



**КАРАГАНДИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**



## **Режимы работы конвейеров и электроприводов**



## Литература:

- 1.Тиристорный электропривод рудничных и взрывозащищенных установок /Под ред. Пархоменко. – М.: Недра, 1991 -191с.
- 2.Ключев В.И., Терехов В.М. Электропривод и автоматизация общепромышленных установок. Учебник.-. М.: Энергия, 1980 – 360с.
3. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов /Белов М.П., Новиков В. А., Рассудов Л.Н.- М.: Академия, 2004. – 576с.
- 4.Ключев В.И. Теория электропривода. - М.: Энергоатомиздат,1985. - 560с.
5. Брейдо И.В. Управляемый электропривод горных машин. Учебное пособие. Караганда, КарГТУ, 1998.-83с

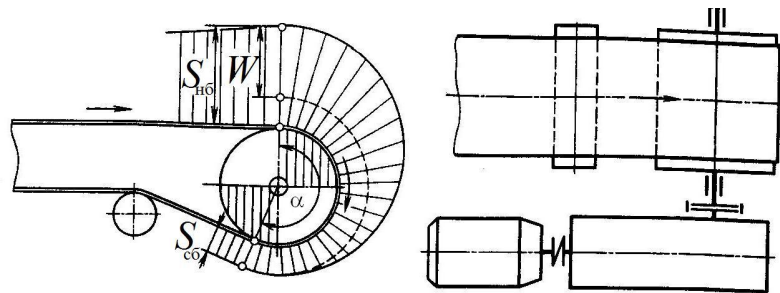


## **Приводы ленточных конвейеров.**

***В ленточном конвейере движущая сила ленте передается с помощью фрикционной передачи (трением) при огибании ею приводного барабана или при контакте приводной ленты с грузонесущей.***

***Основными элементами привода ленточного конвейера являются один или два (реже три) приводных барабана и приводные блоки, состоящие из электродвигателя, редуктора, соединительных муфт и тормоза, обводные барабаны, пусковая и регулирующая аппаратура.***

**Приводы ленточного конвейера -это:  
- Однobarабанные с одним или двумя двигателями:**



Наиболее надежным и конструктивно простым является однobarабанный привод, так как имеет небольшие габаритные размеры, простую конструкцию, один перегиб ленты, высокую надежность, но в связи с этим ограниченный (до  $240^\circ$ ) угол обхвата лентой барабана и пониженный коэффициент использования прочности ленты.

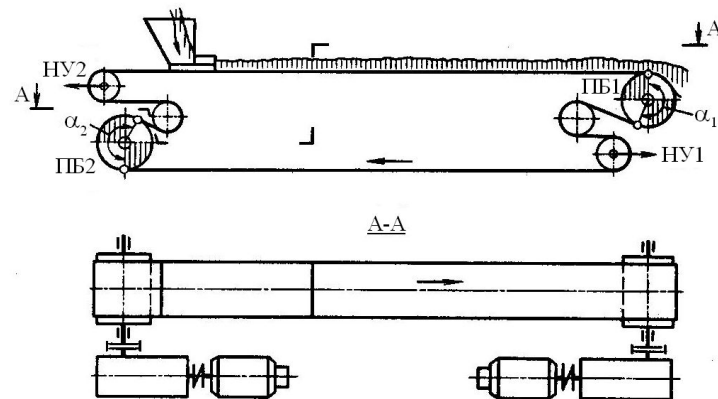
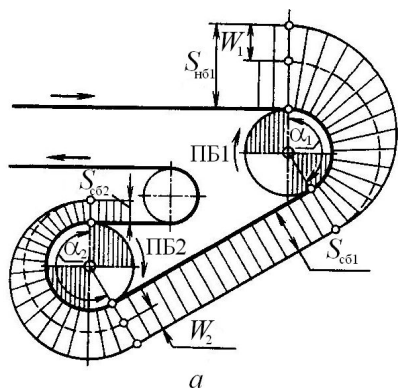


**Однobarабанный привод небольшой мощности (до 30–50 кВт) выполняют со встроенным внутрь барабана электродвигателем и редуктором.**

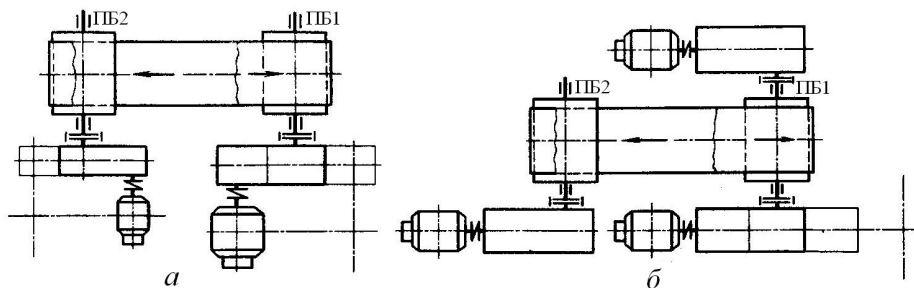
**Мотор-барабаны используются в приводах передвижных и переносных конвейеров и питателей; они компактны, имеют небольшую массу.**

**К преимуществам однobarабанного привода относятся простота конструкции, высокая надежность, небольшие габаритные размеры, единственный перегиб ленты.**

**Недостатки – ограниченный угол обхвата лентой приводного барабана и пониженный коэффициент использования прочности ленты.**



**Двухбарабанные с раздельным расположением приводных барабанов на переднем и заднем концах конвейера .**



***Двухбарабанные с близко расположенными друг около друга приводными барабанами.***



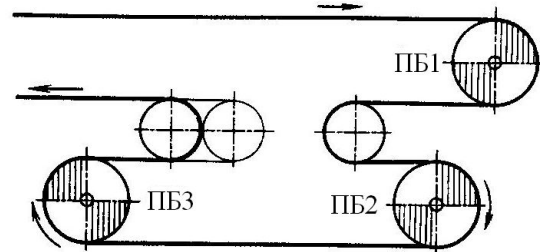
**Наиболее распространенный - двухбарабанный привод с индивидуальными приводными механизмами.**

**Барабаны связаны между собой только конвейерной лентой (без дополнительной кинематической связи). У двухбарабанного привода угол обхвата лентой приводного барабана увеличивается до 400°.**

**Это позволяет использовать ленту меньшей прочности и является его основным преимуществом.**

**Двухбарабанный привод имеет большие габариты, чем однобарабанный, более сложную конструкцию и меньшую надежность; многократные перегибы ленты снижают ее долговечность – это его основные недостатки.**





б

**Трехбарабанные с близко расположенными друг около друга барабанами или с отдельным расположением двух приводных барабанов на переднем и заднем концах конвейера.**

**Трехбарабанные приводы применяются в конвейерах большой протяженности.**



## **Статические и динамические нагрузки приводов конвейеров**

*При движении конвейера приводной двигатель должен преодолевать статическую нагрузку, обусловленную силами:*

- трения во всех движущихся элементах,*
- тяжести транспортируемого груза на наклонных участках конвейера.*

*Силы трения возникают:*

- в подшипниках вращающихся элементов,*
- в местах контакта роликов и катков с опорой,*
- в тяговом элементе при его изгибах.*



***Вследствие значительной протяженности конвейера и большого количества движущихся элементов силы тяжести составляют значительную часть суммарной статической нагрузки, а для горизонтальных конвейеров определяют всю статическую нагрузку привода.***

***Силы трения определяют необходимую мощность и количество приводных двигателей конвейеров.***

***Проектирование электропривода конвейеров начинается с расчета сил трения.***

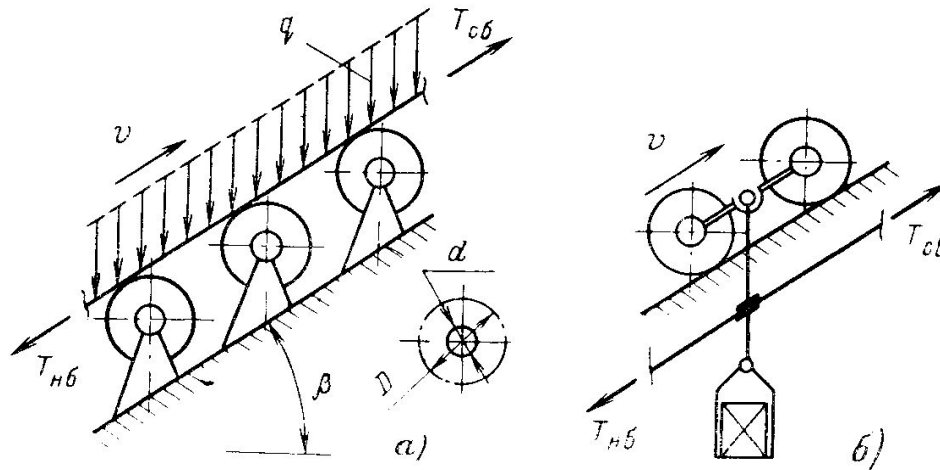


Рис. 6-1. Прямолинейные участки ленточного (а), цепного и канатного (б) конвейеров.

Силы сопротивления движению конвейера можно разделить на :

- силы, не зависящие от натяжения тягового элемента,
- силы, зависящие от натяжения.

Первые возникают на прямолинейных горизонтальных и наклонных участках и распределены по участку равномерно.



В соответствии с рис. сила сопротивления движению на прямолинейном участке  $\Delta F_{\Pi}$  определяется следующим образом:

$$\Delta F_{\Pi} = C_{\Pi} gl \cos \beta + gl \sin \beta = gl(C_{\Pi} \cos \beta + \sin \beta),$$

Где  $g$  — весовая нагрузка на 1 м пути;

$l$  — длина участка;

$$C_{\Pi} = k_{\Pi}(\mu d / D + 2f / D)$$

$C_{\Pi}$  = - результирующий коэффициент сопротивления движению на прямолинейном участке;

$$k_{\Pi} = 1,1 - 1,3;$$

$\mu$  — коэффициент трения в подшипниках;

$f$  -- коэффициент трения качения роликов и катков.



Первое слагаемое уравнения обусловлено потерями трения.  
Второе — составляющей веса перемещаемого по наклонному участку  
конвейера груза.

В расчетах следует принимать  $\sin \beta > 0$  при движении на подъем  
и  $\sin \beta < 0$  - при движении на спуск.

Значения коэффициентов  $\mu$  и  $f$  приводятся в  
справочной литературе и зависят от типа подшипников, роликов,  
катков и опор.

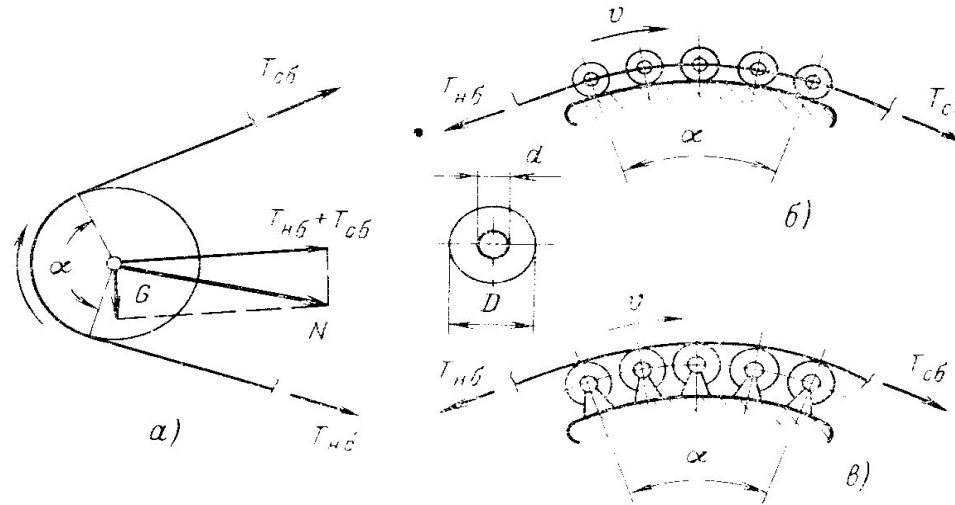


Рис. 6-2. Участки изгиба тягового элемента на блоке (а), шине (б) и батарее роликов (в).

На участках изгиба (рис) сила сопротивления движению  $\Delta F_{И}$  состоит из двух слагаемых:

- силы от изгиба тягового элемента, пропорциональной натяжению в набегающей точке участка,  $T_{нб}$ ;
- силы трения в подшипниках блоков или роликов, пропорциональной равнодействующей силе  $N$  на участке.



$$\Delta F_{И} = \xi T_{Нб} + N\mu \frac{d}{D}$$

Где  $\xi$  - коэффициент сопротивления от изгиба тягового элемента

В конвейерных установках  
обычно :

$$T_{Нб} > G \quad \Delta F_{И} < 0$$

При определении равнодействующей можно пренебречь весом блока и принять равенство натяжения в набегающей  $T_{Нб}$  и сбегающей  $T_{Сб}$  точках участка. Тогда

$$\Delta F_{И} \approx C_{И} T_{Нб}, \quad C_{И} = \xi + 2\mu \frac{d}{D} \sin \frac{\alpha}{2}$$

$C_{И}$  - результирующий коэффициент сопротивления на участке изгиба. В литературе по конструированию конвейеров приводятся формулы для расчета  $\xi$ .





Сила сопротивления вызывает увеличение натяжения тягового элемента на каждом участке.

Для прямолинейного участка:

$$T_{C6} = T_{НБ} + \Delta F_{П};$$

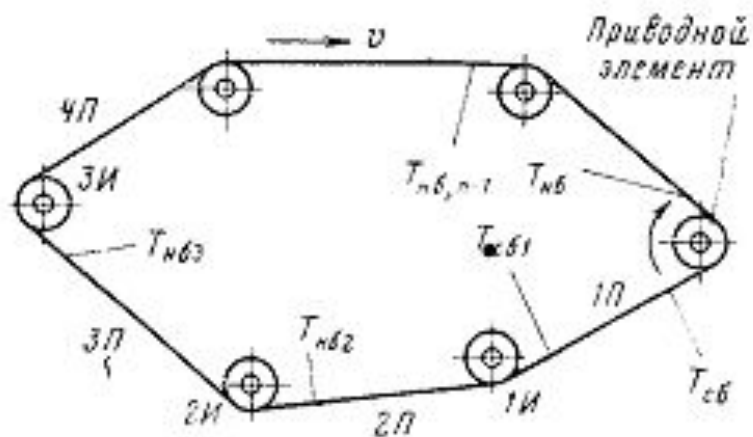
Для участка изгиба:

$$T_{C6} = T_{НБ} + \Delta F_{П} = k_{И} T_{НБ},$$

$$k_{И} = 1 + C_{И}$$

$k_{И}$  - коэффициент увеличения натяжения на данном участке.

В общем случае конвейер может состоять из многих участков.  
Поскольку прямолинейные участки отделяются друг от друга участками изгиба, то во всей замкнутой конвейерной линии имеется одинаковое число  $n$  прямолинейных и криволинейных участков.





Тогда результирующая сила сопротивления движению определится как сумма сил всех участков:

$$F_{CT} = \sum_{i=1}^n \Delta F_{\Pi,i} + \sum_{i=1}^n \Delta F_{И,i} = \sum_{i=1}^n g_i l_i (C_{\Pi} \cos \beta_i + \sin \beta_i) + \sum_{i=1}^n C_{И,i} T_i.$$

$F_{CT}$  зависит от натяжения на участках  $T_i$ , поэтому для его расчета необходимо последовательно определять натяжения на всех участках.

Должно быть известно заранее натяжение в какой-либо точке тягового органа, которая и принимается за исходную в расчете.



После ряда преобразований получаем:

$$F_{СТ} = T_{Нб} - T_{Сб} = (k_{И} - 1)T_{Сб} + F'_{П}.$$

Где  $k_{И}$  - результирующий коэффициент увеличения натяжения от всех участков изгиба (без приводного элемента);

$F'_{П}$  - результирующее усилие сопротивления на прямолинейных участках трассы.

Так как силу  $F_{СТ}$  должен преодолеть приводной элемент, то очевидно, что при установившемся движении разность натяжений на нем уравновешивается силой сопротивления.



По условиям работы конвейера регламентированы:

- максимально допустимый провис тягового органа любого типа (цепь, канат, лента),
- максимально возможное отношение  $T_{H6} / T_{C6}$ , для тягового органа, фрикционно соединенного с приводным элементом (лента, канат).

Для выполнения отмеченных условий в тяговом органе с помощью натяжного устройства должно быть обеспечено определенное предварительное натяжение  $T_0$ , которое принимается как  $T_{C6}$



Для цепных конвейеров для определения  $T_{C6}$  при известном расположении приводной станции определяем точку конвейерной линии с минимальным натяжением. Это, как правило, точка сбегания на приводном элементе.



Результирующий коэффициент увеличения натяжения от всех участков изгиба  $k_{II}$  и результирующее усилие сопротивления на прямолинейных участках трассы  $F'_{II}$  в начальный момент пуска, когда требуется сдвинуть с места весь тяговый орган, в 3-5 раз превышают коэффициенты сопротивления при движении.

Поэтому требуемый пусковой момент привода в несколько раз превышает моменты, необходимые при установившихся режимах движения конвейера.



Для ленточных и канатных конвейеров на  $T_{Hб}$  и  $T_{Cб}$  накладывается условие Эйлера, исключающее пробуксовывание тягового элемента относительно приводного:

$$T_{Hб} / T_{Cб} < e^{\mu\alpha},$$

Где  $\alpha$  — угол обхвата приводного элемента;  
 $\mu$  — коэффициент трения между тяговым и приводными элементами.





Условие для выбора значения  $T_{C6}$  :

$$T_{C6} > F'_П / (e^{\mu\alpha} - k_{И}).$$

Выбираемое  $T_{C6}$  должно учитывать возможные изменения коэффициента трения в условиях эксплуатации, а также динамические нагрузки при пуске конвейера.



При выборе значения  $T_{сб}$ , определяют минимальное натяжение,  $T_0$  которое, с другой стороны, должно удовлетворять условию допустимого провиса тягового органа.

Задача по определению статической нагрузки приводной станции конвейера является комплексной.

В процессе расчета силы сопротивления движению одновременно определяется минимально необходимое натяжение тягового элемента и точка его месторасположения на конвейерной линии.

Эта точка - оптимальное место расположения натяжного устройства, так как при этом от него потребуется минимальное усилие.



Динамические нагрузки привода конвейера возникают в процессе пуска и определяются движущимися массами конвейера и его приводной станции

$$F_{\text{ДИН}} = \sum_{i=1}^n m_i a_{\Pi} + \left( J_{\text{ДВ}} i_p^2 + J_{\Pi} \right) \frac{a_{\Pi}}{R_{\Pi}^2},$$

где  $F_{\text{ДИН}}$  — динамическая сила на обводе приводного элемента с радиусом  $R_{\Pi}$ ;

$m_i$  — движущаяся масса прямолинейного участка совместно с массой предшествующего участка изгиба;

$J_{\text{ДВ}}, J_{\Pi}$  — моменты инерции двигателя и приводного элемента;

$i_p$  — передаточное отношение редуктора приводной станции;

$a_{\Pi}$  — ускорение конвейера при пуске.



Для тяжелых конвейеров динамическое усилие за счет большой поступательно движущейся массы может оказаться значительным и существенно превосходить силу статического сопротивления. Усилие, вызванное поступательно движущимися массами, может составлять 90% и более результирующего динамического усилия. Поэтому пуски протяженных ленточных конвейеров с длительными режимом работы осуществляются редко и, как правило, вхолостую.

Высокий уровень динамических нагрузок и возможность пуска под нагрузкой после аварийной остановки вынуждают учитывать в расчетах силу  $F_{дин}$



Условие выбора значения  $T_{сб}$  для ленточных и канатных конвейеров корректируется с учетом динамических нагрузок из-за увеличения результирующего натяжения на набегающем крае приводного элемента по сравнению с установившимся режимом

$$T_{сб} > \frac{F'_{\Pi} + m_{\Sigma} \cdot a_{\Pi}}{e^{\mu\alpha} - k_{И}}$$

Динамические нагрузки при пуске конвейера существенно повышают как максимальное натяжение в тяговом элементе, так и необходимое значение предварительного натяжения.

Для исключения высокого уровня натяжения в установившемся режиме для крупных конвейерных установок, применяют вспомогательное натяжное устройство, которое создает дополнительное натяжение только на период пуска конвейера.



**КАРАГАНДИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**



***Спасибо за внимание!***

***Зав кафедрой автоматизации  
производственных процессов  
д.т.н., проф. Брейдо Иосиф Вульфович  
Тел. +77212(565184)  
+77771343827  
E-mail: [jbreido@kstu.kz](mailto:jbreido@kstu.kz)  
[jbreido@mail.ru](mailto:jbreido@mail.ru)***