

## Преобразовательный каскад ППК

Короткое описание

## 1. Общая информация

Неоспоримые преимущества асинхронного трехфазного электродвигателя в сравнении с электродвигателем постоянного тока используют машины трехфазного тока для регулируемых по скорости вращения приводов.

Наряду с регулированием скорости вращения путем изменяемого сопротивления обмотки ротора разрабатывались и использовались каскадные схемы с включаемой в ротор машиной (каскад Кремера, каскадная схема Шербиуса).

При внедрении преобразовательной техники они сменялись подсинхронными преобразовательными каскадами – частотными преобразователями.

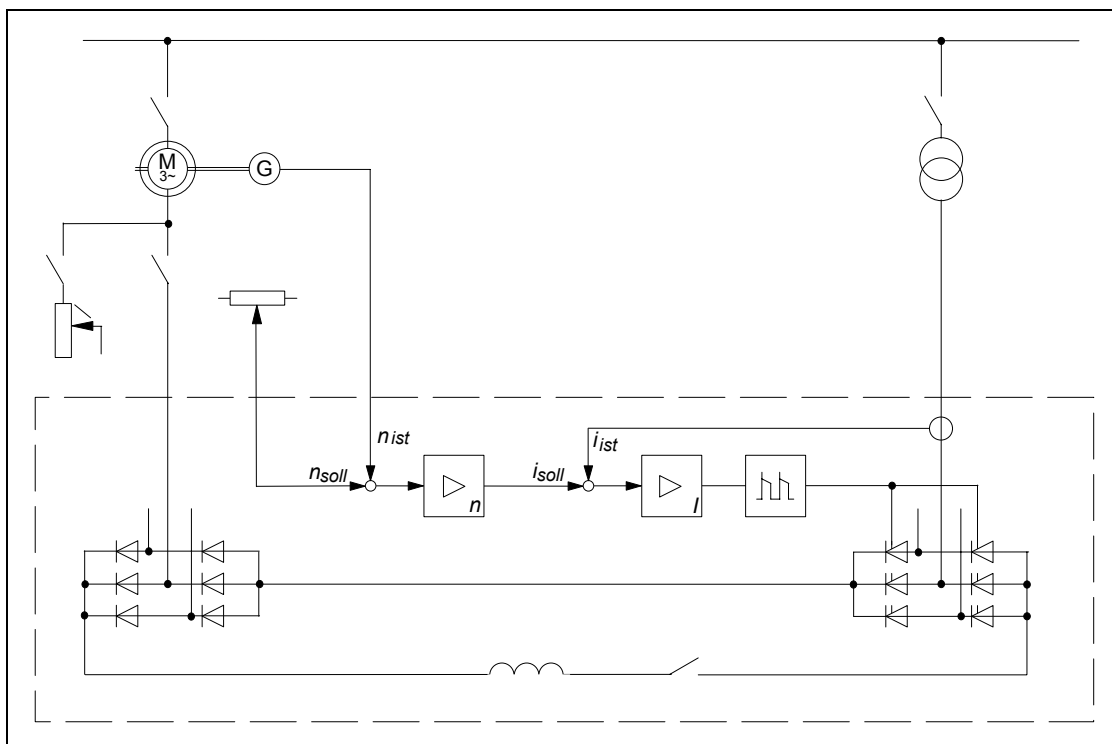
Каскадом обозначают последовательное соединение нерегулируемого и регулируемого преобразователя в цепи ротора асинхронного трехфазного электродвигателя для возврата энергии скольжения в питающую сеть.

Частотные преобразователи принципиально могут быть применены во всех отраслях промышленности. Предпочитаемая область применения находится там, где электродвигатель постоянного тока нежелателен из-за необходимости технического обслуживания коммутатора, а также достаточен диапазон регулирования скорости вращения. Например, это относится к приводам центробежных компрессоров (турбокомпрессоров), вентиляционных и центробежных насосов.

Благодаря использованию частотных преобразователей в сравнении с дроссельной регулированием (например, на водяных насосах) или регулированием добавочным сопротивлением ротора возможно достижение экономии электроэнергии на 50% и более.

Особенно выгодным и наиболее технически простым представляется оснащение дополнительными частотными преобразователями тех приводов, которые имеют электродвигатели с производственным резервом в 10% и оснащенные контактными кольцами (фазным ротором).

*Принципиальная электрическая схема частотного преобразователя*



## **2. Система привода с частотным преобразователем предлагает пользователю следующие преимущества:**

- использование асинхронных двигателей с контактными кольцами, которые дешевле электрических двигателей постоянного тока
- малые габариты и вес, низкие потери
- меньшая периодичность технического обслуживания
- мощность преобразователя ниже, чем номинальная мощность электродвигателя. Это обуславливает возможность использовать электродвигатели с очень большой мощностью. Мощность двигателя должна быть не менее 500 кВт, чтобы технические издержки находились в экономически оправданных рамках.

## **3. Возможное применение**

Частотные преобразователи предназначены для регулирования электроприводов во всех отраслях производства, поскольку диапазоны изменения скорости вращения достаточно широки (от 0,5 до 0,9 номинальной скорости вращения).

Например, это относится для приводов:

- центробежных компрессоров (турбокомпрессоров);
- вентиляционных насосов;
- центробежных насосов,

т.к. при этом мощность уже при половине скорости вращения снижается к 1/8 номинального значения.

Для приводов производственной и транспортной техники это регулирование также является применимым, т.к. здесь в большинстве случаев достаточно снижение скорости вращения до 50%.

К этому можно также отнести:

- мельницы мокрого помола цемента;
- миксеры, смесители;
- прессы брикетов;
- шнековые прессы;
- транспортировочные ленты.

## **4. Концепция технического соединения**

Частотный преобразователь - это устройство для трехфазного привода с регулируемой скоростью вращения с асинхронным трехфазным электродвигателем с контактными кольцами, мощность скольжения которого через выпрямитель и инвертор (преобразователь постоянного тока в переменный) обратно питает сеть.

Мощность скольжения реализуется в форме напряжения ротора, которое линейно снижается с ростом скорости вращения и тока ротора, который прямопропорционален противодействующему моменту.

В промежуточной цепи постоянного тока получают баланс напряжения в двух противоположно-направленных составляющих, с одной стороны – переведенного напряжения ротора и с другой стороны – установленного напряжения инвертора с противоположным знаком. Напряжение инвертора устанавливается путем регулирования в любом значении от 0 до максимально допустимого значения.

Этому значению должно следовать напряжение ротора, до тех пор пока не произойдет опять равновесие напряжения в промежуточной цепи.

Регулирование процесса реализуется двумя комбинированными контурами регулирования.

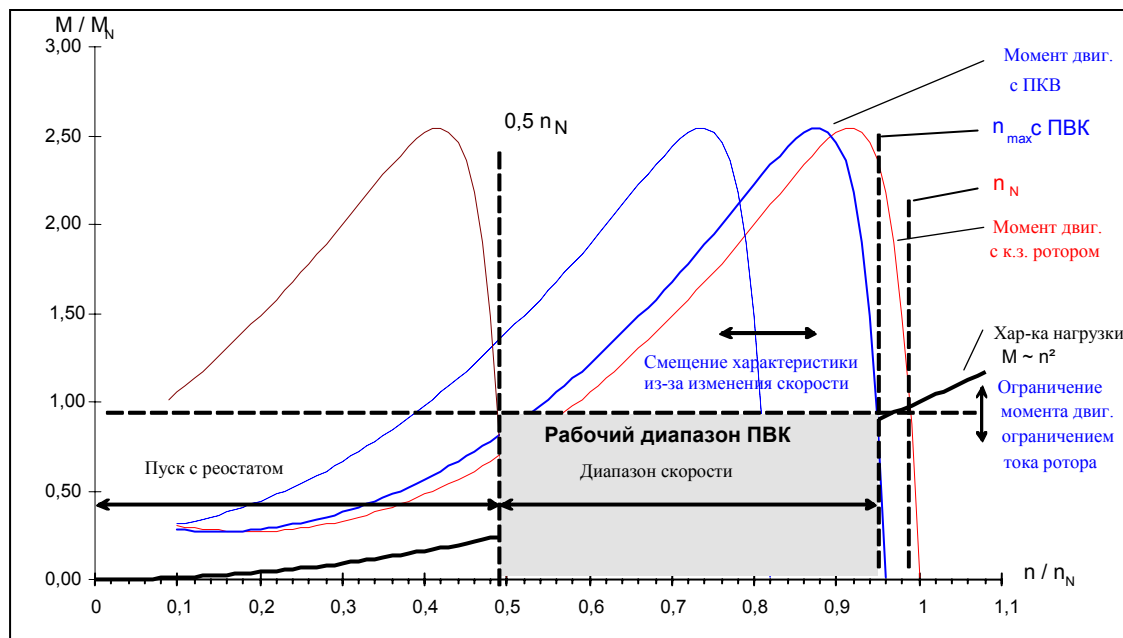
Технически по схеме преобразователь включается в цепь ротора, как только происходит пуск электродвигателя обычным управлением пусковым сопротивлением.

При частотном преобразователе ток ротора и вместе с тем крутящий момент ограничиваются на установленном значении регулятором тока. Так достигается защита от электрических и механических перегрузок.

Момент нагрузки, значение которого лежит выше максимальной значения, ведет к снижению скорости вращения до нижней границы установленного диапазона.

Характеристические кривые крутящих моментов и скорости вращения показывают шунтовое отношение общих областей регулирования скорости вращения.

*Характеристические кривые крутящих моментов и скорости вращения частотного преобразователя*



## 5. Условия применения

Обратное энергопитание достигаемое с частотными преобразователями через инвертор из мощности скольжения зависит от:

- диапазона регулирования скорости вращения и
- механических характеристик рабочей машины.

Номинальная мощность двигателя привода должна быть не менее 500 кВт.

При этой мощности достигаемая экономия электроэнергии находится в экономически привлекательном отношении к закупочной цене устройства.

Поскольку типичная мощность частотного преобразователя пропорциональна выбранному диапазону регулирования скорости вращения, для применения данной техники предпочитают приводы, скорость вращения которых лежит в области выше половины синхронной скорости вращения.

Верхняя граница диапазона регулирования скорости вращения должна составлять около 0,95 синхронной скорости вращения, чтобы было возможным обратно питать энергию с учетом потерь в преобразователе.

При этих условиях, экономичная диапазон регулирования скорости вращения частотным преобразователем находится в интервале:

$$0,5 v_{\text{НОМ}} \leq v \leq 0,95 v_{\text{НОМ}}$$

## 6. Способ выбора

Для частотных преобразователей исключена перегрузка, т.к. они рассчитаны для существующего напряжения ротора при минимальной скорости вращения и для тока ротора при максимально встречающемся моменте нагрузки.

Напряжение в обмотке неподвижного ротора существенно влияет на расчет преобразователя. Иногда допускается применение электродвигателей с малым напряжением ротора, точнее применение менее дорогих роторов с уменьшением требуемого скольжения.

Если двигатель привода уже имеется в наличии, можно по данным описания его мощности вычислить значение минимальной скорости вращения и максимально достигаемого крутящего момента по следующим формулам:

Минимальная скорость вращения

$$v_{\min} = v_{\text{ном}} \cdot \left( 1 - \frac{U_{p \max}}{U_{p0}} \right) \cdot [\text{МИН}^{-1}]$$

Максимальный крутящий момент

$$M_{\max} = M_{\text{ном}} \cdot \frac{I_{p \max}}{I_{p \text{ном}}} \cdot [\text{Н} \cdot \text{м}],$$

где

$v_{\text{ном}}$	номинальная скорость вращения, мин <sup>-1</sup>
$U_{p0}$	напряжение ротора в состоянии покоя, В
$M_{\text{ном}}$	номинальный момент двигателя, Н*м
$I_{p \text{ном}}$	номинальный ток ротора, А
$U_{p \max}$	допускаемое максимальное напряжение ротора, В *
$I_{p \max}$	допускаемый максимальный ток ротора, А *

\* Значение зависит от мощности выпрямителя (например 315 В при  $U_{\text{ном}} = 400 \text{ В}$ )

## 7. Технические данные

Исполнение частотного преобразователя можно рассматривать как 2 составные части:

- информационная часть, которая содержит устройства для управления и регулирования частотным преобразователем и поставляется к каждому агрегату обратного питания в унифицированном исполнении;

- рабочая часть с конструктивными элементами для обратного питания энергии ротора.

Степень защиты:	IP20
Диапазон температур:	от 0 до +40 °C
Место установки:	электротехнические производственные помещения
Способ установки:	свободный

## Частотный преобразователь для регулирования скорости вращения электродвигателей с контактными кольцами

### Способ оформления заказа

При запросах присылайте нам пожалуйста заполненную анкету. Содержащиеся в ней данные позволят нам учитывать оптимально Ваши желания и консультировать Вас при выборе экономически работающего устройства.

#### 1. Данные рабочей машины

- |   |            |                         |
|---|------------|-------------------------|
| 1.1 Нагрузочная характеристика                  | $M = f(v)$ |                         |
| 1.2 Нагрузочная характеристика                  | $M = f(t)$ |                         |
| 1.3 Номинальный момент                          | $M_{ном}$  | = ..... Н*м             |
| 1.4 Максимальный момент                         | $M_{max}$  | = ..... Н*м             |
| 1.5 Диапазон регулирования скорости вращения от |            | ..... мин <sup>-1</sup> |
|   | до         | ..... мин <sup>-1</sup> |

#### 2. Данные электродвигателя

- |  |                 |                           |
|--|-----------------|---------------------------|
| 2.1 Номинальная мощность   | $N_{ном}$       | = ..... кВт               |
| 2.2 Номинальная скорость вращения                                    | $v_{ном}$       | = ..... мин <sup>-1</sup> |
| 2.3 Напряжение и частота статора                                     | $U_{ст}$        | = ..... В                 |
|  | $f_{ст}$        | = ..... Гц                |
| 2.4 Номинальный ток статора  | $I_{ст ном}$    | = ..... А                 |
| 2.5 Напряжение ротора в состоянии покоя                              | $U_{р 0}$       | = ..... В                 |
| 2.6 Номинальный ток ротора   | $I_{р ном}$     | = ..... А                 |
| 2.7 коэффициент мощности в номинальном режиме работы                 | $\cos\varphi_n$ | = .....                   |
| 2.8 КПД в номинальном режиме работы                                  | $\eta$          | = .....                   |
| 2.9 Ток намагничивания или ток холостого тока и коэффициент мощности | $I_\mu$         | = ..... А                 |
|  | $I_0$           | = ..... А                 |
|  | $\cos\varphi_0$ | = ..... А                 |

#### 3. Данные сети обратного питания

- |                                  |            |            |
|----------------------------------|------------|------------|
| 3.1 Напряжение и частота         | $U$        | = ..... В  |
|                                  | $f$        | = ..... Гц |
| 3.2 Колебания напряжения         | $\Delta U$ | = ..... %  |
| 3.3 Мощность короткого замыкания | $N_{к.з.}$ | = .....    |

transresch  
Antriebssysteme Berlin GmbH  
Ул. Марцанер, 34  
13053 Берлин  
Германия

Партнёр по переговорам: Альфонс Волфф  
Телефон: ++49 (0)30-9861 2178  
Телефакс: ++49 (0)30-9861 2097  
E-Mail: [wolff@transresch.de](mailto:wolff@transresch.de)

**transresch**  
ANTRIEBSSYSTEME

*transresch*

Antriebssysteme Berlin GmbH

Marzahner Straße 34

D-13053 Berlin

Телефон: ++49 (0) 30 / 9861-2104

Факс: ++49 (0) 30 / 9861-2097

e-mail: [info@transresch.de](mailto:info@transresch.de)

<http://www.transresch.de>