она имеет перегиб при значении $\psi = 1/2\ (x = L/2)$ как для рабочего, так и для холостого ходов, может иметь в зависимости от распределения просыпи два экстремума (максимум и минимум) в интервале $\psi[0, 1/2]$ для рабочего хода сборной ленты, а также максимум в точке перегиба $\psi = 1/2$ для холостого хода. Динамические составляющие при использовании в качестве тяговых серийных скреперных лебедок равны 10–15 % суммарного значения сопротивлений движению сборной ленты, поэтому должны учитываться при расчете параметров устройства.

Вариант II. От предыдущего подборщика отличается закрепленными по контуру сборной ленты ходовыми катками с роликами на их осях. Это позволяет в несколько раз снизить величину сопротивлений движению, использовать подборщик на ленточных конвейерах увеличенной длины, при ширине ленты более I,4 м, а также при отрицательных значениях температуры в рабочей зоне.

В соответствии с расчетной схемой подборщика (рис. 2,б) статические сопротивления движению сборной ленты в интервале изменения $x[0, L/2]$

$$W'_C = gK w'_\Lambda L\left\{q_\Lambda[1+\psi(K_\Lambda-2)]+q_P[1-\psi(1-\varphi)]+q_K K_K[\delta+\psi(1-\delta)]+\right.$$
$$\left.+\frac{A}{BL}\left(e^{BL(1-\psi)}\left[e^{-BL\psi}(1-K'_\Lambda)+K'_\Lambda\right]-1\right)+c\left[1+\psi(K'_\Lambda-2)\right]\right\}; \quad (I4)$$

$$W''_C = gK w'_\Lambda L\left\{q_\Lambda[\psi(K_\Lambda-2\varphi)+\varphi]+q_P[\varphi+\psi(1-\varphi)]+q_K K_K[1+\psi(\delta-1)]\right\}; \quad (I5)$$

в интервале изменения $x[L/2, L]$

$$W'_C = gK w'_\Lambda L\left\{q_\Lambda[\psi(2\varphi-K_\Lambda)+K_\Lambda-\varphi]+q_P[1-\psi(1-\varphi)]+q_K K_K[\delta+\psi(1-\delta)]+\right.$$
$$\left.+K'_\Lambda\left[\frac{A}{BL}\left(e^{BL(1-\psi)}-1\right)+c(1-\psi)\right]\right\}; \quad (I6)$$

$$W''_C = gK w'_\Lambda L\left\{q_\Lambda[\psi(2-K_\Lambda)+K_\Lambda-1]+q_P[\varphi+\psi(1-\varphi)]+q_K K_K[1+\psi(\delta-1)]\right\}, \quad (I7)$$

где w'_Λ – обобщенный коэффициент сопротивления движению сборной ленты на ходовых катках; K_Λ, K'_Λ – приведенные коэффициенты сопротивления движению сборной ленты в зонах совместного опирания верхней и нижней ветвей, учитывающие вес соответственно ленты и просыпи; K_K – приведенный коэффициент сопротивления движению тягового каната; φ – относительный коэффициент сопротивления движению сборной ленты (ходовых катков).

Значения коэффициентов определяют из анализа нагрузок на ходовую часть подборщика:

$$w'_\Lambda = w'\cos\beta+\sin\beta; \quad \varphi=\frac{w'-tg\beta}{w'+tg\beta}; \quad K_K=\frac{f_K+tg\beta}{w'+tg\beta};$$

$$K_\Lambda=\frac{3{,}5w'}{w'+tg\beta}; \qquad K''_\Lambda=\frac{2{,}5w'}{w'+tg\beta}$$

Выведенные соотношения справедливы при предварительных натяжениях сборной ленты во время рабочего S'_0 и холостого S''_0 ходов (за счет подтормаживания барабанов скреперной лебедки), исключающих взаимодействие сборной ленты с опорной поверхностью конвейера на свободных концах

ленты. Величины предварительных натяжений сборной ленты определяются неравенствами

$$S_0' > 0{,}25\,g K^{-1}(d+d_0+2\Delta)^{-1}\left[\lambda'(A+C)+q_\Lambda\right] l^2;$$
$$S_0'' > 0{,}25\,g K^{-1}(d-d_0-2\delta_\Lambda)^{-1} q_\Lambda l^2, \qquad (18)$$

где d, d_0 – диаметры ходового катка и ролика на его оси, м; Δ – превышение направляющих ходовых катков верхней ветви над нижней, м; λ' – коэффициент, учитывающий характер распределения просыпи на сборной ленте, при установке выравнивающих катков $\lambda' = 1$, без них $\lambda' = 2$; l – средний интервал между ходовыми катками (фактический интервал для исключения одновременной встречи ходовых плужков верхней и нижней ветвей выбирают неодинаковым), м; δ_Λ – толщина сборной ленты, м.

Скорость движения сборной ленты подборщика по сравнению с описанной ранее схемой снижается примерно в три раза, поэтому величина динамической составляющей может быть учтена поправочным коэффициентом $K_Д = 1{,}03 \div 1{,}06$. Таким образом, суммарные сопротивления движению сборной ленты в соответствующем интервале

$$\sum W = K_Д W_C \qquad (19)$$

В а р и а н т III, IУ. Подборщики в зависимости от условий производства могут быть как непрерывного, так и периодического действия.

Подборщики н е п р е р ы в н о г о действия снабжены приводом с отбором мощности от головного (приводного) и хвостового барабанов ленточного конвейера или комплектуются самостоятельными двигателями. В последнем случае необходим редуктор с большим передаточным числом, поскольку рабочая скорость движения сборной ленты, определяемая как относительно низкой производительностью подборщика (по сравнению с ленточным конвейером), так и приемлемым сроком службы сборной ленты, не должна превышать 0,02 м/с.

В случае опирания сборной ленты на шальную решетку (рис. 3а, б) закон изменения натяжения по контуру сборной ленты описывают следующими дифференциальными уравнениями соответственно для нижней и верхней ветвей:

$$f_1^{-1} dS - (S + A + B + C\alpha)\, d\alpha = 0;$$
$$f_2^{-1} dS - (S + A_1)\, d\alpha = 0, \qquad (20)$$

где f_1 и f_2 – коэффициенты трения скольжения соответственно нижней ветви о шальную решетку и верхней ветви о нижнюю; S – натяжение сборной ленты, Н;

$$A = 2\frac{S_0 S_П'}{S_0 + S_П}\left[1 + \lambda(\lambda + q q_\Lambda^{-1})\right], \quad B = \lambda S_{СБ}(1 + f_2 f_1^{-1});$$

$$C = 2\lambda(S_{СБ} - K S_П)(1 + f_2 f_1^{-1})\frac{S_0 S_П}{g n q_\Lambda l (S_0 + S_П)};$$

$$\lambda = \frac{\sum\alpha_В}{\sum\alpha_Н} = \frac{1}{K}(1 + q q_\Lambda^{-1})\frac{K S_П + S_{СБ}}{S_0 + S_П}\cdot\frac{S_0}{S_{СБ}}, \quad A_1 = 2\frac{K S_П S_{СБ}}{K S_П + S_{СБ}};$$

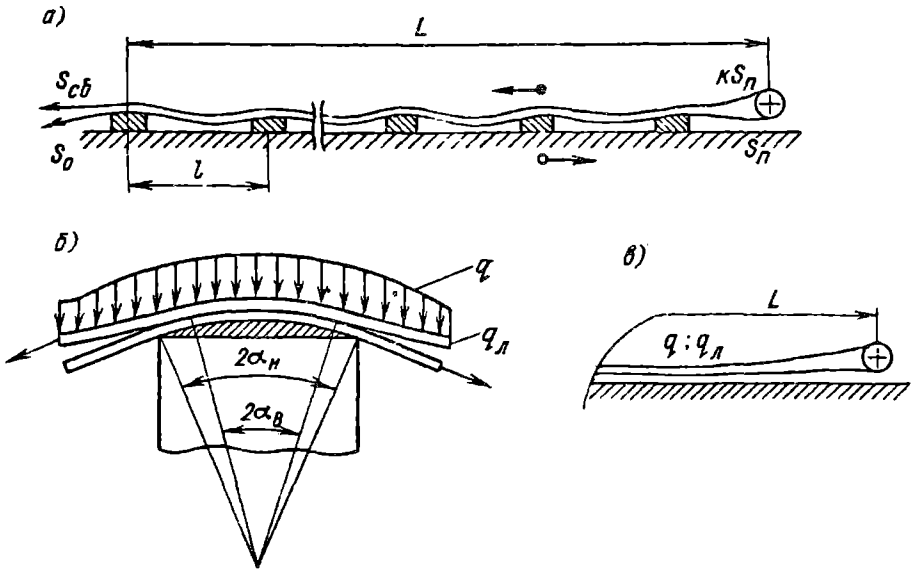


Рис.3. Расчетные схемы подборщиков с вертикально замкнутым контуром сборной ленты при ее свободном опирании: а,б – на шальную решетку; в – на плоскую поверхность

$S_0, S_п, S_{сб}$ - натяжения сборной ленты по контуру участка свободного опирания, соответственно в начале, на концевом барабане и точке сбегания, Н; λ - отношение суммарных углов обхвата шал верхней $|\sum\alpha_в|$ и нижней $|\sum\alpha_н|$ ветвями сборной ленты.

Интегрирование уравнений (20) позволяет найти натяжения в расчетных точках контура сборной ленты:

$$S_п = S_0 \frac{S_0 + f_1 A_0 \left\{ 1 + 2\left[1 + \lambda\left(1 + q q_л^{-1}\right)\right] + \lambda K\left(1 + f_2 f_1^{-1}\right)\right\}}{S_0 - f_1 A_0 \left[1 + \lambda K\left(1 + f_2 f_1^{-1}\right)\right]} \qquad (21)$$

$$S_{сб} = 0{,}5a + \sqrt{0{,}25a^2 + b},$$

где $A_0 = 0{,}5 g n q_1 l$; $a = K S_п + 3 f_2 A_0 (1 + q q_л^{-1})$; $b = K f_2 A_0 S_п (1 + q q_л^{-1})$

Предварительное натяжение ленты оптимизируется по минимуму величины $S_{сб}$:

$$S_0 \cong f_1 A_0 b' \left(1 + \sqrt{2 + a'/b'}\right), \qquad (22)$$

где $a' = 2\left[1 + \lambda\left(1 + q q_1^{-1}\right)\right]$; $b' = 1 + \lambda K\left(1 + f_2 f_1^{-1}\right)$.

Таким образом, суммарное сопротивление движению сборной ленты на участке ее свободного опирания при волнистом профиле

$$\sum W = S_{сб} - S_0 \qquad (23)$$

При плоской опорной поверхности (рис. 3,в) суммарное сопротивление движению сборной ленты на участке свободного опирания

$$\sum W = gL\left[(q+q_1)2f_2+(q+2q_л)f_1\right]. \qquad (24)$$

Подборщики периодического действия целесообразно оборудовать приводами с отбором мощности от барабанов конвейера, оснащая их специальными механизмами включения (муфтами для головных подборщиков и толкателями для хвостовых). Такие системы приводов позволяют упростить кинематическую схему подборщика и повысить его надежность.

Для выбора параметров подборщиков этого типа с некоторым допущением могут быть использованы зависимости, выведенные для подборщиков непрерывного действия с учетом максимального использования несущей способности сборной ленты (плоской).

Вариант У. Рациональной областью использования подборщика являются конвейеры небольшой длины, преимущественно передвижные, при положительном значении температуры в рабочей зоне. Для передвижных конвейеров подборщик оборудуется простейшим приводом с отбором мощности от барабана ленточного конвейера при его накатывании. Привод осуществляется через фрикционный ролик, непосредственно или посредством одноступенчатой (ременной, зубчатой) передачи. Методика расчета аналогична головным и хвостовым подборщикам периодического действия.

Вариант УI. Подборщик предназначен для работы в комплексе конвейерами типов КЛО, КЛЗ, КЛМ и других с размещением натяжного устройства лебедочного типа в головной части конвейера. Привод подборщика осуществляется от индивидуального двигателя или с отбором мощности от приводного барабана конвейера. Кинематическая связь хвостового барабана подборщика с натяжным барабаном конвейера, а натяжного барабана – с лебедкой натяжного устройства конвейера обеспечивает надежный съем просыпи с натяжного барабана конвейера и необходимую величину натяжения сборной ленты при любом положении натяжного барабана. Тяговый расчет подборщика выполняется аналогично расчету ленточного конвейера.

Установленные (отбираемые) мощности приводов подборщиков находят, в зависимости от схемы подборщика, как среднеквадратические величины мощностей, затрачиваемых в отдельные периоды работы подборщика (варианты I и II), или по средней величине суммарного сопротивления движению сборной ленты (варианты III-УI). Причем мощность подборщика, выполненного по варианту II, должна рассчитываться с учетом предварительных натяжений сборной ленты (I8) при подтормаживании барабанов лебедки.

Для линейных подборщиков с разомкнутым контуром сборной ленты временные интервалы ее движения за цикл t_0, при рабочем t_p и холостом t_x ходах определяются по формулам

$$t_0 = \frac{L \ln (D_1 D^{-1})}{\pi (D_1 - D)} \left(\frac{1}{n'_\Lambda} + \frac{1}{n''_\Lambda} \right);$$

$$t_{iP} = \frac{L}{\pi n'_\Lambda (D_1 - D)} \ln \frac{(D_1 - D)\psi_2 + D}{(D_1 - D)\psi_1 + D}; \qquad (25)$$

$$t_{iX} = \frac{L}{\pi n''_\Lambda (D - D_1)} \ln \frac{(D - D_1)\psi_2 + D_1}{(D - D_1)\psi_1 + D_1},$$

где ψ_1, ψ_2 - значения параметра ψ соответственно в начале и конце i-го интервала.

Для рассмотренных типов подборщиков можно ограничиться значениями ψ = 0; I/2; I как для рабочего, так и для холостого ходов сборной ленты. Для этих значений ψ подсчитывают соответствующие значения мощности привода. При этом скорость движения сборной ленты для рабочего v' и холостого v'' ходов определяется параметрами скреперной лебедки:

$$v' = \pi n'_\Lambda \left[(D_1 - D)\psi + D \right]$$
$$v'' = \pi n''_\Lambda \left[(D_1 - D)(1 - \psi) + D \right] \qquad (26)$$

Соотношение внутренней $\delta_в$ и наружной $\delta_н$ толщины обкладок сборных лент находят как отношение соответствующих мощностей, затрачиваемых на выполнение работы, связанной с преодолением сил трения по поверхности соприкосновения данной обкладки с опорной поверхностью. Такой поверхностью является опорная поверхность конвейера или эта же обкладка на другой ветви сборной ленты.

Для подборщиков непрерывного действия (при свободном опирании сборной ленты)

$$\frac{\delta_в}{\delta_н} = \frac{N_в}{N_н} = \frac{2 K_в f_2 (1 + q q_\Lambda^{-1})}{K_н f_1 (2 + q q_\Lambda^{-1})}, \qquad (27)$$

где $K_в, K_н$ - коэффициенты, учитывающие неравномерность нагрузок по контуру сборной ленты соответственно для внутренней и наружной обкладок сборной ленты, в зависимости от схемы запасовки сборной ленты и длины подборщика коэффициенты изменяются от 0,3 до 0,6.

Срок службы сборной ленты определяется абразивным износом ее обкладок. Если отношение $\delta_в / \delta_н$ оптимизировано, то срок службы будет определяться износом любой из обкладок. Если оптимизировать это отношение не удается (из-за ограниченной номенклатуры обкладок по толщине), то срок службы ленты определяется обкладкой меньшей толщины. Для подборщиков непрерывного действия срок службы, отнесенный к единице толщины внутренней и наружной обкладок, соответственно

$$t_в = \frac{10^7 B_Л}{2g\,K_в f_2\, q_Л(1+q q_Л^{-1})\, v\, k i};$$

$$t_н = \frac{10^7 B_Л}{2g\,K_н f_1\, q_Л(2+q q_Л^{-1})\, v\, k i}, \qquad (28)$$

где $B_Л$ – ширина сборной ленты, м; k – коэффициент, учитывающий неравномерность износа обкладки по ширине ($k>1$); i – показатель истирания обкладочной резины, см^3/(кВт·ч), для отечественных лент i = 500–700 см^3/(кВт·ч).

Учитывая, что в общем балансе нагрузок на сборную ленту нагрузка от веса самой ленты составляет весьма ощутимую долю, целесообразно с привлечением ЭВМ оптимизировать (минимизировать) число прокладок $i_{ПР}$ сборной ленты, пользуясь зависимостями

$$S=S_{max}=F(q_Л\beta);\ S_{max}=100B_Л K_Р i_{ПР}/m;$$

$$q_Л=11B_Л[\delta_{ПР} i_{ПР}+\delta_н(n+1)];\ n=\delta_в/\delta_н=N_в(q_Л\beta)/N_н(q_Л,\beta),$$

где S_{max} – максимальное расчетное натяжение сборной ленты, Н; $K_Р$ – предел прочности каркаса сборной ленты, Н/см; m – коэффициент запаса прочности ленты, $m \approx 5\div10$; $\delta_{ПР}$ – толщина прокладок сборной ленты, см.

Расчеты, выполненные для некоторых средних условий эксплуатации конвейеров, показывают, что в пределах изменения угла наклона конвейера $\beta = 0\div18^0$, длины подборщиков с бесконечно замкнутым контуром 15–50 м и с разомкнутым контуром – до 150 м при ширине сборных лент 0,5–2 м в большинстве случаев можно ограничиться сборными лентами с числом прокладок 1–3 ($K_Р$ = 1,1÷0,6 кН/см).

Выводы

1. Подборщики просыпи с петлевой запасовкой сборной ленты (варианты I и II) целесообразно использовать на конвейерах средней длины при положительных значениях температуры.

2. Подборщики просыпи с бесконечно замкнутой сборной лентой (варианты III–VI) пригодны для конвейеров небольшой длины, а в сочетании с устройствами двойного переворота ленты в качестве головного и хвостового подборщиков – для конвейеров любой длины. Причем при отрицательных значениях температуры следует применять подборщики непрерывного действия (варианты III, VI).