



**КАРАГАНДИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**



## **Системы электропривода конвейеров 1**



В качестве систем электропривода для конвейеров применяются:

1. Нерегулируемые по скорости электроприводы:

- Асинхронный электропривод переменного тока (АЭПТ) на базе электродвигателей с короткозамкнутым ротором (КЗ).
- АЭПТ + КЗ+гидромуфта.
- АЭПТ+КЗ+ электромагнитная муфта .
- АЭПТ+КЗ+ тиристорный регулятор напряжения.
- АЭПТ+КЗ+ стартовый электропривод постоянного тока.
- АЭПТ на базе электродвигателей с фазным ротором (ФР) и пусковыми сопротивлениями (ПС).



2. Регулируемые по скорости электроприводы:
- 2.1. АЭПТ + ФР + тиристорный коммутатор в цепи ротора.
  - 2.2. Каскадные электроприводы
    - Асинхронно-вентильные каскады.
    - Машины двойного питания (МДП)
  - 2.3. Тиристорные электроприводы постоянного тока.
  - 2.4.Частотно регулируемые АЭПТ +КЗ
  - АЭПТ со скалярным управлением.
  - АЭПТ с векторным управлением.



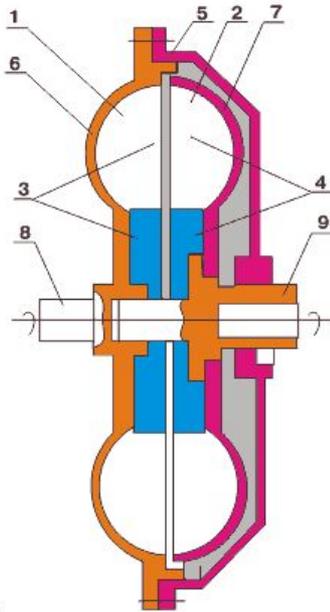
Для установок, где не возникает необходимость регулирования скорости движения и момента при пуске, находят применение специализированные асинхронные двигатели для конвейеров с короткозамкнутым ротором с двойной беличьей клеткой или глубоким пазом, обладающие повышенным пусковым моментом при относительно неизменном его значении в процессе пуска и обеспечивающие меньший нагрев двигателя в условиях продолжительного пуска. У таких электродвигателей повышенное скольжение и увеличенный пусковой момент, достигающий при номинальном напряжении 2.5-3 Мном.

Мощность привода с асинхронным короткозамкнутым ротором обычно до 100 -120 кВт.



При мощности 100- 200кВт применяют:  
АЭПТ + КЗ+гидромуфта.  
АЭПТ+КЗ+ электромагнитная муфта.

Использование двигателей большей мощности приводит к заметному снижению коэффициента мощности питающей сети, а также к существенному падению напряжения в сети при пуске конвейера.



Гидромуфта в меридиональном сечении:  
ведущее лопастное колесо центробежного  
типа 1(насос) ,  
ведомое лопастное колесо, выполняющее  
функцию реактивной турбины 2(турбина).  
Плоские радиальные лопатки 3 и 4. К  
насосу 1 присоединен вращающийся при  
работе корпус 5. Диски 6 и 7 насоса и  
турбины - это чаши с криволинейными  
образующими.

В совокупности с межлопастными каналами торообразная часть полости гидромуфты, заключенная между чашами насоса и турбины, является рабочей полостью. Между торцами колес имеется небольшой осевой зазор, благодаря чему возможно вращение одного колеса относительно другого. Замкнутая полость гидромуфты заполняется рабочей жидкостью (РЖ), в качестве которой используются чаще всего минеральные маловязкие масла.



Основные функциональные особенности гидромуфт.

- *страгивание с места с нулевыми значениями начального момента и ускорения, а также плавный разгон машин до рабочей скорости,*
- *предохранение приводного двигателя и механической трансмиссии от недопустимых перегрузок при резком торможении и пуске,*
- *возможность гидродинамического и генераторного торможения машины, а также ее торможения противовращением при реверсировании двигателя,*
- *демпфирование и гашение крутильных колебаний крутящего момента и скорости вращения широкого спектра частот, имеющих место при работе многих машин.*



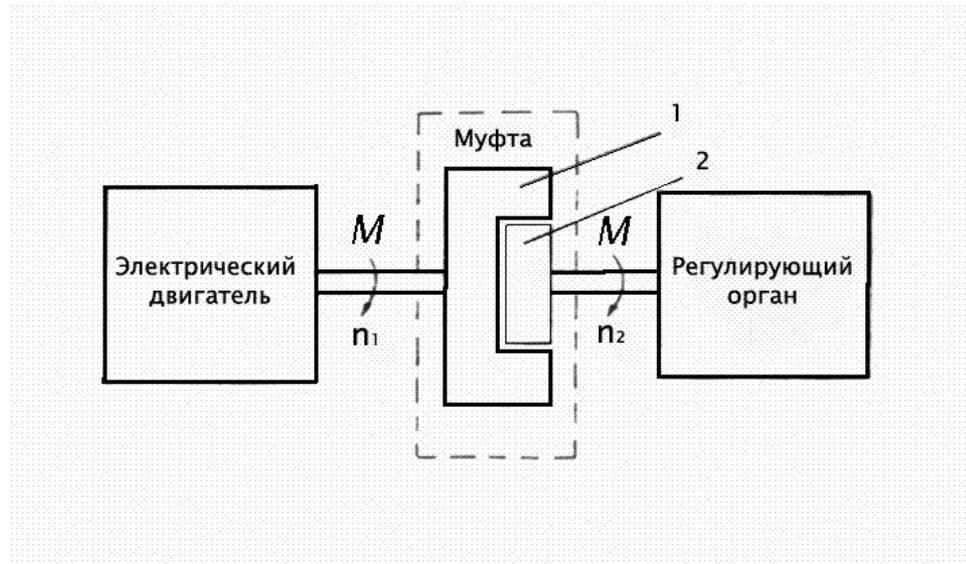
## Недостатки электроприводов с гидромуфтами

- *низкое быстродействие ,*
- *значительные потери при регулировании из-за эффекта проскальзывания,*
- *эффективная защита рабочих органов только в установившихся режимах,*
- *после срабатывания тепловой защиты, выплавляются легкоплавкие пробки,*
- *значительная зависимость характеристик от уровня заполнения рабочей жидкости,*
- *невозможность применения при регулировании скорости конвейера.*



## АЭПТ+КЗ+ электромагнитная муфта

**Во многих электрических системах управления исполнительный элемент системы – электрический двигатель, соединяется с регулирующим органом производственного механизма через специальное соединительное устройство, которое называют муфтой. Муфта служит для передачи механической энергии с одного вала на другой.**



**Муфта состоит из двух основных частей: ведущей 1, на которую поступает мощность от приводного двигателя, и ведомой 2, мощность с которой передается регулируемому органу. В ряде случаев необходимо жестко связать рабочий механизм с двигателем. Тогда ведомая и ведущая части муфты соединены без относительного перемещения. Такие муфты называются постоянно соединительными.**



**Широкое применение в системах автоматизации и управления получили муфты с электромагнитным управлением, когда соединение ведущей и ведомой частей происходит не жестко механически, а за счет упругих сил электромагнитного поля.**

**В зависимости от связи ведущей и ведомой частей все муфты можно разделить на два класса:**

- *муфты с механической связью;***
- *индукционные муфты т.е. со связью через магнитное поле.***



К первой группе относятся:

- а) Фрикционные, или муфты трения, у которых ведущая и ведомая части прижимаются друг к другу электромагнитными силами.**
- б) Порошковые, в которых соединение между частями муфты происходит за счет намагничивания порошковой ферромагнитной смеси, заполняющей зазор между частями муфты.**
- в) Зубчатые или кулачковые, у которых на ведущей и ведомой частях муфты имеются зубчики, с помощью которых при приложении электромагнитной силы осуществляется «геометрическое замыкание» (соединение) частей муфты.**



Ко второй группе относятся:

а) Асинхронные или муфты скольжения, работают за счет сил электромагнитного воздействия, возникающих при вращении ведущей части, имеющей катушку возбуждения, относительно ведомой части (принцип асинхронной машины).

б) Синхронные муфты с постоянными магнитами.. При прохождении тока через катушку возбуждения возникают силы магнитного притяжения между ведущей и ведомой частями (принцип синхронной машины с постоянными магнитами).

в) Гистерезисные муфты, в которых связь между ведущей и ведомой частями создается за счет явления гистерезиса при перемагничивании магнитотвердого материала (принцип синхронной гистерезисной машины).



***Аналогично гидромуфтам обеспечивается возможность регулирования частоты вращения приводного механизма при неизменной частоте вращения приводного двигателя за счет эффекта проскальзывания ведомой части относительно ведущей.***



## Недостатки электропривода

- *быстродействие еще ниже, чем в гидромуфтах ,*
- *значительные потери при регулировании из-за эффекта проскальзывания,*
- *эффективная защита рабочих органов только в установившихся режимах,*
- *значительные тепловые потери,*
- *значительные габариты,*
- *невозможность применения при регулировании скорости конвейера.*

## АЭПТ+КЗ+ тиристорный регулятор напряжения

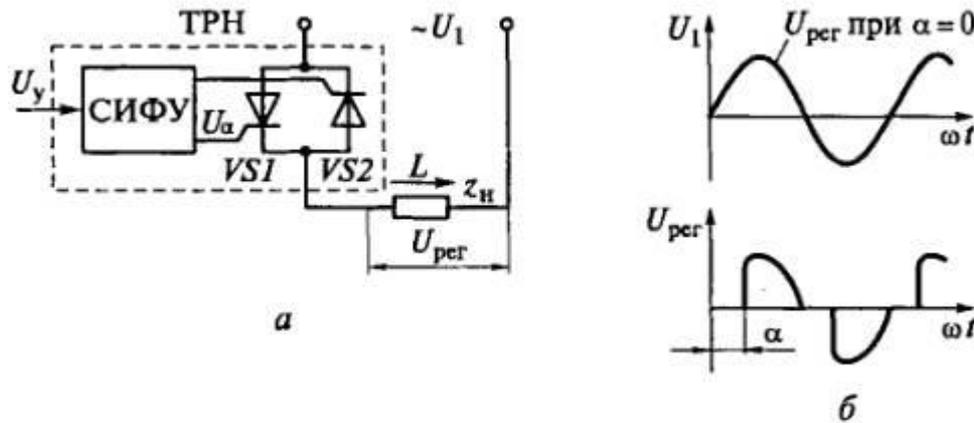


Схема (а) и кривые напряжения (б) однофазного тиристорного регулятора напряжения

**ТРН** изменяет амплитуду напряжения, подводимого к статору без изменения частоты, и используется главным образом для управления пуском (мягкие пускатели), регулирования скорости в небольшом диапазоне и осуществления ряда других функций.



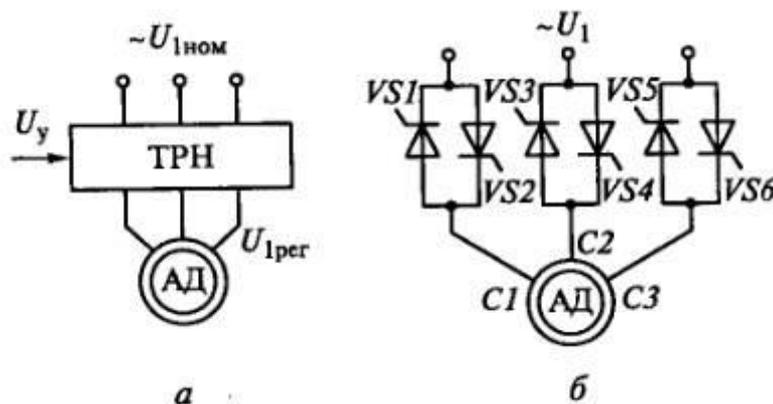
## Принцип действия тиристорного регулятора напряжения

***Силовая часть ТРН образована двумя тиристорами VS1 и VS2, включенными в цепь нагрузки по встречно-параллельной схеме, которая обеспечивает протекание тока в нагрузке в оба полупериода напряжения сети  $U_1$ . Управление тиристорами осуществляется с помощью системы импульсно-фазового управления (СИФУ), которая подает на тиристоры импульсы управления  $U_\alpha$  и обеспечивает их сдвиг на угол управления  $\alpha$  в соответствии с величиной внешнего сигнала управления  $U_y$ .***



***При активной нагрузке ТРН кривая тока / в нагрузке будет повторять кривую напряжения на ней, а при активно-индуктивном характере нагрузки будет от нее отличаться.***

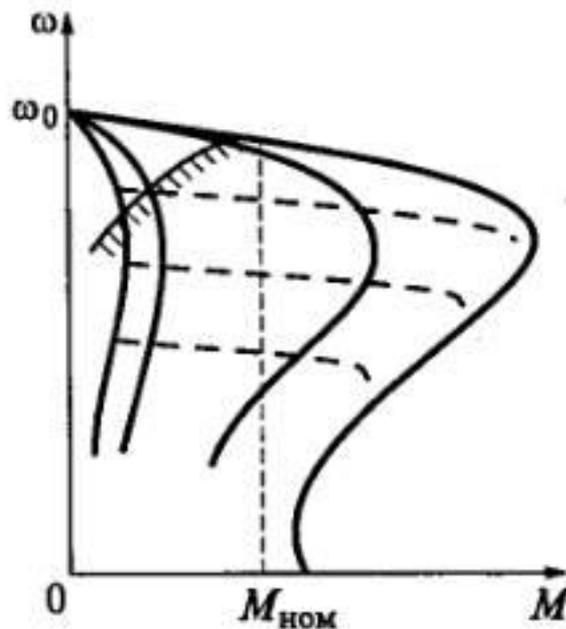
***Форма напряжения на нагрузке -несинусоидальная. Закрывание тиристоров в непроводящий полупериод происходит за счет напряжения сети (так называемая естественная коммутация тиристоров), что позволяет использовать в схемах ТРН наиболее простые и надежные тиристоры.***



Схемы включения тиристорного регулятора напряжения  
на трехфазной нагрузке:

а — общая; б — силовая части

**Силовая часть схемы для регулирования напряжения на статоре трехфазного асинхронного двигателя АД содержит 6 тиристоров VS1... VS6. За счет добавления в эту схему двух пар тиристоров создаются реверсивные схемы электропривода, а с помощью соответствующего управления ТРН могут обеспечивать и динамическое торможение двигателей.**



Механические характеристики асинхронного двигателя при  
регулировании напряжения на статоре



Потери в роторной цепи в номинальном режиме, т.е. при номинальном напряжении, которые можно считать допустимыми, составляют:

$$\Delta P_{2\text{ном}} = M_{\text{ном}} \omega_0 s_{\text{ном}};$$

потери при регулировании скорости составляют

$$\Delta P_{2\text{рег}} = M_{\text{доп}} \omega_0 s_{\text{рег}}.$$



Приравняв

$$\Delta P_{2\text{рег}} = \Delta P_{2\text{ном}}$$

получим:

$$M_{\text{доп}} = M_{\text{ном}} S_{\text{ном}} / S_{\text{рег}}$$

Из формулы следует, что допустимая нагрузка резко падает с уменьшением скорости. При  $S_{\text{ном}} = 0,03$  - это снижение скорости всего на 15% приводит к снижению максимального момента в 5 раз. ( т.е. допустимый длительный момент нагрузки не превышает 0.5 номинального).



## *Недостатки электропривода*

***1. Квадратичная зависимость максимального момента электропривода от снижения амплитуды напряжения приводит к тому, что плавный запуск электродвигателя возможен только при малых моментах сил сопротивления, т.е. только для конвейеров с незначительными моментами сил сопротивления и на холостом ходу.***

***2. Небольшой диапазон регулирования скорости.***

***3. Значительные дополнительные потери из-за существенного искажения формы синусоидального напряжения.***

***Для ленточных и скребковых конвейеров горного производства с большими моментами сил сопротивления при пусках не применим.***



*АЭПТ+КЗ+ стартовый электропривод постоянного тока.*

*Имеются разработки привода скребкового конвейера со стартовым электродвигателем постоянного тока последовательного возбуждения, питание которого осуществляется от управляемого тиристорного выпрямителя.*

*В процессе пуска складываются пусковые моменты АД и большой пусковой момент стартового серийного двигателя. После окончания процесс пуска стартовый электродвигатель отключается и работает только АД +КЗ.*



## *Недостатки привода*

- сложность конструкции (требуется дополнительный редуктор, коммутационная аппаратура, управляемый тиристорный выпрямитель, и, собственно, двигатель постоянного тока);**
- увеличенные габариты;**
- низкий коэффициент использования установленной мощности двигателя постоянного тока.**



**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)***