



**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

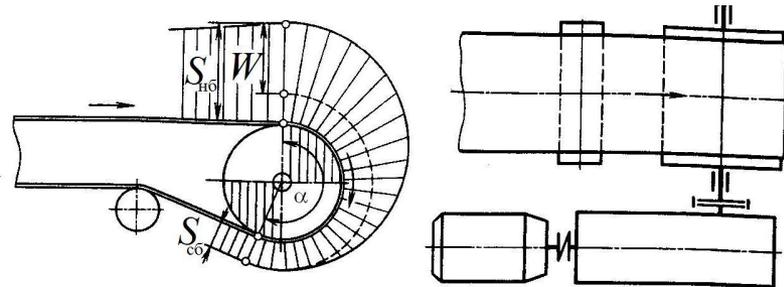


Приводы ленточных конвейеров.

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°) угол обхвата лентой барабана и пониженный коэффициент использования прочности ленты.

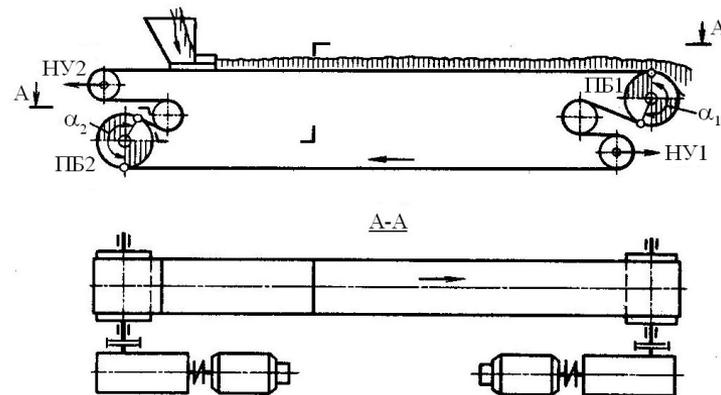
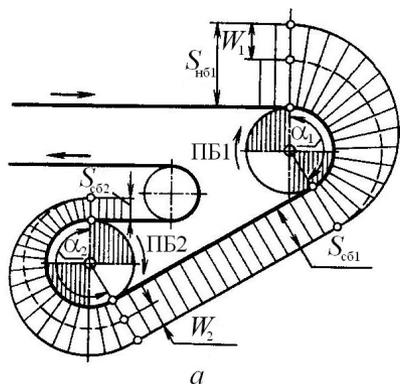


Однобарабанный привод небольшой мощности (до 30–50 кВт) выполняют со встроенным внутрь барабана электродвигателем и редуктором.

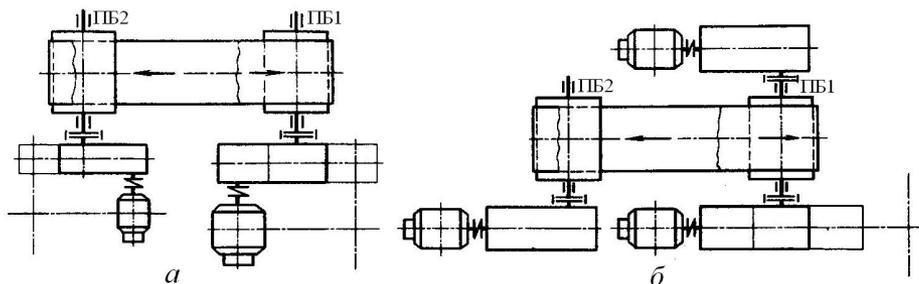
Мотор-барабаны используются в приводах передвижных и переносных конвейеров и питателей; они компактны, имеют небольшую массу.

К преимуществам однобарабанного привода относятся простота конструкции, высокая надежность, небольшие габаритные размеры, единичный перегиб ленты.

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



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



Двухбарабанные с близко расположенными друг около друга приводными барабанами.

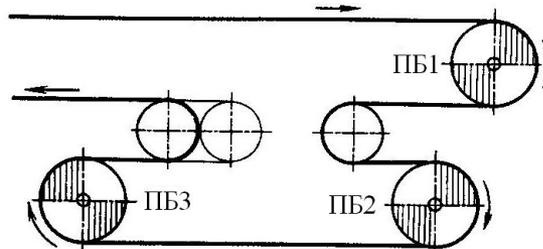


Наиболее распространенный - двухбарабанный привод с индивидуальными приводными механизмами.

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 раздельным 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.

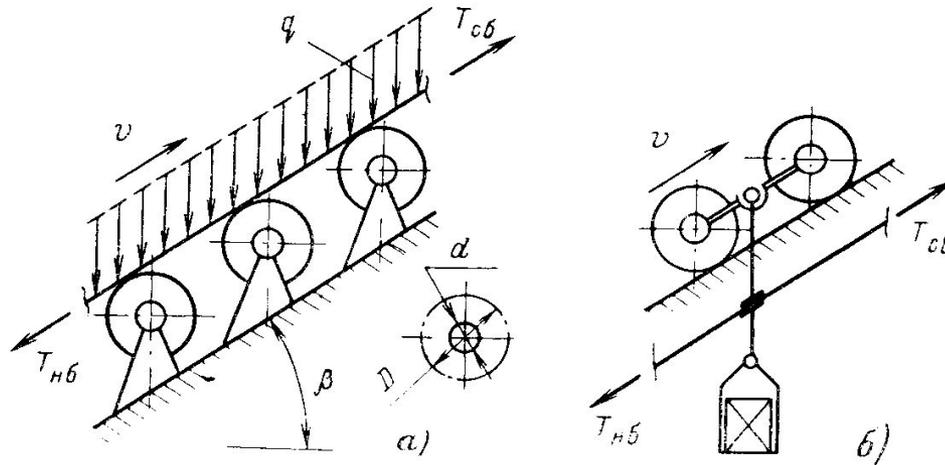


Рис. 6-1. Прямолинейные участки ленточного (а), цепного и канатного (б) конвейеров.

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 ΔF_{Π} 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_{Π} = - результирующий коэффициент сопротивления движению на прямолинейном участке;

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

μ — 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 μ и f приводятся в
справочной литературе и зависят от типа подшипников, роликов,
катков и опор.

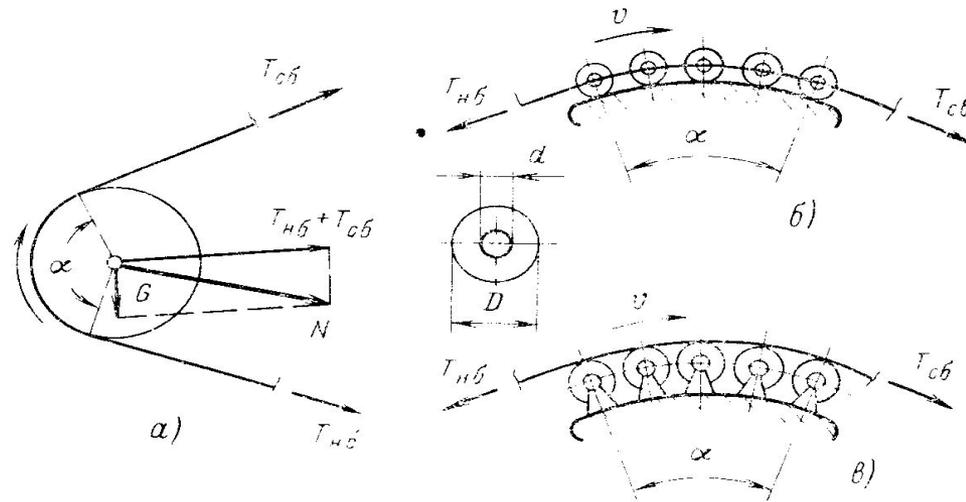


Рис. 6-2. Участки изгиба тягового элемента на блоке (а), шине (б) и батарее роликов (в).

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 ξ - 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 ξ .



Сила сопротивления вызывает увеличение натяжения тягового элемента на каждом участке.

Для прямолинейного участка:

$$T_{C6} = T_{H6} + \Delta F_{II};$$

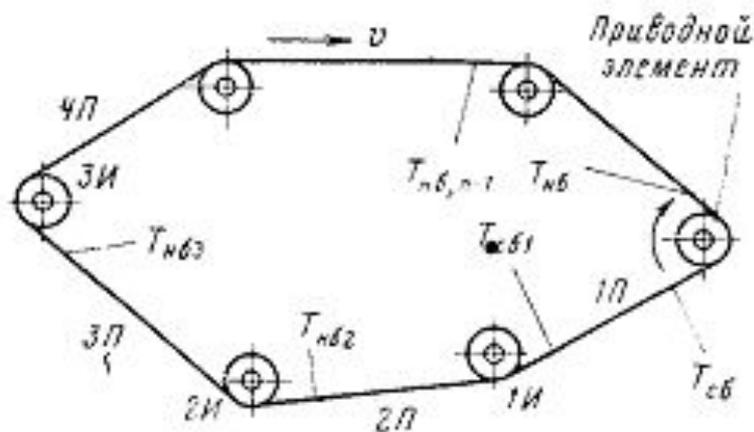
Для участка изгиба:

$$T_{C6} = T_{H6} + \Delta F_{II} = k_{II} T_{H6},$$

$$k_{II} = 1 + C_{II}$$

k_{II} - 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 α — угол обхвата приводного элемента;
 μ — 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_{Π} ;

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_{Π} — 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
jbreido@mail.ru**