Записки Ленинградского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LXV вып. 1, 1973 г.

ПОВЫШЕНИЕ ТЯГОВОЙ СПОСОБНОСТИ ОДНОБАРАБАННОГО ПРИВОДА ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ

К. А. Васильев, Г. Н. Леонтьев

При расчетах горизонтальных и работающих на подъем ленточных конвейеров величину предварительного натяжения ленты определяют, как правило, условием отсутствия проскальзывания ленты по приводному барабану и подсчитывают по общеизвестной формуле

$$S_{сб} = \frac{K_т W_о}{e^{f\alpha} - 1}. \qquad (1)$$

В реальных условиях, при работе конвейеров в угольных шахтах в сухой атмосфере, тяговый фактор $e^{f\alpha}$ однобарабанного привода, футерованного конвейерной лентой, при угле обхвата $\alpha = 260°$ можно принять равным 4 [1]. Подставляя значения коэффициента запаса сил трения $K_т = 1{,}2$ и тягового фактора $e^{f\alpha} = 4$ в формулу (1), получаем

$$S_{сб} = 0{,}4\ W_о. \qquad (2)$$

Тяговое усилие W_0 с достаточным приближением можно заменить в формуле (2) разностью натяжений $S_{нб} - S_{сб}$, тогда

$$S_{сб} \approx 0{,}3\ S_{нб}. \qquad (3)$$

Таким образом, предварительное натяжение ленты $S_{сб}$, являющееся избыточным в процессе работы конвейера, составляет примерно 30% от величины натяжения $S_{нб}$, которое в рассматриваемых условиях будет всегда максимальным и по которому ведут расчет ленты на прочность или же определяют предельную длину конвейера. Следовательно, снижение величины предварительного натяжения ленты является весьма важной проблемой, решение которой позволит значительно уменьшить расчетные значения прочностных размеров конвейерных лент или же увеличить предельную длину конвейера по условию прочности ленты.

Актуальность этой проблемы подтверждается результатами экспериментальных исследований, проведенных Е. Симпсоном [3], согласно которым увеличение или уменьшение предварительного натяжения ленты на 10% соответственно уменьшает (на 33%) или увеличивает (на 55%) срок службы ленты. Существующие способы снижения предвари-

тельного натяжения ленты при использовании на приводном барабане футеровок с повышенными фрикционными свойствами позволяют лишь частично решить рассматриваемую проблему. Так, например, при футеровке приводного барабана резиной специального состава величина предварительного натяжения ленты будет все еще составлять 20% от S_{max}. Одним из методов, позволяющих кардинально решить проблему снижения предварительного натяжения ленты до величины, регламентированной стрелой допустимого провеса ленты между роликоопорами, является дополнительное прижатие ленты на дуге обхвата приводного барабана атмосферным давлением, что достигается созданием вакуума под лентой в зоне контакта ее с приводным барабаном.

В этом случае лента прижимается на дуге обхвата приводного барабана дополнительным усилием, определяемым разностью давлений

$$\Delta p = p_a - p_o,$$

где p_a — атмосферное давление; p_o — остаточное давление под лентой.

Технически разность давлений может быть создана заменой приводного барабана вакуум-барабаном специальной конструкции, позволяющим создавать разрежение под лентой с помощью форвакуумного насоса, установленного на приводной станции конвейера. Если считать, что вакуум под лентой создается равномерно на всей дуге обхвата приводного барабана, то дополнительное тяговое усилие, реализуемое за счет использования атмосферного давления, определяется по формуле [2]

$$W_a = \Delta p R B' (e^{f\alpha} - 1),$$

где R — радиус приводного барабана, *см*; B' — ширина участка ленты, подверженного прижатию разностью давлений, *см*.

Форвакуумные насосы позволяют создавать устойчивую разность давлений $\Delta p = 600$ *мм* рт. ст. $= 0{,}81$ *кгс/см*^{2}. В этом случае при диаметре вакуум-барабана $D = 1000$ *мм* с тяговым фактором $e^{f\alpha} = 4$ и ширине ленты $B' = 1000$ *мм* можно реализовать дополнительное тяговое усилие $W_a = 9{,}8 \cdot 0{,}81 \cdot 50 \cdot 100 (4-1) = 120\,000$ *н*.

Используя формулу (1), можно подсчитать, что теоретически увеличение тягового усилия на такую величину в обычных условиях может быть достигнуто при увеличении предварительного натяжения ленты на 40 000 *н*. Для конвейеров с приводным вакуум-барабаном величину предварительного натяжения ленты можно принимать по условию нормального провеса ее между роликоопорами на груженой ветви конвейера

$$S_{гр\ min} = 5 (q + q_л)\, l'_р,$$

где q — погонный вес груза, *н/м*; $q_л$ — погонный вес ленты, *н/м*; $l'_р$ — расстояние между роликоопорами на груженой ветви конвейера, *м*.

Это натяжение всегда значительно меньше предварительного натяжения по условию отсутствия пробуксовки, а следовательно, меньше и максимальное натяжение, по которому ведется расчет ленты на прочность. Действительно, максимальное натяжение ленты для конвейеров с обычным приводом без учета сопротивлений на натяжном барабане можно представить как

$$S_{max\,I} = \frac{K_т (W_{гр} + W_{пор})}{e^{f\alpha} - 1} + W_{пор} + W_{гр}.$$

При $e^{f\alpha} = 4$ и $K_т = 1{,}2$ уравнение примет вид

$$S_{max\,I} = 1{,}4\,(W_{гр} + W_{пор}). \qquad (4)$$

Для приводов с вакуум-барабаном максимальное натяжение ленты можно представить уравнением

$$S_{max\,II} = 5(q + q_л)\,l'_р + W_{гр}, \qquad (5)$$

тогда

$$S_{max\,I} - S_{max\,II} = 1{,}4\,W_{пор} + 0{,}4\,W_{гр} - 5(q + q_л)\,l'_р; \qquad (6)$$

или

$$S_{max\,I} - S_{max\,II} = 1{,}4\,W'_{пор}\,L + 0{,}4\,W'_{гр}\,L - 5(q + q_л)\,l'_р, \qquad (7)$$

где L — длина конвейера, *м*; $W'_{пор}$, $W'_{гр}$ сопротивления, отнесенные к 1 *м* длины соответственно порожней и груженой ветви конвейера.

Из уравнения (7) видно, что разность натяжений $S_{max\,I}$ и $S_{max\,II}$ всегда положительна, а ее численное значение растет с увеличением длины конвейера.

На рис. 1 представлены сопоставимые графики изменения максимального натяжения ленты и предельной длины конвейера КЛЗ-500м с однобарабанным приводом обычной конструкции и приводом, включающим приводной вакуум-барабан.

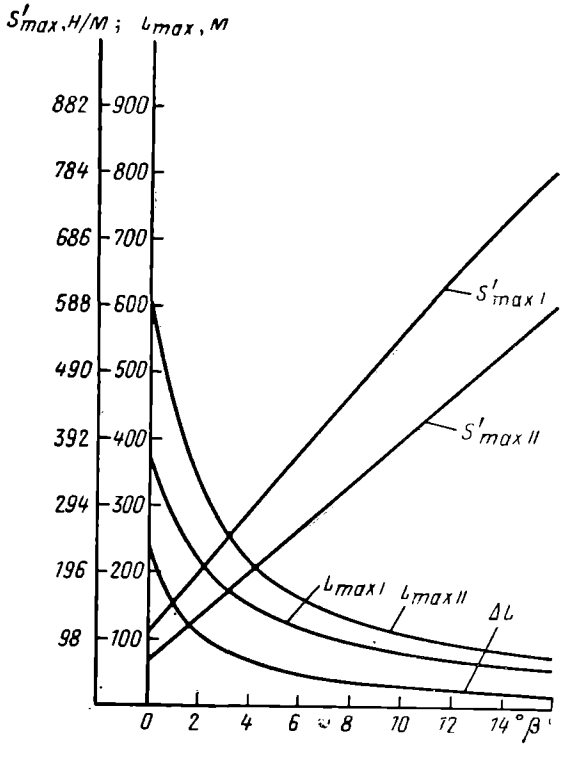


Рис. 1. Графики изменения максимального натяжения ленты и предельной длины конвейера КЛЗ-500м с однобарабанным приводом обычной конструкции и приводом, имеющим приводной вакуумбарабан, в зависимости от угла наклона конвейера.

Графики построены для следующих эксплуатационных параметров конвейера: тяговый фактор $e^{f\alpha} = 3{,}54$; конвейерная лента резинотканевая с 10 прокладками из бельтинга Б-820; транспортируемый материал — калийная руда с насыпной массой $\gamma = 1{,}35$ *т/м*^{3}; расчетная производительность конвейера $Q = 1035$ *т/ч*.

Анализ зависимостей, приведенных на рис. 1, показывает, что уменьшение предварительного натяжения ленты за счет использования в приводе конвейера вакуум-барабана позволяет снизить действующее максимальное натяжение ленты примерно на 65% для горизонтально установленного конвейера. С увеличением угла наклона конвейера снижение максимального натяжения лен-

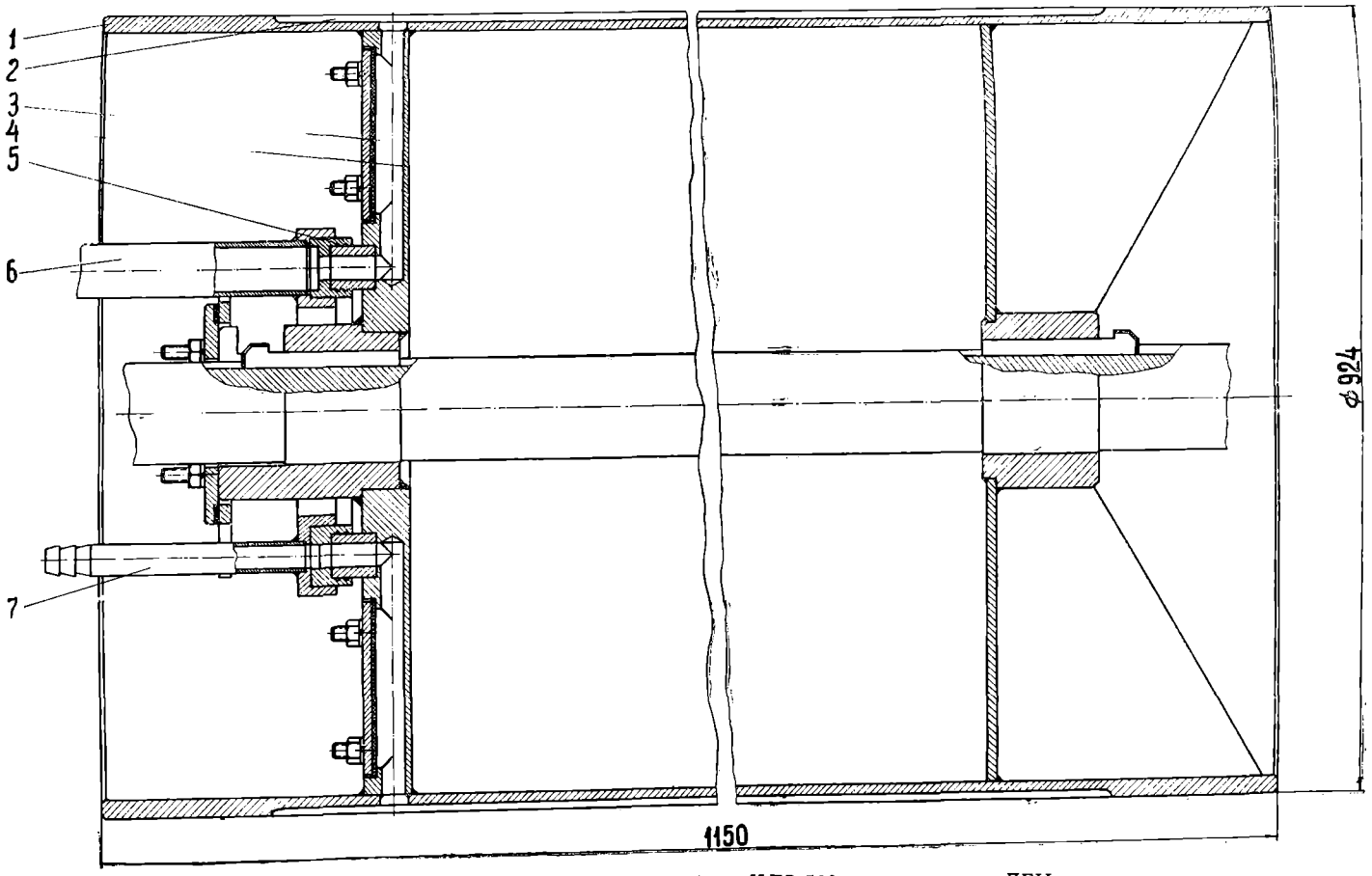


Рис. 2. Вакуум-барабан для конвейера КЛЗ-500м конструкции ЛГИ.

1 — обечайка; *2* — каналы, перекрываемые на дуге обхвата лентой; *3* — радиальные каналы; *4* — торцевой диск; *5* — коллектор вакуумного отсоса; *6* — всасывающий патрубок; *7* — выхлопной патрубок.

ты уменьшается, однако даже при угле наклона $\beta = 16°$ снижение все еще велико и достигает примерно 35%. Такое снижение максимального натяжения ленты позволяет соответственно увеличить предельную длину конвейера по условию прочности ленты в тех же пределах в зависимости от угла его наклона. Таким образом, увеличение тяговой способности однобарабанного привода ленточного конвейера за счет использования атмосферного давления может быть применено для решения следующих задач.

1. Для увеличения предельной длины конвейера по условию прочности ленты, что требует коренной реконструкции всех узлов привода конвейера.

2. Для снижения прочностных размеров конвейерной ленты за счет уменьшения ее предварительного натяжения, что требует реконструкции лишь приводного барабана.

Экспериментальная проверка возможности повысить тяговую способность однобарабанного привода конвейера за счет использования атмосферного давления была проведена авторами статьи на комбинате «Белорускалий» на конвейере КЛЗ-500м, у которого приводной барабан был заменен вакуум-барабаном.

Вакуум-барабан, конструкция которого была разработана на кафедре механизации горных работ ЛГИ в соответствии с конструктивной схемой по авторскому свидетельству № 280309, представлен на рис. 2. Вакуум-барабан снабжен автономной системой вакуумного отсоса, которая включает в себя водокольцевой форвакуумный насос ВВН-3 производительностью 3 *м*³/*мин*, расходную емкость с водой, пылеулавливатель и систему трубопроводов.

Принципиальная схема конвейера КЛЗ-500м с реконструированным приводом представлена на рис. 3.

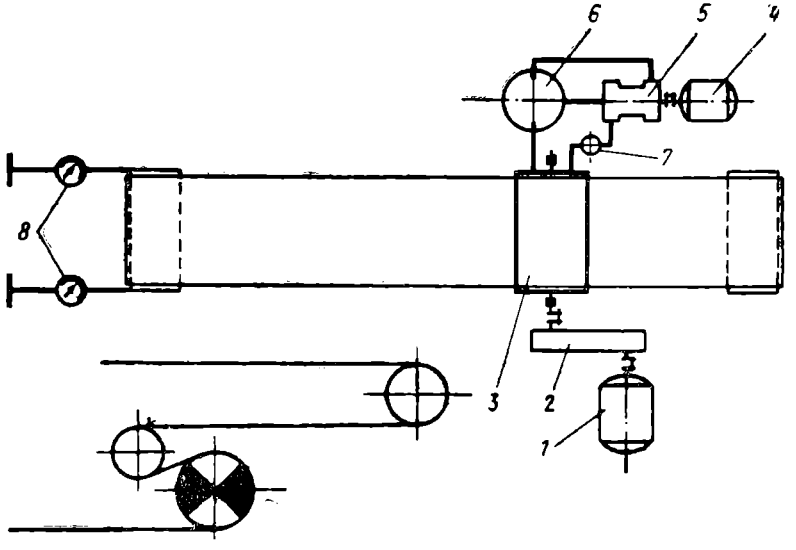


Рис. 3. Принципиальная схема конвейера КЛЗ-500м с реконструированным приводом.

1 — электродвигатель конвейера; *2* — редуктор конвейера; *3* — приводной вакуум-барабан; *4* — электродвигатель вакуум-насоса; *5* — вакуум-насос ВВН-3; *6* — расходная емкость с водой; *7* — пылеулавливатель; *8* — динамометры для регистрации величины предварительного натяжения ленты.

Техническая характеристика конвейера. Расчетная производительность по калийной руде $Q=1035$ *т/ч*, длина конвейера $L=280$ *м*, ширина ленты $B=1000$ *мм*, лента резинотканевая с прокладками из бельтинга Б-820, число прокладок $i=8$, скорость ленты $v=2{,}26$ *м/сек*, угол обхвата лентой приводного барабана $\alpha=240°$, угол установки конвейера $\beta=0°$, поверхность барабана гладкая, точеная.

Испытания конвейера с реконструированным приводом проводились при наиболее тяжелом режиме его работы — запуске при полной загрузке ленты.

На первом этапе испытаний при усилии на натяжном устройстве конвейера $F=36\,000$ *н*, которое являлось расчетным для максимальной производительности конвейера, осуществлялся его запуск с постепенным увеличением нагрузки на ленте. При погонной погрузке на ленте $q=1200$ *н/м* конвейер не запускался из-за интенсивной пробуксовки ленты относительно барабана. В этих условиях был включен вакуум-насос и уже при разности давлений $\Delta p=250$ *мм* рт. ст. конвейер запускался без видимой пробуксовки ленты относительно барабана, что свидетельствовало об увеличении его тяговой способности. На втором этапе испытаний усилие на натяжном устройстве было уменьшено до 9800 *н*, что было даже ниже расчетного по условию нормального провеса между роликоопорами, равного 17 000 *н*. В этих условиях при создании разности давлений $\Delta p=400$ *мм* рт. ст. запуск загруженного конвейера также осуществлялся без видимой пробуксовки ленты по барабану.

Следовательно, уменьшение предварительного натяжения ленты компенсировалось дополнительным прижатием ленты на дуге обхвата барабана атмосферным давлением. Расчеты показывают, что при использовании в приводе конвейера КЛЗ-500м длиной $L=400$ *м* вакуум-барабана, позволяющего работать с уменьшенным предварительным натяжением ленты при максимальной производительности конвейера, расчетное число прокладок в ленте может быть уменьшено с 8 до 6.

При этом требуется несколько увеличить суммарную расчетную мощность привода с вакуум-барабаном (74 *квт* против 70 *квт*), что необходимо для электродвигателя вакуум-насоса.

Выводы

1. Увеличение тяговой способности однобарабанного привода ленточного конвейера — важная проблема, решение которой позволяет значительно снизить максимальные растягивающие усилия в ленте за счет уменьшения ее предварительного натяжения.

2. Использование атмосферного давления для повышения тяговой способности привода — один из кардинальных способов решения этой проблемы.

3. Экспериментальные исследования в промышленных условиях привода конвейера КЛЗ-500м с повышенной тяговой способностью за счет использования атмосферного давления показали реальную возможность работы конвейера с таким приводом при значительно уменьшенном предварительном натяжении ленты.

4. Приводы с вакуум-барабаном могут найти широкое применение для ленточных конвейеров, работающих в горнорудной промышленности, с целью уменьшения предварительного натяжения ленты или увеличения максимальной длины конвейера на один привод.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биличенко Н. Я., Высочин Е. М., Завгородний В. Х. Эксплуатационные режимы ленточных конвейеров. Киев, Гостехиздат, 1964.

2. Евневич А. В. Горные транспортные машины. М., Госгортехиздат, 1963.

3. Simpson E. Handling and installing conveyors belts. Rhodesian Min. Engng. 1958, № 8.