

Трехфазные высоковольтные асинхронные электродвигатели

Диапазон мощности 140 – 28000 кВт



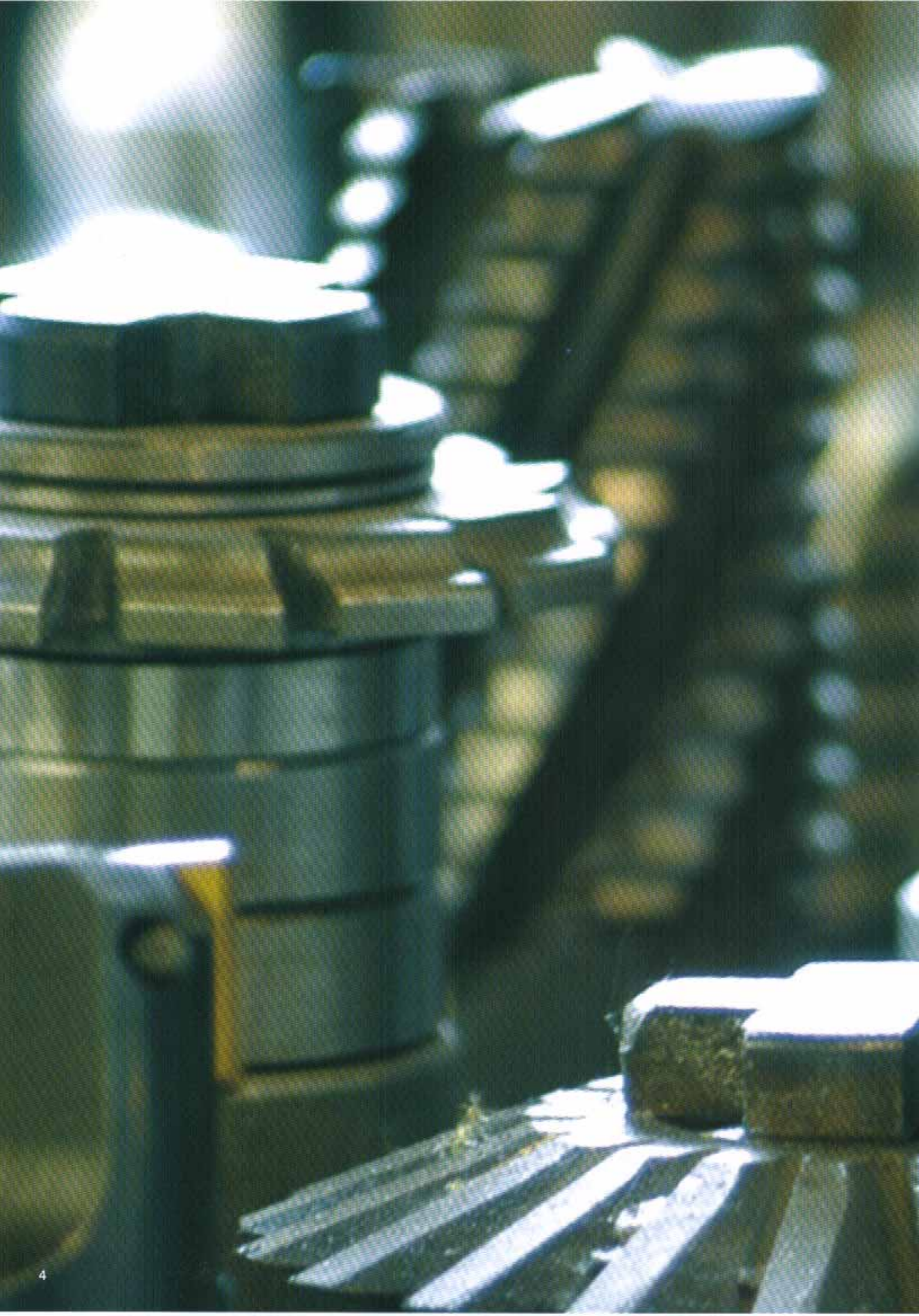
Обложка:

Применение трехфазного высоковольтного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором в качестве привода абсорбционной колонны на электростанции „Шварце Пумпе“.



Содержание

	Предисловие	5
1.	Обзор поставляемых двигателей	6
2.	Обозначение типа	8
3.	Стандарты и предписания	9
4.	Электрическое исполнение	10
4.1	Напряжение и частота	10
4.2	Мощность и нагрев	10
4.3	Постоянные частоты вращения	11
4.4	Переменные частоты вращения/ регулирование частоты вращения	11
4.5	Пуск	14
4.5.1	Асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором	14
4.5.2	Асинхронные электродвигатели с фазными роторами	15
5.	Описание конструкции	16
5.1	Литая конструкция (до высоты оси вращения 710 мм)	16
5.2	Сварная конструкция (с высоты оси вращения 800 мм)	17
5.3.	Обмотка статора	17
5.4	Конструкция ротора	18
5.4.1	Короткозамкнутый ротор	18
5.4.2	Фазный ротор	18
5.5	Выводы обмоток	18
5.6	Подшипники	20
5.7	Короткозамыкатель и механизм для подъема щеток	21
5.8	Охлаждение	22
5.8.1	Внутренние потоки воздуха	22
5.8.2	Охлаждение „воздух–вода“ (IC 8 A1 W7)	22
5.8.3	Охлаждение „воздух–воздух“ (IC 6 A1 A1)	23
5.8.4	Внутренняя самовентиляция (IC 0 A1)	23
6.	Взрывозащищенные электродвигатели	24
7.	Универсальная система изоляции VEMoDUR	26
8.	Испытания	28
9.	Документация	29
10.	Отгрузка, упаковка, монтаж	30
11.	Общие указания	31
12.	Трехмерные представления деталей	32



Предисловие

Трехфазные высоковольтные асинхронные машины являются надежными и мощными приводами для всех областей промышленности. Их применение является универсальным за счет использования различных видов защиты и охлаждения. Для каждого случая применения „Саксенверк“ предлагает необходимое решение в результате использования машин, отвечающих требованиям рынка и конкуренции. Эти машины отличаются надежностью, удобством обслуживания и ремонта, гибкостью в применении, модульным принципом конструкции, высокими энергетическими параметрами и незначительным уровнем шума.

Обширное „ноу-хау“ завода и постоянное усовершенствование машин при совместном сотрудничестве с институтами и ВУЗами гарантируют ориентированное на заказчика решение, выполненное на высоком уровне качества. Уже в течении многих десятилетий высоковольтные машины под товарной маркой „VEM“ успешно работают в самых разных областях применения в качестве приводов для насосов, компрессоров, вращающихся печей и мельниц, в том числе в горнодобывающей промышленности, химической и нефтеперерабатывающей промышленности, на металлургических заводах и прокатных станах, а также в области защиты окружающей среды и энергетики.

Конструкция двигателей рассчитана на требования заказчика с целью выполнения особых критериев применения.

Каталог содержит общие технические пояснения. Индивидуальные требования необходимо рассматривать отдельно. Технические данные отдельных типорядов необходимо отдельно запрашивать на „VEM“.

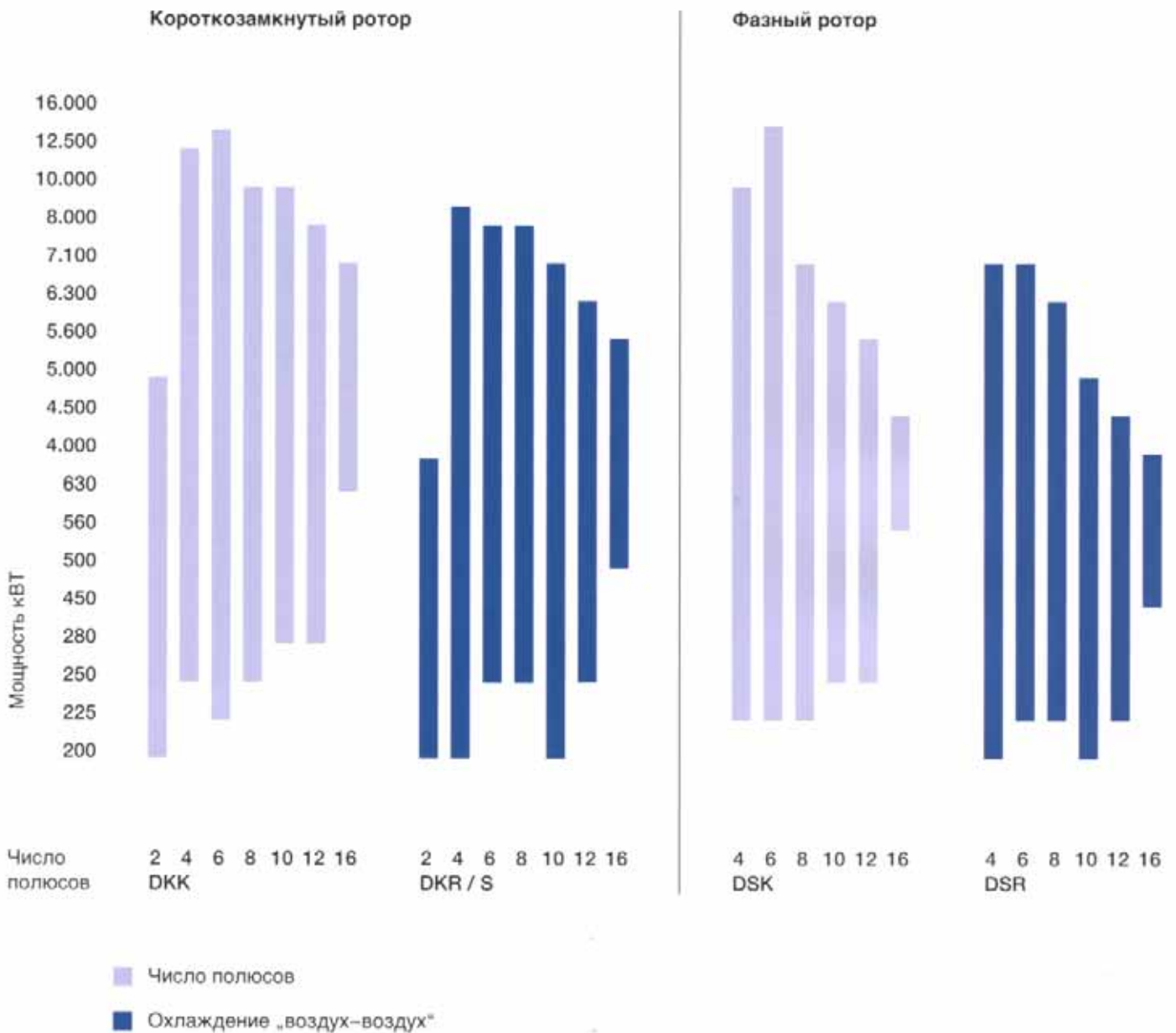
В случае интереса просим обращаться в наш отдел сбыта или в филиалы и представительства „VEM“. Заказы требуют письменной формы подтверждения с нашей стороны.

Указание:

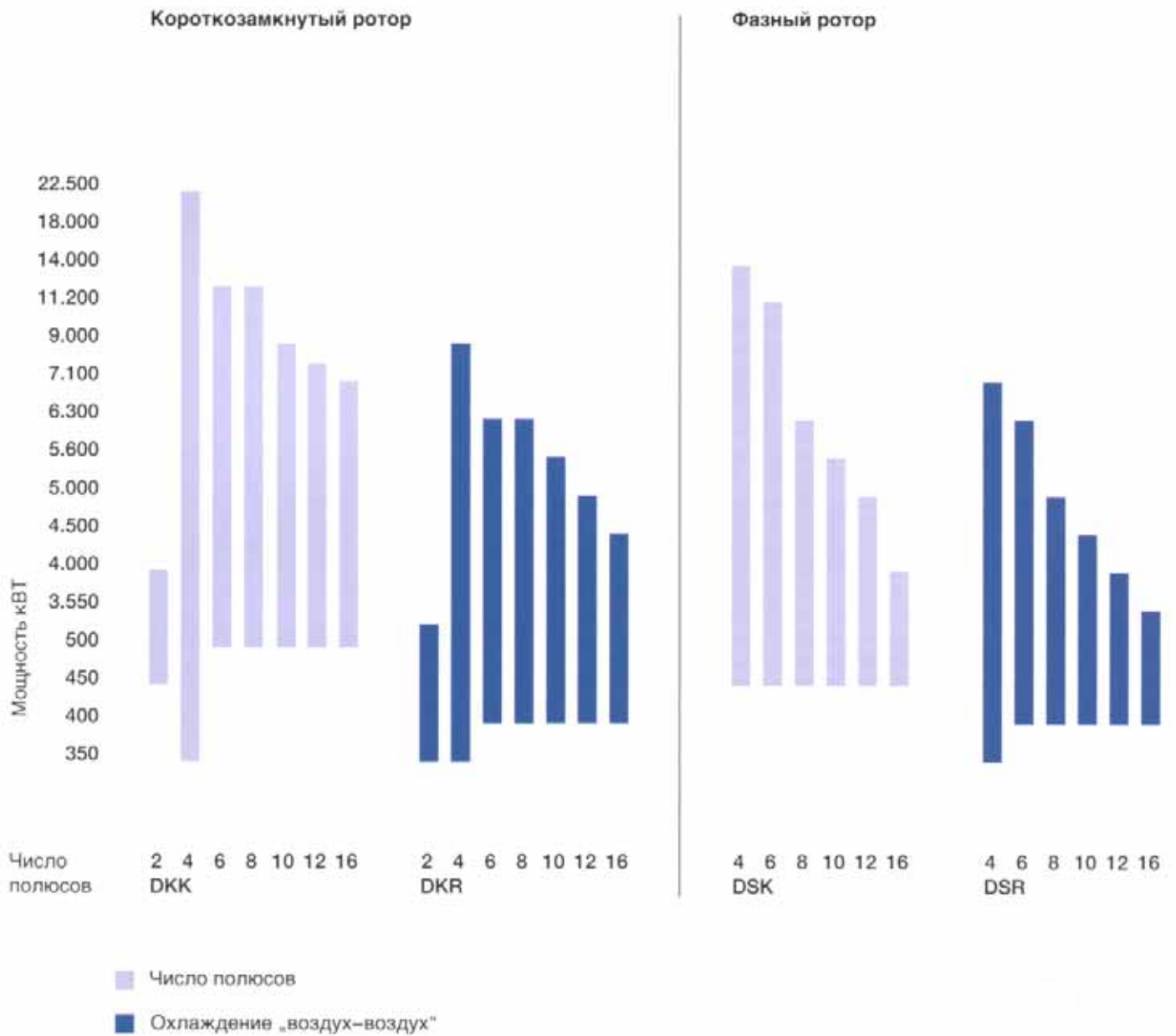
Мы стремимся постоянно улучшать наши изделия. Конструкции, технические данные и рисунки могут изменяться. Принципиально они являются обязательными только после письменного подтверждения завода-изготовителя.

1. Обзор поставляемых двигателей

Трехфазные высоковольтные асинхронные электродвигатели с напряжением 6 кВ



Трехфазные высоковольтные асинхронные электродвигатели с напряжением 10 кВ



2. Обозначение типа

Обозначение типа „Саксенверка“ состоит из букв и цифр.

Буквы	позиции	1–5
Цифры	позиции	6–9
Цифры/буквы	позиции	10–14 (переменные, в зависимости от типа машины)



Позиции

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

- 1 Вид тока**
 E = однофазный переменный ток
 D = трехфазный переменный ток
 M = многофазный переменный ток
- 2 Тип машины**
 A асинхронный генератор переменного тока
 K асинхронный электродвигатель переменного тока с короткозамкнутым ротором
 B асинхронный электродвигатель переменного тока с фазным ротором и механизмом для подъема щеток
 S асинхронный электродвигатель переменного тока с фазным ротором и без механизма для подъема щеток
 G синхронный генератор переменного тока с контактными кольцами
 R синхронный генератор переменного тока без контактных колец
 M синхронный электродвигатель переменного тока с контактными кольцами
 T синхронный электродвигатель переменного тока без контактных колец
 C коллекторный двигатель переменного тока
 U однокорпусный преобразователь переменного тока
- 3 Вид охлаждения и тип защиты**
 E охлаждение внутренней самовентиляцией / охлаждение самовентиляцией без монтируемых на машине устройств (IP00; IP10; IP20; IP21; IP22; IP23)
 A охлаждение внутренней самовентиляцией / охлаждение самовентиляцией с монтируемыми на машине устройствами (IP23; IP24)
 F охлаждение внутренней самовентиляцией / охлаждение самовентиляцией, с подключением трубы, со встроенным вентилятором (IP44; IP54; IP55)
 L внутренняя самовентиляция / принудительное охлаждение при помощи дополнительного вентиляционного агрегата (IP00; IP10; IP20; IP21; IP22; IP23; IP24)
 B внутренняя самовентиляция / принудительное охлаждение, подключение трубы (IP44; IP54; IP55)
 R циркуляционное охлаждение / охлаждение самовентиляцией с охладителем „воздух–воздух“ (IP44; IP54; IP55)
 K циркуляционное охлаждение / охлаждение самовентиляцией с охладителем „воздух–вода“ (IP44; IP54; IP55)
 S циркуляционное охлаждение / принудительное охлаждение с охладителем „воздух–воздух“, с дополнительным вентиляционным агрегатом (IP44; IP54; IP55)
 M циркуляционное охлаждение / принудительное охлаждение с охладителем „воздух–вода“, с дополнительным вентиляционным агрегатом (IP44; IP54; IP55)
 N циркуляционное охлаждение / охлаждение самовентиляцией или принудительное охлаждение газом (за исключением воздуха) в качестве охлаждающей среды (все степени защиты).
 O поверхностное охлаждение; охлаждение внешним обдувом / охлаждение самовентиляцией через охлаждающие отверстия (IP44; IP54; IP55)
 C поверхностное охлаждение; охлаждение внешним обдувом / охлаждение самовентиляцией за счет охлаждающих ребер (IP44; IP54; IP55)
 P поверхностное охлаждение; охлаждение внешним обдувом / самоохлаждение без вентилятора (IP44; IP54; IP55)
 W поверхностное охлаждение; охлаждение внешним обдувом / принудительное охлаждение с водяной рубашкой (IP54)
 V поверхностное охлаждение; охлаждение внешним обдувом / принудительное охлаждение при помощи дополнительного вентиляционного агрегата (IP54)
- 4 и 5 Тип конструкции** (в закодированном виде)
 Подшипники, другое напряжение и частота, взрывозащита, тип исполнения, тяжелый пуск и т.п.
- 6 и 7 Высота оси вращения** (в закодированном виде)
- 8 и 9 Длина шихтованного пакета листов** (в закодированном виде)
- 10 и 13 Число полюсов/частота вращения**
- 11 и 14 Дополнительная буква для стадии обработки и особых условий**
 Буквенное обозначение для специального конструктивного исполнения обмотки

3. Стандарты и предписания

Двигатели отвечают действующим стандартам DIN и предписаниям DIN VDE. Для основных исполнений ими являются в особенности DIN EN 60034 (VDE 0530) или IEC 60034, включающие следующие части:

- Часть 1 Расчет параметров и рабочие характеристики DIN EN 60034-1 (VDE 0530-1) - IEC 60034-1
- Часть 2 Методы определения потерь к.п.д. ... DIN EN 60034-2 (VDE 0530-2) - IEC 60034-2
- Часть 5 Классификация видов защиты DIN EN 60034-5 (VDE 0530-5) - IEC 60034-5
- Часть 6 Классификация способов охлаждения DIN EN 60034-6 (VDE 0530-6) - IEC 60034-6
- Часть 7 Обозначение типов исполнения DIN EN 60034-7 (VDE 0530-7) - IEC 60034-7
- Часть 8 Обозначение присоединений и направление вращения DIN VDE 0530-8 - IEC 60034-8
- Часть 9 Допустимые предельные значения уровня шума DIN EN 60034-9 (VDE 0530-9) - IEC 60034-9
- Часть 12 Пусковые характеристики трехфазных электродвигателей с короткозамкнутым ротором ... DIN EN 60034-12 (VDE 0530-12) - IEC 60034-12
- Часть 14 Механические колебания ... DIN EN 60034-14 (VDE 0530-14) - IEC 60034-14
- Часть 15 Расчетные импульсные напряжения ... DIN EN 60034-15 (VDE 0530-15) - IEC 60034-15
- Часть 18 Оценка эффективности систем изоляции ... DIN EN 60034-18-... (VDE 0530-18-...) - IEC 60034-18-... несколько частей

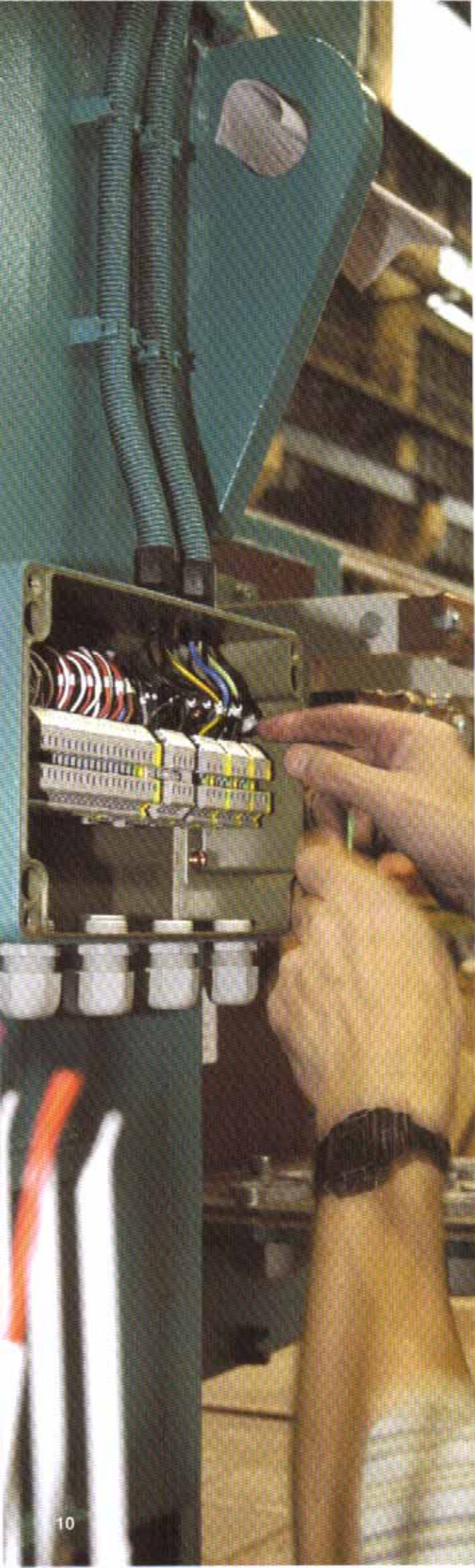
а также

- DIN ISO 10816-... Оценка колебаний машины путем измерений на невращающихся частях ... (несколько частей)
- DIN ISO 8821 „Механические колебания, определение типа шпонки при балансировке валов и компаундных деталей“
- DIN ISO 1940-... Требования к качеству балансировки жестких роторов... (несколько частей)

Для взрывозащищенных машин основные требования защиты обеспечиваются за счет исполнения по стандартам:

- DIN EN 50014 (VDE 0170/0171 Часть 1)
- DIN EN 50016 (VDE 0170/0171 Часть 3)
- DIN EN 50019 (VDE 0170/0171 Часть 6)
- DIN EN 50021 (VDE 0170/0171 Часть 16)

По запросу возможна поставка по другим стандартам, например: в соответствии с находящимися на стадии согласования стандартами IEC, а также в соответствии со специальными предписаниями промышленности, такими как ZLM (дополнительные соглашения о поставке высоковольтных электродвигателей для электростанций) или спецификациями фирмы „Shell“.



4. Электрическое исполнение

4.1 Напряжение и частота

В основном исполнении электродвигатели рассчитаны на напряжение 6 кВ и частоту 50 Гц.

Отклонения напряжения и частоты от расчетных значений во время эксплуатации возможны в соответствии с положениями стандарта DIN EN 60034-1, раздел 6.3.

Электродвигатели с диапазоном напряжений $\leq 3,3$ кВ имеют большие расчетные мощности, а электродвигатели с диапазоном напряжений $> 6,6$ кВ имеют меньшие расчетные мощности, чем такие же конструктивные модели.

4.2 Мощность и нагрев

Приведенные в обзоре поставляемых двигателей расчетные мощности действительны для непрерывного режима работы (S1) при расчетной частоте, расчетном напряжении, высоте установки ≤ 1.000 м над уровнем моря и входной температуре охлаждающего воздуха макс. 40°C или входной температуре охлаждающей воды 27°C . Максимальные рабочие температуры, измеренные по методу сопротивления, соответствуют классу В нагревостойкости электроизоляционных материалов по DIN EN 60034.

Поставляются электродвигатели с предельно допустимым превышением температуры в соответствии с классом F нагревостойкости.

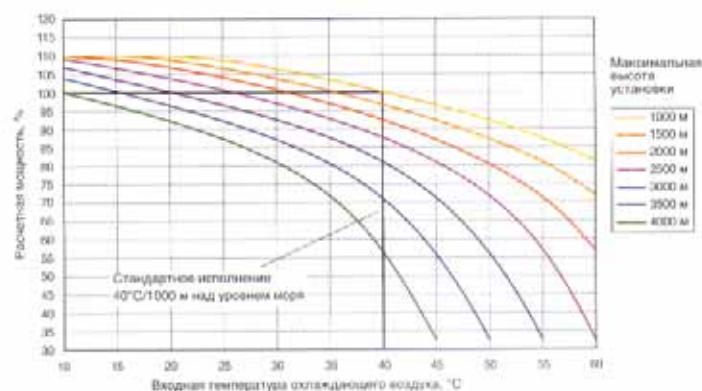


Рис.1 Влияние высоты установки и входной температуры охлаждающего воздуха на допустимую мощность

Отклонения от расчетных значений температуры охлаждающего воздуха и высоты установки приводят к процентуальному изменению максимально возможной мощности в соответствии с рис.1

4.3 Постоянные частоты вращения

Приведенные в обзоре поставляемых двигателей расчетные частоты вращения действительны для работы с расчетным напряжением, расчетной частотой и расчетной мощностью (допуски по DIN EN 60034-1).

Разнос машины осуществляется при 1,2-кратной частоте вращения холостого хода. Это справедливо как для машин с частотой 50 Гц, так и для машин с другими частотами. Более высокие разносные частоты вращения – по запросу.

4.4 Переменные частоты вращения/регулирование частоты вращения

Электродвигатели с фазным ротором и питанием от преобразователя в цепи ротора

В электрической цепи электродвигателей с фазным ротором используется преобразователь, который за счет дополнительного напряжения регулирует частоту вращения с минимальными потерями. Частота дополнительного напряжения согласована с частотой ротора асинхронной машины (подсинхронный преобразовательный каскад – ППК).

По причине высших гармоник инвертора при работе с подсинхронным преобразовательным каскадом необходимо снижение расчетной мощности двигателей примерно на 5 %. Необходимо учитывать, что при пониженной частоте вращения приводного двигателя снижается отвод тепла при самовентиляции. Поэтому при снижении частоты вращения необходимо понизить вращающий момент в соответствии с рис. 2.

Для электродвигателей с фазным ротором и мощностью выше 2 МВт необходимо сильнее снижать выходную мощность по причине вытеснения тока в обмотке ротора при частоте вращения ниже 70% n_n .

Преимуществами регулирования частоты вращения при помощи подсинхронного преобразовательного каскада являются:

- незначительные потери, так как мощность при критическом скольжении подается снова в сеть
- экономичность, так как необходимая мощность инвертора в небольшом диапазоне регулирования (напр. от 0,7 n_n до 1,0 n_n) является меньшей, чем при питании цепи статора
- относительно независимые от нагрузки частоты вращения по сравнению с регулированием частоты вращения за счет реостатов для изменения скольжения в цепи ротора (см. рис. 3)

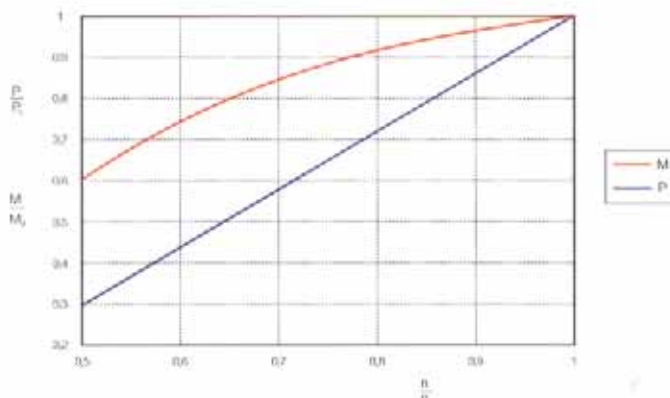


Рис. 2 Снижение мощности и вращающих моментов при управлении частотой вращения при помощи ППК

Электродвигатели с короткозамкнутым ротором и преобразователем

В цепи тока статора электродвигателей с короткозамкнутым ротором применяется преобразователь частоты для тока или напряжения. Электродвигатели VEM исполняются специально для соответствующей работы в режиме преобразования тока или напряжения и для соответствующей эксплуатации привода, т.е. в зависимости от вида преобразователя и специфических требований в результате использования соответствующего преобразователя подбирается изоляция и оптимизируется расчетная мощность. Механическое исполнение в основном соответствует исполнению стандартных машин. Для машин с питанием от преобразователей необходимо в запросе указать исполнение преобразователя.

Обмотки машин выполняются предпочтительно в виде шаблонных катушек или в особых случаях в виде обмоток транспонированного стержня и пропитываются по технике вакуумной пропитки (VPI). За счет чрезвычайно высокого исходного качества применяемого обмоточного провода и связанного с этим оптимального распределения напряжения в пределах обмоток, а также за счет преимуществ техники вакуумной пропитки при

пропитке лобовой части обмотки достигается очень высокая надежность по сравнению с возможными в режиме преобразователя предельными значениями напряжения.

Режим работы двигателей с преобразователями частоты приводит к более высокому уровню шума по сравнению с работой при синусоидальных параметрах сети.

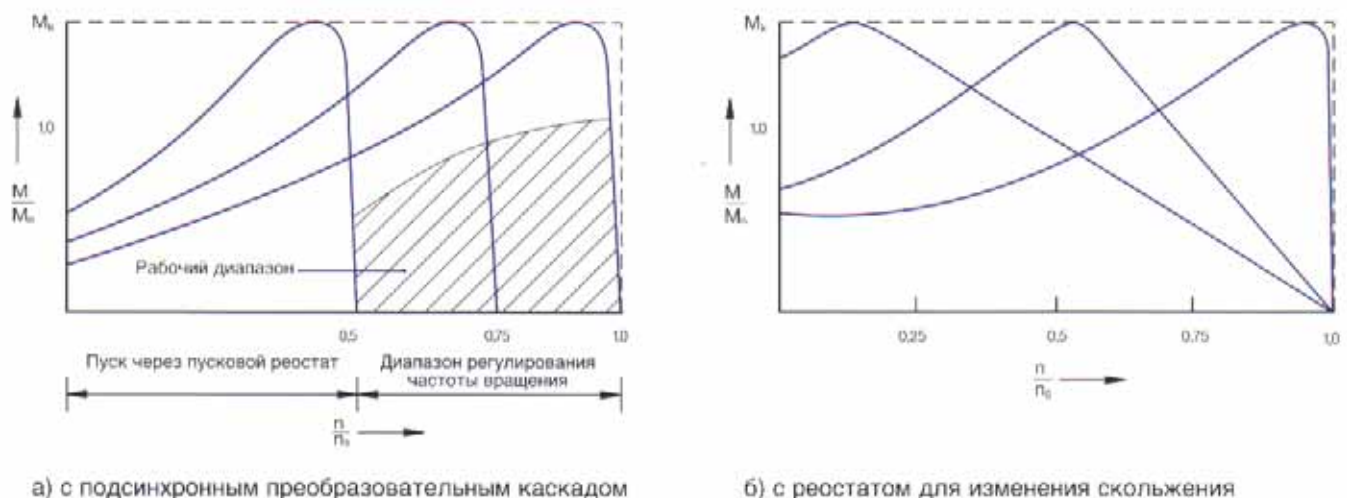
Ориентировочными значениями в этом случае являются:

Тип преобразователя	Повышение уровня звукового давления L_{PA} в дБ
Преобразователь тока	1 – 4
Преобразователь напряжения	1 – 15

Для преобразователей повышение уровня звукового давления зависит от:

- частоты импульсов
- формы импульсов
- выходного фильтра

Рис. 3 Нагрузочные характеристики асинхронных электродвигателей с фазным ротором



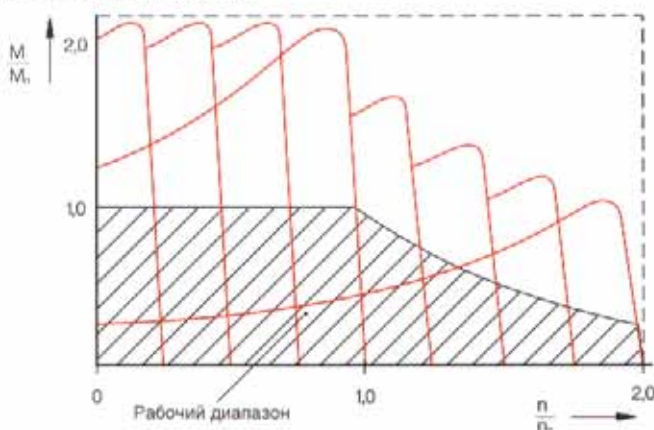
Преимуществами регулирования частоты вращения электродвигателей с короткозамкнутым ротором и преобразователем частоты являются:

- оптимальное согласование частоты вращения и вращающего момента двигателя с технологическими требованиями рабочей машины
- оптимальный к.п.д. в очень широком диапазоне мощности и частоты вращения
- питание от сети с очень хорошим коэффициентом мощности (преобразователь напряжения)
- можно реализовать возврат энергии в сеть
- хороший синхронный ход при многодвигательных приводах
- высокое постоянство частоты вращения при изменяющейся нагрузке
- возможен большой диапазон частоты вращения при минимальных потерях (см. рис. 4)

Для всех электродвигателей с питанием от преобразователя для предупреждения токов в подшипниках один подшипник изолируется, если питание осуществляется через преобразователь тока или преобразователь напряжения с выходным напряжением на электродвигателе до 690 В. Для электродвигателя с преобразователем среднего напряжения используется два изолированных подшипника и одна щетка заземления, если не указаны другие требования.

Электродвигатели для рабочих машин с относительно постоянными моментами, например для приводов мельниц, компрессоров и прокатных станков, часто оснащаются агрегатами с принудительной вентиляцией.

Рис. 4 Механическая характеристика асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором и регулированием по частоте и напряжению



- n = Частота вращения
- n_s = Синхронная частота вращения
- M = Вращающий момент
- M_n = Вращающий момент при номинальной нагрузке

4.5 Пуск

4.5.1 Асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором

Нормальный пуск

Все мощности, приведенные в обзоре поставляемых двигателей, разрешают прямой пуск от сети. Данный простой метод пуска всегда должен применяться, если это допускают параметры сети и приводимые машины.

Типоразмер машины определяется:

- величиной расчетной мощности
- энергией потерь в двигателе во время пуска

Она отвечает кинетической энергии, которая необходима для ускорения рабочей машины, ротора электродвигателя и дополнительных масс.

Приведенные в обзоре поставляемых двигателей типы электродвигателей рассчитаны на нормальный процесс пуска. Они могут ускорять до рассчитанной частоты вращения рабочие машины с постоянными, квадратичными или подобными характеристиками момента вращения (см. рис. 5). При этом исходят из соотношения максимального момента рабочей машины к номинальному моменту электродвигателя, равному 0,9 при квадратной характеристике момента сопротивления. Для электродвигателей с мощностью > 7 мВт в основу закладывается реакторный пуск. При этом падение напряжения в сети не должно превышать максимально 10%.

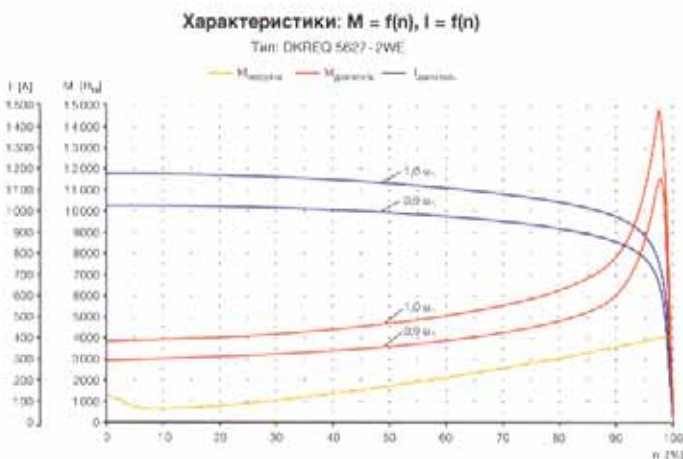


Рис. 5 Вращающие моменты и кривая пускового тока 2-полюсного электродвигателя во время пуска

Если при запуске электродвигатель подвергается воздействию более низких моментов сопротивления, то в сети возможны также более высокие прорывы напряжения. Вращающий момент и ток электродвигателя снижаются по причине насыщения более сильно, чем квадратичное соотношение напряжения сети к расчетному напряжению.

Например:

$$M_{\text{ток}} = \left(\frac{M_{\text{ток}}}{U_{\text{ток}}} \right)^2 \cdot A \cdot M_{\text{ток}}$$

A = поправочный коэффициент, при этом $A < 1$

Продолжительность запуска определяется полным моментом инерции, расчетной частотой вращения и моментом ускорения (вращающий момент двигателя – пассивный момент рабочей машины).

Получается:

$$t_{\text{пуск}} = \frac{J_{\text{общ}} \cdot n_N \cdot 0,105}{M_{\text{ускорение}}}$$

- $t_{\text{пуск}}$ = время пуска (с)
- $J_{\text{общ}}$ = полный момент инерции (кгм²)
- n_N = расчетная частота вращения (мин.⁻¹)
- $M_{\text{ускорение}}$ = момент ускорения (Нм)

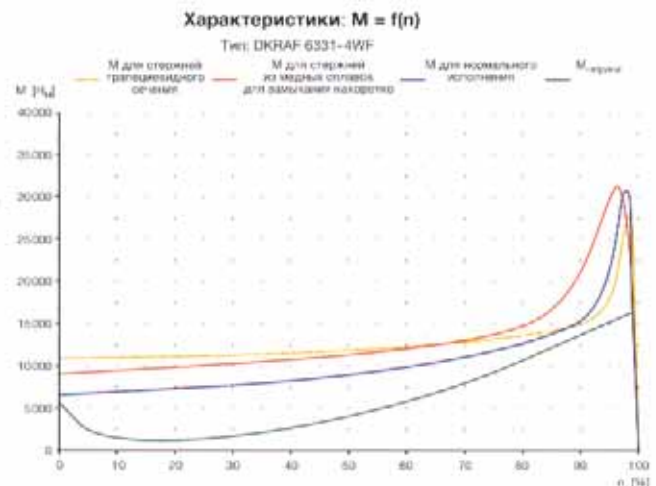


Рис. 6 Кривые вращающих моментов для разных исполнений короткозамкнутого ротора

Для первого приблизительного расчета достаточно момент ускорения определить графически. Точный расчет проводится при помощи итерационных методов.

Частота включений для основного исполнения составляет до 1000 включений в год, если не было других договоренностей.

Электродвигатели с короткозамкнутым ротором и высотой оси вращения (в.о.в.) от 355 мм до 800 мм пригодны для автоматического переключения сети без ограничения остаточного напряжения. Эти ограничения должны указываться заказчиком.

Тяжелый пуск

Если работа привода ставит повышенные требования к прямому пуску электродвигателей с короткозамкнутыми роторами, например высокие моменты инерции или высокие моменты нагрузки при повышенном прорыве напряжения, необходимо особое исполнение двигателя. Большие моменты можно реализовать за счет применения различных сплавов меди или форм стержней в роторе.

Пуск через пусковые трансформаторы

Если по причине слабых сетей необходимы особенно слабые пусковые токи, применяется этот метод пуска. При этом необходимо обеспечить, чтобы пассивный момент рабочей машины во время пуска имел незначительные значения (дрессельное регулирование).

Пуск через пусковой преобразователь

Этот метод пуска применяется, если пассивный момент

рабочей машины во время пуска невозможно дросселировать, необходимо ускорить высокие моменты инерции и/или имеются требования к ограничению пускового тока.

4.5.2 Асинхронные электродвигатели с фазными роторами

Они рассчитаны для тяжелых условий пуска. При помощи сопротивлений в цепи ротора можно в широких пределах регулировать как ток электродвигателя, так и его момент во время пуска.

За счет наружных дополнительных дискретных сопротивлений момент двигателя можно подразделить на участки, как показано на рис. 7.

Если во время всего процесса пуска необходимы постоянный ток двигателя и постоянный вращающий момент, необходимо применить бесступенчатые жидкостные пусковые реостаты.

За счет регулируемых приводов электродов в жидкостном пусковом реостате можно установить ток и момент в узких пределах, так что даже при высоких мощностях двигателя возможны большие времена пуска.

После осуществления пуска для пусковых двигателей с фазным ротором можно при помощи автоматического механизма для подъема щеток (опция) замкнуть накоротко цепь ротора и поднять щетки с контактных колец. Для фазных роторов необходимо избегать переключений сети и прерываний сети.

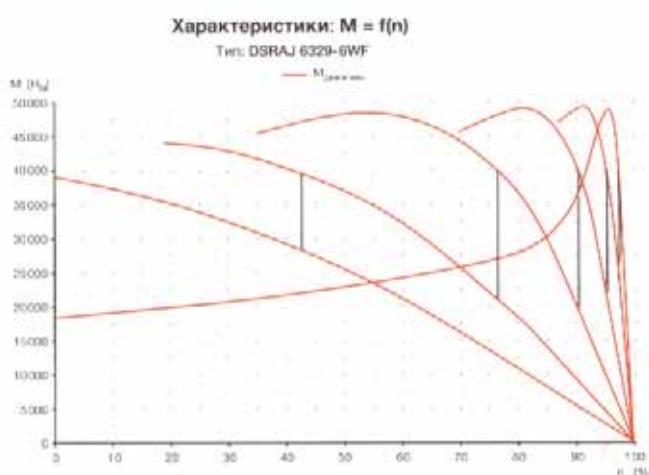
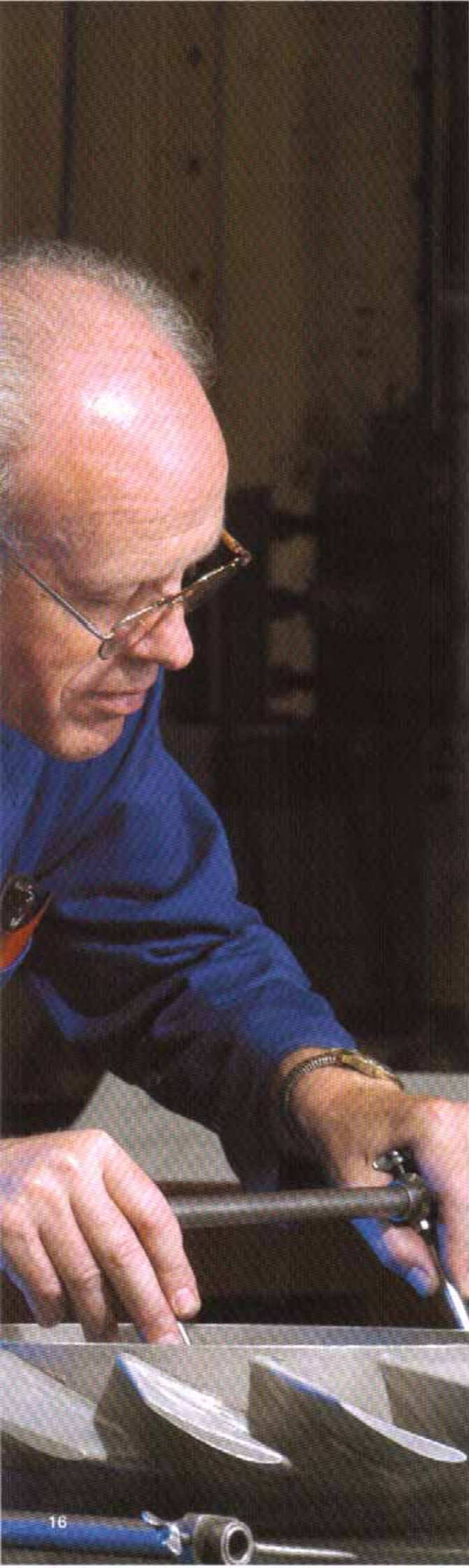


Рис. 7 Вращающие моменты при пуске электродвигателя с фазным ротором с балластными реостатами



5. Описание конструкции

5.1 Литая конструкция

(до высоты оси вращения 710 мм)

Отличительным признаком VEM-электродвигателей является литая конструкция до высоты оси вращения 710 мм. За счет такой надежной конструкции они особенно пригодны для эксплуатации в самых разных условиях эксплуатации и окружающей среды.

Типоряд двигателей до в.о.в 710 мм разработан по модульному принципу.

Конструкция состоит из следующих частей: литого корпуса, в котором помещается пакет стальных листов статора, двух подшипниковых щитов (горшкового типа) из серого чугуна и двух головок подшипников. Эти элементы конструкции соединены между собой аксиальным резьбовым соединением. Полное центрирование узлов конструкции между собой делает необязательным контроль воздушного зазора даже после демонтажа. Радиально расположенные направляющие после демонтажа обеспечивают точное тангенциальное позиционирование подшипниковых щитов относительно корпуса статора.

Пакет листов статора фиксируется в корпусе посредством прессовой посадки и затем производится намотка.

Для типа исполнения IM V1 подшипниковый щит со стороны привода имеет литой фланец для установки двигателя.



Асинхронная машина с охлаждением „воздух-воздух“ и фазным ротором

5.2 Сварная конструкция (с высоты оси вращения 800 мм)

Корпус статора состоит из сварной конструкции. Подшипниковые щиты выполнены в виде дисков, в которых расположены головки подшипников. Пакет листов состоит из изолированных круглых листов или шихтованных в переплет сегментов из электротехнической стали и аксиально зафиксирован торцовыми пластинами при помощи прижимных болтов. Пакет статора установлен методом горячей прессовки. Длин восприятия момента короткого замыкания служит призматическая шпонка. Полное центрирование узлов конструкции между собой по всей длине делает необязательным контроль воздушного зазора даже после демонтажа.

5.3 Обмотка статора

Двухслойная обмотка трехфазного тока лежит в открытых пазах пакета листов. В зависимости от типоразмера машины она выполнена в виде шаблонной катушки или обмотки транспонированного стержня. Для шаблонных катушек используется плоский медный провод, который изолирован листовым слюдяным материалом.

Для скрученных в пазах проводов обмотки транспонированного стержня используются плоские медные провода, изолированные стеклотканью, которые для жгута проводов скрепляются слюдяным препрегом.

Главная изоляция катушек или стержней состоит из содержащих незначительное количество связующих слюдяной стеклотканевой ленты. Для предотвращения коронного разряда в пазовой части наносится низкоомное и на выходе паза – высокоомное резиновое защитное покрытие.

Полностью изолированные пакеты проводов закреплены в пазах при помощи стеклоткани, пропитанной эпоксидной смолой. Коммутационные соединения для обмоток шаблонных катушек прочно спаиваются, для обмоток на транспонированных стержнях соединения стержней осуществляется при помощи WIG-сварки в инертном газе (дуговая сварка вольфрамовым электродом).

Статоры с вложенными шаблонными катушками до диаметра 4.500 мм полностью пропитываются по методу VPI 155.

При этом полностью обмотанный пакет статора, включая корпус, сначала пропитывается в вакууме, а затем под давлением в ванне с эпоксидной смолой (система изоляции VEMoDUR-VPI-155). Последующая термическая обработка приводит к отверждению смолы. За счет этого обеспечивается изоляция обмотки без пустот и упрочненный пакет листов. Лобовые части обмоток способны противодействовать большим силам деформации, причиной возникновения которых могут быть толчки нагрузки и ударные включения сети.



Сварной корпус во время монтажа



Электродвигатель для воздуходувного привода мощностью 6,7 МВт

5.4 Конструкция ротора

В зависимости от мощности машины выполняется конструкция ротора в виде сплошного вала или вала из сваренных ребер. Пакет листов ротора состоит из круглых листов или шихтованных в переплет сегментов стального пакета электротехнической стали. Пакет листов аксиально затянут прижимными болтами. Пакеты листов, состоящие из круглых листов, напрессованы на вал в горячем состоянии. Пакеты листов, состоящие из сегментов, шихтованы на планках в форме ласточкина хвоста. Роторы с валом из ребер имеют призматическую шпонку для восприятия момента короткого замыкания.

5.4.1 Короткозамкнутый ротор

Стержни ротора из меди или медных сплавов индуктивно спаяны в осевом направлении с выступающими дисками для замыкания накоротко. Особое исполнение диска для замыкания накоротко и стержней ротора при вертикальном сплавлении обеспечивает высокое качество пайки и радиальную защиту стержней от короткого замыкания. Наружный контур дисков для замыкания накоротко обрабатывается только после пайки для достижения оптимального состояния предварительной балансировки.

Если необходимо с точки зрения механики, 2-полюсные роторы выполняются дополнительно с немагнитными

стяжными кольцами или соединением стержня для замыкания накоротко с диском осуществляется при помощи специального крепления клином.

5.4.2 Фазный ротор

Обмотка ротора представляет собой двухслойную стержневую обмотку. Система изоляции VEMoDUR-VPI-155 обеспечивает высокую механическую и электрическую надежность обмотки.

Лобовые части обмотки удерживаются от воздействия центробежных сил при помощи бандажа из стеклоткани. Концы обмоток выведены к болтам контактных колец. Контактные кольца выполнены свободно перемещающимися по втулке из серого чугуна и аксиально изолируются друг от друга при помощи фарфоровых изоляторов. Контактные кольца изготовлены из нержавеющей стали. За счет спирального паза на рабочей поверхности повышается эффективность охлаждения, пазы одновременно служат для поддержания в чистом виде поверхности скольжения щеток.

5.5 Выводы обмоток

Коробка выводов статора

Коробка выводов выполняется с видом защиты IP 55. Разделенная коробка выводов является сварной и в нижней части имеет ожидаемое место разрушения



Короткозамкнутый ротор для асинхронного электродвигателя с радиальной вентиляцией



Фазный ротор

(разгрузка от давления), а также зажим заземления. Нижняя часть навинчивается на соединительный фланец корпуса. В отверстиях нижней части коробки расположены три проходных изолятора. В них крепятся проходные болты для проводов. Эти болты крепятся с защитой от кручения. Ведущие к обмотке статора провода мягким припоем запаены в проходные болты. Ведущие в сеть кабели подсоединяются к зажимам на проходных болтах (U, V, W).

Положение расположения коробки выводов для типа исполнения IM B3 выборочно возможно справа или слева.

Ввод кабеля выполняется, если не оговорено по-другому, снизу. Коробки выводов с расположением зажимов по DIN 42962 поворачиваются на 90° и на 180° по DIN 42962. Нулевая точка может быть выведена во второй, расположенной напротив коробке выводов. В этом случае по запросу можно преобразователь тока установить в коробке выводов.

Высоковольтные коробки содержат в зависимости от номинального тока и возможной на зажимах мощности короткого замыкания три проходных болта с керамическими или устойчивыми при коротких замыканиях изоляторами из литевой смолы.



Коробка выводов с встроенными разрядниками для защиты от перенапряжений и конденсаторами для защиты от перенапряжений

Расположение зажимов по DIN 42 962

Форма	Номинальный ток (А)	Подсоединительные болты
A1	≤ 250	M 12
A2	≤ 250	M 16
B1	≤ 250	M 12
B2	≤ 400	M 16
C1	≤ 250	M 12
C2	≤ 400	M 16
D1	≤ 250	M 12
D2	≤ 400	M 16

Изоляторы из литевой смолы выдерживают токи короткого замыкания до 50 кА 0,2 с.

Коробка выводов для подсоединения ротора ($\leq 3\text{ кВ}$)

Коробка выводов для подсоединения ротора является сварной и выполняется, как и подсоединение статора, с видом защиты IP 55.

Кабели со стороны сети прокладываются в токопроводящих шинах. Токопроводящие шины соединены со щеточной траверсой при помощи термически и электрически высококачественно изолированных кабелей.



Электропитание ротора

5.6 Подшипники

Подшипники качения

Подшипники для электродвигателей встроены по такому принципу, что на стороне привода (сторона D) расположены подшипники, зафиксированные в осевом направлении, а на стороне, противоположной стороне привода (сторона N), расположены плавающие подшипники.

Стандартным исполнением является исполнение с одним радиальным шарикоподшипником на каждой стороне, причем радиальный шарикоподшипник предварительно натянут за счет пружин сжатия.

Для машин с высотой оси вращения, начиная с 710 мм, на стороне D расположены два подшипника (зафиксированные в осевом направлении), один из них – роликподшипник с цилиндрическими роликами, а второй – радиальный шарикоподшипник; на стороне N расположен только один роликподшипник с цилиндрическими роликами.

Зафиксированный шарикоподшипник воспринимает возможно возникающие аксиальные усилия. Расчетный номинальный срок жизни (L_{h10}) подшипников составляет ≥ 50.000 часов.

Исполнения с особыми подшипниками для восприятия высоких радиальных и аксиальных сил возможны по запросу.

В стандартном исполнении уплотнение подшипников внутри и снаружи осуществляется за счет щелевого уплотнения. Эти уплотнения не нуждаются в техническом уходе и защищают от попадания пыли, и являются брызгозащищенными.

Для особых условий эксплуатации возможны исполнения с лабиринтным и двойным лабиринтным уплотнением.

Первая смазка подшипников осуществляется на заводе-изготовителе литевой смазкой по DIN 51825.

Для предупреждения излишней смазки все подшипники оснащены дозаторами консистентной смазки. В корпусе подшипника осуществляется отвод старой смазки через накопительные диски и выталкивающие диски. Старая смазка выпускается через зафиксированный в наружной крышке подшипника шиберный затвор.

Для пополнения смазки подшипников предусмотрены смазочные ниппели или смазочные трубки, к которым имеется хороший доступ. Пополнение смазки осуществляется при работающем электродвигателе.

Соответствующие сроки пополнения смазки и количество смазки указаны на табличке рядом со смазочным ниппелем.

Начиная с высоты оси вращения 500 мм, все электродвигатели имеют изолированные подшипники на стороне N с целью предупреждения опасных токов подшипника (опция: два изолированных подшипника со щеткой заземления). По запросу также меньшие типоразмеры могут быть выполнены с изолированными подшипниками.

Для типоразмера IM V1 применяются следующие подшипники:

до в.о.в. 450	один подшипник	наверху: роликподшипник с цилиндрическими роликами внизу: радиально-упорный шарикоподшипник с цилиндрическими роликами
в.о.в. 500/ в.о.в. 560	два подшипника	наверху: радиально-упорный роликподшипник внизу: роликподшипник с цилиндрическими роликами
с в.о.в. 710		наверху: самоустанавливающийся упорный роликподшипник/ масляная ванна внизу: роликподшипник с цилиндрическими роликами



Узел подшипника, монтированный на подшипниковом щите

Подшипники скольжения

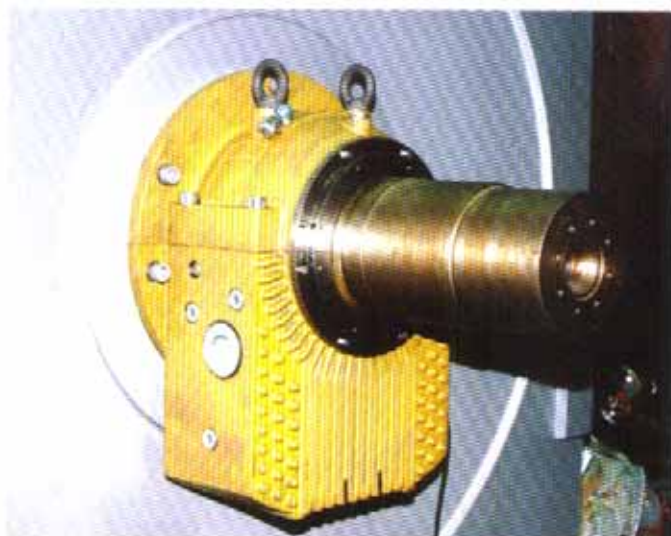
Подшипники скольжения выполнены в виде центральных или боковых фланцевых подшипников и привинчены к центрирующему элементу подшипникового щита.

Подшипники имеют разделенный в горизонтальном направлении корпус, вылитый из подшипникового металла вкладыш, смазочное кольцо, а также разные уплотнения. Видом защиты подшипников в стандартном исполнении является IP 44. Более высокие виды защиты (IP 54) достигаются за счет дополнительных уплотнений. Подшипники скольжения стандартно выполняются в виде плавающих подшипников и не воспринимают никаких осевых усилий.

Они могут поставляться в зависимости от соответствующих требований в самых разных исполнениях, например также с кольцевой масляной смазкой, смазкой маслом под давлением, водяным охлаждением, изолированными, а также фиксированными или плавающими.

Если кольцевая масляная смазка недостаточна для отвода тепла, то на заводе-изготовителе устанавливается подшипник скольжения для смазки маслом под давлением. В этом случае предусмотрено также смазочное кольцо для обеспечения необходимого маслоснабжения подшипника до полного останова вала двигателя в случае отсутствия смазки. Предусмотреть необходимые устройства контроля на машине, чтобы немедленно выключить электродвигатель.

Необходимое для этого устройство для смазки маслом под давлением не входит в объем поставки VEM. Однако его можно приобрести по запросу.



Монтированный подшипник скольжения

При низких частотах вращения может стать необходимым гидростатическое устройство. Оно может быть поставлено.

Двигатели типа исполнения IM V1 имеют сверху комбинированный опорный подшипник с осевой фиксацией. Двигатели внизу оснащены центрирующим подшипником (с осевой фиксацией). По желанию заказчика реализуется также расположение радиального и центрирующего подшипника внизу, а также второго центрирующего подшипника сверху.

5.7 Короткозамыкатель и механизм для подъема щеток

Электродвигатели с фазным ротором, начиная с высоты оси вращения 400 мм, могут быть оснащены короткозамыкателем и механизмом для подъема щеток (KBAV). Устройство KBAV служит для того, чтобы электродвигатель с фазным ротором после запуска эксплуатировать в виде электродвигателя с короткозамкнутым ротором. При исполнении двигателя с KBAV концы обмоток ротора выведены к специальному контактному кольцу, которое на каждой фазе имеет латунный сегмент. Короткое замыкание этих латунных сегментов производится через втулку короткозамыкателя, которая расположена на валу двигателя, может по нему аксиально перемещаться, и оснащена пружинными контакт-детальями. Щеточная траверса имеет держатель щеток, которые можно поднять с контактного кольца при помощи рычага. Привод KBAV осуществляется расположенным сбоку на двигателе электродвигателем с червячным редуктором. Два индуктивных датчика подают сигналы на расположенную отдельно систему управления KBAV. Контактные кольца у двигателей с KBAV не имеют пазов.



Устройство фазного ротора

5.8 Охлаждение

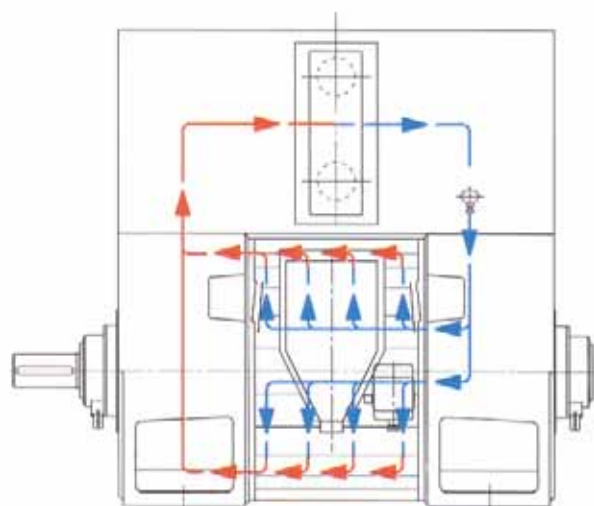
5.8.1 Внутренние потоки воздуха

На валу двигателя со стороны D находится колесо вентилятора, зависящего от направления вращения. Для 2-полюсных электродвигателей этот вентилятор выполнен в виде осевого вентилятора, а для двигателей с большим количеством полюсов – в виде центробежного вентилятора; колесо вентилятора нагнетает подогретый воздух под давлением на стороне D через верхнее отверстие подшипникового щита.

На стороне N холодный воздух входит сверху в подшипниковый щит. Здесь этот воздух делится на отдельные потоки, которые обтекают спинку ротора или протекают через осевые охлаждающие каналы в роторе и в статоре, а также через воздушный зазор.

Электродвигатели с большим числом полюсов, начиная с высоты оси вращения 630 мм, вентилируются радиально. При этом воздух течет через охлаждающие каналы, расположенные в роторе и в статоре. Радиальная вентиляция в зависимости от мощности двигателя выполнена в виде Z-вентиляции или двухсторонней радиальной вентиляции.

При использовании центробежного вентилятора, зависящего от направления вращения, необходимо учесть более высокую эмиссию шума и более низкие к.п.д.



Электродвигатель с радиальной вентиляцией

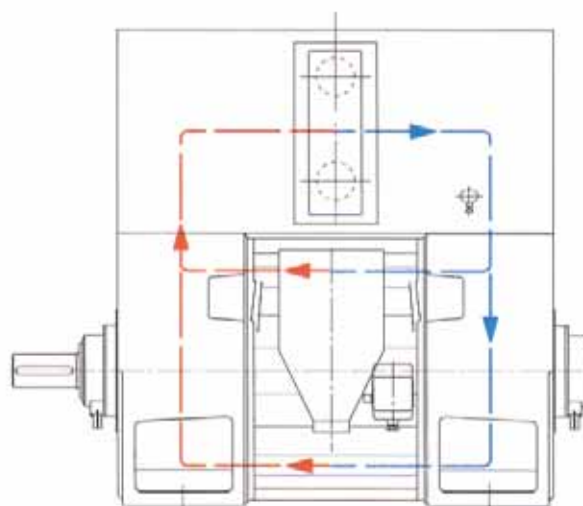
5.8.2 Охлаждение „воздух–вода“ (IC 8 A1 W7)

При охлаждении „воздух–вода“ отходящий воздух двигателя протекает через колпак, выполненный в виде сварной конструкции. В колпаке расположен теплообменник „воздух–вода“ в виде подвижного элемента.

Этот теплообменник является трубчатым теплообменником с пластинчатым обребрением. Выбор материала для охлаждающих труб и водяных камер зависит от качества воды. Для специальных случаев эксплуатации может применяться охладитель типа „труба в трубе“. Внутренний контур охлаждения изолирован от окружающей среды за счет уплотнений, выполненных в зависимости от степени защиты двигателя.

Благодаря этому электродвигатели могут устанавливаться в средах, воздух которых является недостаточно чистым для охлаждения, или в местах, где машины должны быть защищены от внешнего воздействия, такого как влияние погоды или атмосферы. По запросу могут быть реализованы избыточные исполнения охладителя, а также с регулированием воды и контролем воды и воздуха. Для контроля охладителя поставляется устройство сигнализации утечки. Возможно также включение в корпус с циркуляцией воздуха мероприятий по защите от шума.

При охлаждении „воздух–вода“ внутренний контур охлаждения может приводиться также за счет отдельного вентиляционного агрегата в охлаждающем колпаке. В результате этого электродвигатель отвечает типу охлаждения IC 8 A6 W7 и пригоден для переменных частот вращения.

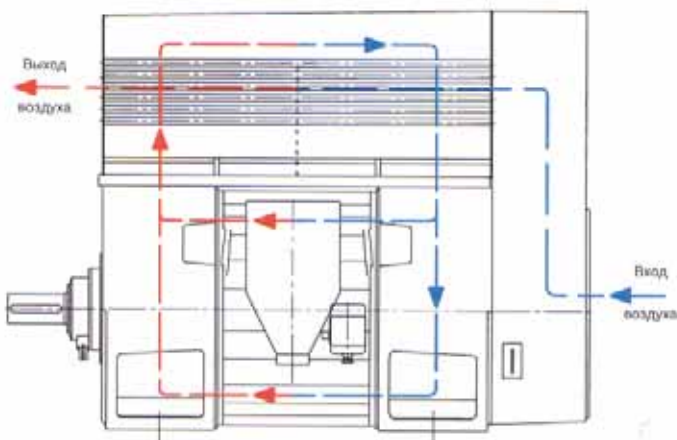


Потоки воздуха при охлаждении „воздух–вода“ (IC 8 A1 W7)

5.8.3 Охлаждение „воздух–воздух“ (IC 6 A1 A1)

При охлаждении „воздух–воздух“ отходящий воздух двигателя протекает через колпак, выполненный в виде сварной конструкции. В этом колпаке находятся алюминиевые трубы, которые концами закатаны в торцовую сторону колпака. Такая конструкция образует теплообменник „воздух–воздух“. Отходящий воздух двигателя обтекает алюминиевые трубы и охлаждается вторичным воздушным потоком внутри труб. Вторичный поток воздуха подается при этом расположенным на валу со стороны N вентилятором.

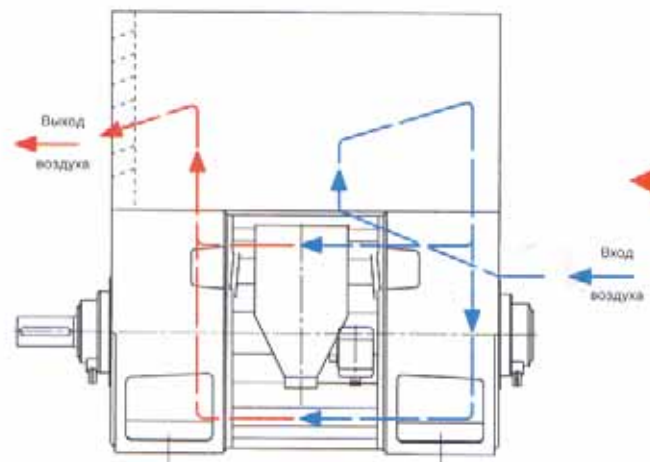
Вентилятор вторичного воздуха накрыт колпаком с всасывающим отверстием. Внутренний контур охлаждения изолирован от окружающей среды за счет уплотнений, выполненных в зависимости от степени защиты двигателя. При охлаждении „воздух–воздух“ внутренний контур охлаждения и вторичный воздушный поток могут приводиться от отдельных вентиляционных агрегатов. В результате этого двигатель отвечает типу охлаждения IC 6 A6 A6 и пригоден для переменных частот вращения.



Потоки воздуха при охлаждении „воздух–воздух“ (IC 6 A1 A1)

5.8.4 Внутренняя самовентиляция (IC 0 A1)

При внутренней самовентиляции охлаждающий воздух всасывается через колпак. Отходящий воздух двигателя выдувается на стороне D, отделенным от охлаждающего воздуха, из того же колпака. Колпак выполнен в виде сварной конструкции. Эта конструкция служит для того, чтобы отделить воздушные потоки теплого и холодного воздуха. Внутренняя самовентиляция применяется в тех случаях, когда окружающий воздух пригоден для охлаждения машины. За счет применения отдельного вентиляционного агрегата для потока охлаждающего воздуха двигатель отвечает типу охлаждения IC 0 A6 и пригоден, таким образом, для переменных частот вращения.



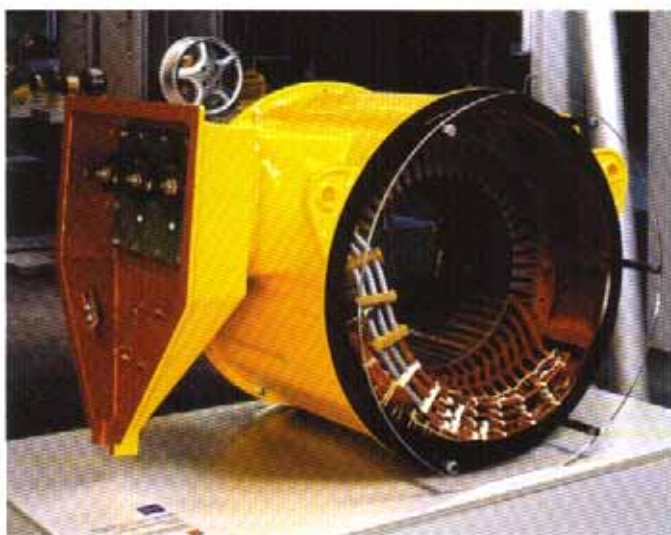
Потоки воздуха при внутренней самовентиляции (IC 0 A1)

6. Взрывозащищенные электродвигатели

Для установки электродвигателей во взрывоопасных зонах, в которых в угрожающей мере может возникнуть взрывоопасная атмосфера, действуют особые правила и предписания. При этом осуществляется подразделение на зоны (EN 60079-10; DIN VDE 0165 Часть 101) и подразделение производственного оборудования, в т.ч. электрических машин, на категории оборудования или взрывозащищенности (стандарты EN и IEC, правила ATEX). Все европейские изготовители должны учитывать, что правила ATEX являются обязательными с 01.07.2003 г.

В зависимости от условий на месте эксплуатации „Саксенверк“ поставляет электродвигатели с видами взрывозащищенности:

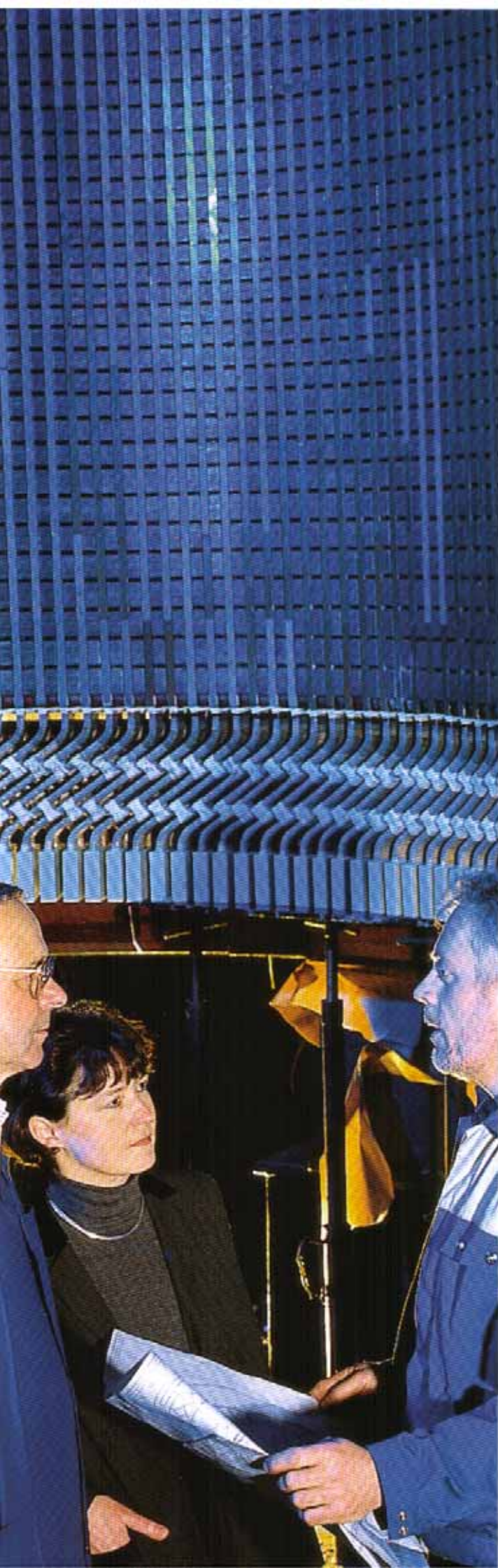
- повышенная безопасность „e“ (по DIN EN 50014 / DIN EN 50019 и IEC 60079-7)
- взрывозащищенность с заполнением взрывонепроницаемого корпуса газом под избыточным давлением „p“ (по DIN EN 50014 / DIN EN 50016)
- неискрящий в нормальном режиме работы „n“ (по DIN EN 50014 / DIN EN 50021).



Функциональная модель для испытаний изоляционной системы „EXE“



Асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором, привод компрессоров 2.852 кВт



Основные требования к безопасности взрывозащищенных электродвигателей с видом взрывозащиты "е" по IEC 60079-7 по сравнению с предыдущим исполнением по DIN EN 50019 значительно повышены за счет того, что на стадии подготовки контракта необходимо провести оценку риска опасности воспламенения или, в случае необходимости, установить мероприятия по минимизации риска.

Кроме того, для высоковольтных машин с расчетными напряжениями $U_N \geq 6$ кВ необходимо провести системную проверку всей изоляционной системы во взрывоопасной атмосфере. Для изоляционных систем „Саксенверк“ VEMoDUR-VPI-155 имеется соответствующий сертификат РТВ–Брауншвейг, являющегося общепризнанной сертификационной организацией.

7. Универсальная система изоляции VEMoDUR

Надежность работы электрических машин в большой степени определяется качеством изоляции обмотки. Характерным для технологии изоляции на „Саксенверке“ были и есть имеющиеся в любое время технические решения, которые по своим качественным параметрам отвечают международным стандартам и за счет этого гарантируют заказчикам изделия с высокой степенью надежности и с большим сроком службы.

Для высоковольтных машин используется технология VPI (Vacuum-Pressure-Impregnation). Входящая сюда изоляционная система VEMoDUR-VPI-155 была разработана на „Саксенверке“ и зарегистрирована как товарная марка. Название „VEM“ означает „Vereinigter Elektromaschinenbau“ („Объединенное электромашиностроение“), а „DUR“ – терморезистивные характеристики применяемой изоляции с синтетическими связующими.

VEMoDUR

В этой системе для обмотки статоров используются приведенные ниже основные компоненты:

Изоляция обмотки	Слюдяная лента
Основная изоляция (пазовая и лобовая часть)	Стеклослюдяные ленты (содержит катализатор, низкое содержание связующего)
Состав для пропитки	Эпоксидная смола

Компоненты оптимально согласованы. Многолетний опыт работы и функциональная оценка по IEC 60034–18–31 подтвердили класс теплостойкости F.

Чтобы обеспечить качество изоляционной системы, все компоненты подвергаются входному контролю по DIN ISO 9001.

Во время процесса пропитки изоляция подвергается постоянному контролю, причем проверяются и документируются такие характеристические параметры как:

- вязкость смолы
- температура пропитки и отверждения
- время поддержания давления
- пониженное и повышенное давление
- пропитка под давлением

Отверждение изоляции производится при вращении.

Пропитка под давлением в вакууме гарантирует высокую механическую прочность (жесткость лобовой части обмотки) и отличную электрическую прочность. Это касается в особенности высоких пробивных напряжений. Для всех машин надежно гарантируются расчетные импульсные напряжения по DIN EN 60034–15 (VDE 0530, Часть 15).

Степень изоляции вращающихся электрических машин с шаблонными обмотками статора по DIN EN 60034–15 (VDE 0530, Часть 15).

Расчетное напряжение U_N в кВ	Расчетное импульсное напряжение (пиковое значение в кВ Вал 1,2/50 $(4U_N + 5 \text{ кВ})$)	Испытательное напряжение с частотой сети (действующее значение) в кВ $(2U_N + 1 \text{ кВ})$
6 6,6	29 31	13 14,2
10 11	45 49	21 23
13,8 15	60 65	28,6 31



Изоляционная система отличается высокой атмосферостойкостью, т.е. обмотка является нечувствительной к воздействию влажной и агрессивной атмосферы.

По желанию заказчика „Саксенверк“ может поставлять специальные исполнения с повышенным расчетным импульсным напряжением.

Представленную изоляционную систему необходимо рассматривать как стандартное исполнение.

Пример: $U_N = 11 \text{ кВ}$

Основная изоляция: 80 кВ

Изоляция витков: 60 кВ

В рамках заводского контроля качества по DIN VDE проводятся электрические промежуточные и конечные испытания прочности изоляции и по желанию заказчика также испытания импульсных напряжений и частичной разрядки. За счет этого обеспечивается конкурентоспособное качество, отвечающее требованиям рынка.

Изоляционная система VEMoDUR пригодна также для машин с типом взрывозащитности "Повышенная безопасность" (Exe) по DIN EN 50019, а также "Exe" по IEC 60079-7.

8. Испытания

Эффективная система обеспечения качества и управления качеством обеспечивает оптимальное качество электродвигателей. Каждый двигатель подвергается заводским выборочным испытаниям. Результаты испытаний документируются в акте об испытаниях. Этот акт является составной частью поставляемой документации.

Выборочные испытания

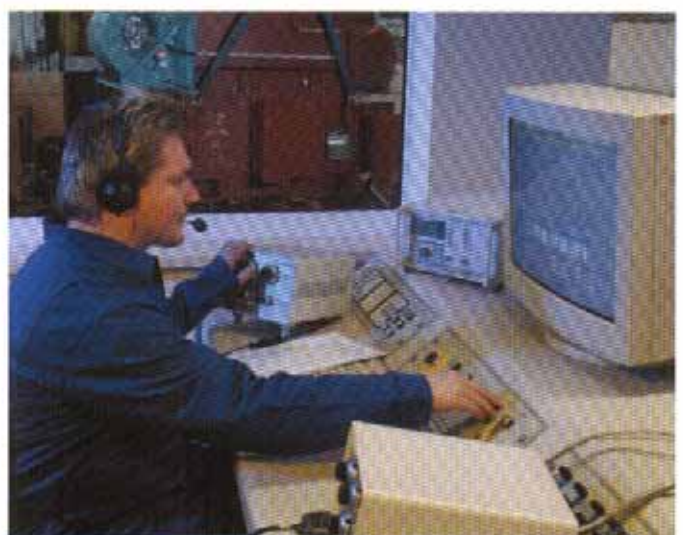
- визуальный контроль (маркировка, комплектность, тип щеток, размеры щеток для машин с фазным ротором)
- сопротивление изоляции обмоток, датчики температуры, устройства подогрева в нерабочем состоянии машины, подшипники (контроль проводится во время монтажа)
- сопротивление обмоток по постоянному току, датчики температуры, устройства подогрева в нерабочем состоянии машины
- коэффициент преобразования машин с фазным ротором
- установка магнитного центра подшипников скольжения
- контроль направления вращения
- характеристика холостого хода для определения потерь в стали и потерь на трение, в случае необходимости контроль к.п.д. расчетным путем
- измерение амплитуды вибраций

- определение уровня звукового давления при соответствующем оснащении
- характеристика короткого замыкания с заблокированным ротором для контроля пускового тока
- испытание обмотки (высоковольтное испытание)
- работоспособность принадлежностей

Типовые испытания

По желанию заказчика проводятся дальнейшие испытания в объеме типовых испытаний с выставлением счета на дополнительные затраты:

- испытание при разностной частоте вращения
- измерение уровня шума в режиме холостого хода
- пуск машины для определения моментов
- кривая остаточного напряжения после выключения машины, работающей в режиме холостого хода
- момент инерции масс при испытании методом выбега
- испытание на нагрев по расчетным данным или эквивалентные испытания
- постоянные времени нагрева, определение предельной мощности
- рабочие характеристики $\eta = f(P_{эл.})$, $\cos \varphi = f(P_{эл.})$, $P_{мех.} = f(P_{эл.})$, $s = f(P_{эл.})$, $I = f(P_{эл.})$
- измерение количества хладагента
- определение критического вращающего момента



9. Документация

Если отсутствуют другие договоренности, документация „Руководство по обслуживанию и техническому уходу“ включает приведенные ниже документы:

- указания по безопасности
- ЕС–сертификат изготовителя
- описание / технические данные
- размерный чертёж двигателя
- размерный чертёж подсоединения кабеля
- схемы подключения устройств контроля температуры, подогрева в нерабочем состоянии машины
- установка / монтаж
- ввод в эксплуатацию
- обслуживание
- содержание в исправности
- технический уход
- перечень запасных частей
- сертификат испытаний / журнал
- дополнительные инструкции по эксплуатации (опции, субпоставщики)

Объем дополнительной документации должен быть оговорен в контракте.

При поставке изделий документация предоставляется в двух экземплярах.

Документация может быть поставлена на немецком, английском, французском, русском и испанском языках.

За дополнительные экземпляры, расширенный объем документации и переводы на другие языки VEM выставляет дополнительный счет.



10. Отгрузка, упаковка, монтаж

Вид упаковки определяется при заключении контракта в зависимости от условий транспортировки и хранения, которые указываются при заказе, а также с учетом конструктивного исполнения машин. "Саксенверк" в состоянии предложить любую специальную упаковку, а также реализовать доставку и монтаж двигателей также в самые удаленные регионы.

Отгрузка машины осуществляется в зависимости от типоразмера и в соответствии с контрактными соглашениями или полностью смонтированной, или в демонтированном состоянии.

VEM рекомендует необходимые услуги по монтажу и вводу в эксплуатацию выполнять персоналом специалистов фирмы.

В том случае, когда монтаж и ввод машины в эксплуатацию не будет поручен VEM, ответственность и гарантийные обязательства со стороны VEM исключаются, если заказчик не предоставит в соответствующей форме доказательства правильной установки в соответствии с "Руководством по эксплуатации и техническому уходу" фирмы VEM (свидетельства испытаний / журнал, раздел 9 VEM—"Руководство по эксплуатации и техническому уходу").

VEM—"Руководство по эксплуатации и техническому уходу" поставляется вместе с машиной.

При соответствующей контрактной договоренности документация может быть отправлена покупателю или эксплуатирующей машину фирме отдельно.



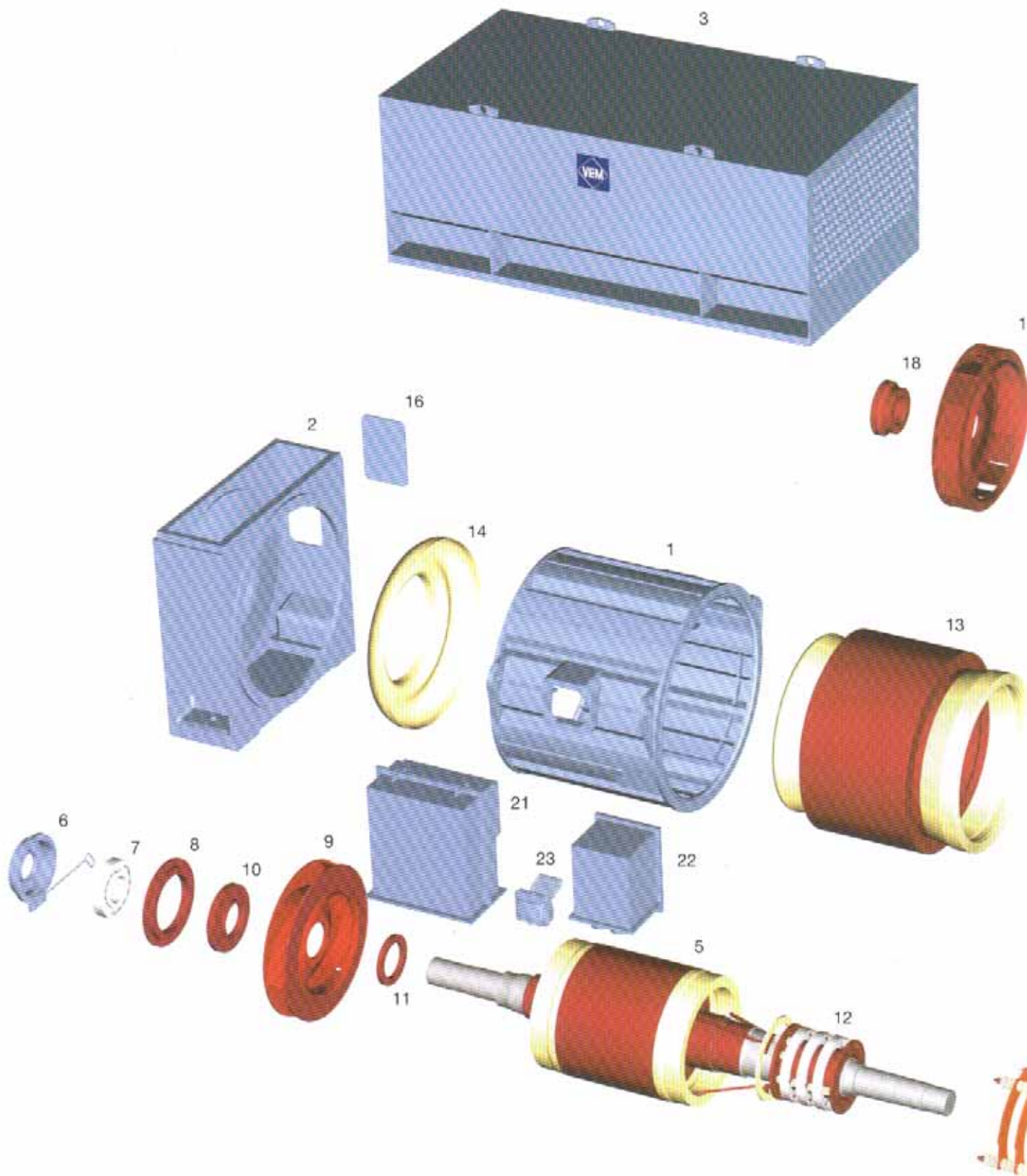
11. Общие указания

Если особо не указано в запросе или предложении, машины изготавливаются в следующем исполнении :

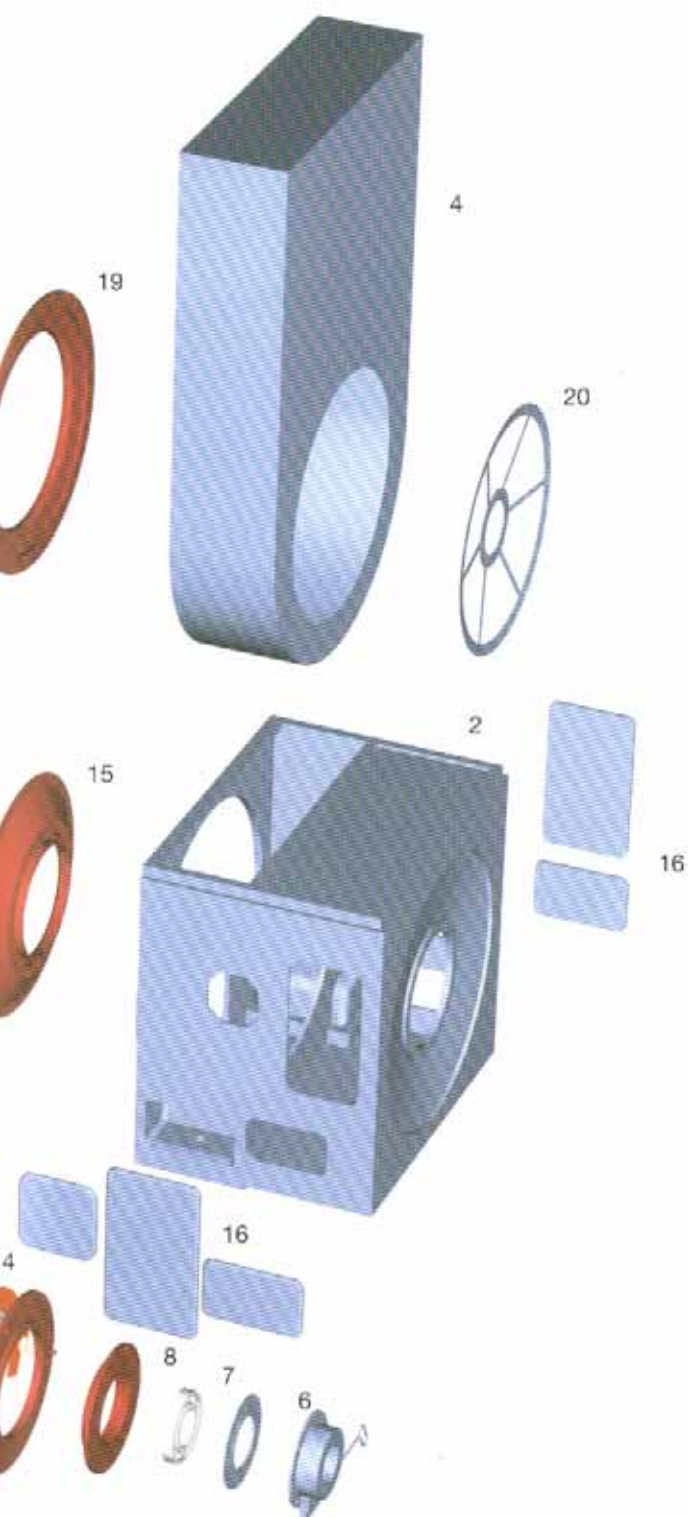
- При изготовлении используется изоляционная система VEMoDUR.
- Окраска осуществляется по стандарту „Саксенверка“ SW-N 170–004, который основывается на DIN EN ISO 12944/31–8 DIN 55928, Часть 8+9, и на действующих нормах.
- Направлением вращения машины является правое вращение, если смотреть на сторону привода (DE). Коробка выводов расположена справа.
- На машине находится охладитель, а подключение воды расположено слева, если смотреть на сторону привода (DE).
- Водяной охладитель до соединительного фланца не имеет контроля со стороны воды.
- Без сальника кабельного ввода.
- PT 100 для обмоток и подшипников с двухпроводной схемой без срабатывающего устройства, от коробки выводов подсоединение 2–, 3– и 4–проводное.
- Механические колебания отвечают предельным значениям, приведенным в EN 60034–14, и подтверждаются на испытательной установке VEM Sachsenwerk GmbH.
- Контроль колебаний выполняется без устройства обработки данных.
- VEM исходит из применения изолированной муфты.



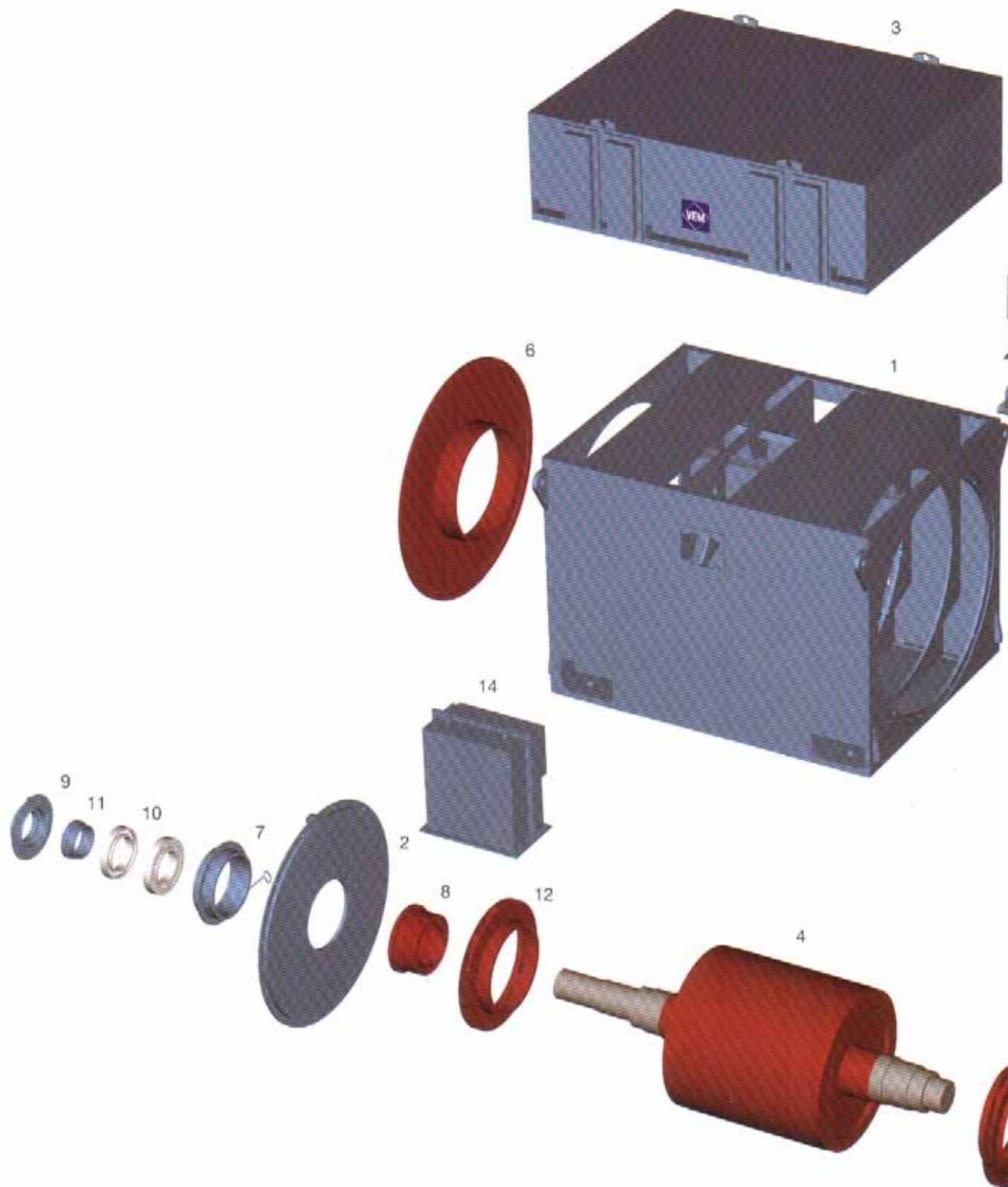
12. Трехмерные представления деталей



Трехфазный высоковольтный асинхронный электродвигатель с фазным ротором, охлаждение „воздух–воздух“, литой корпус

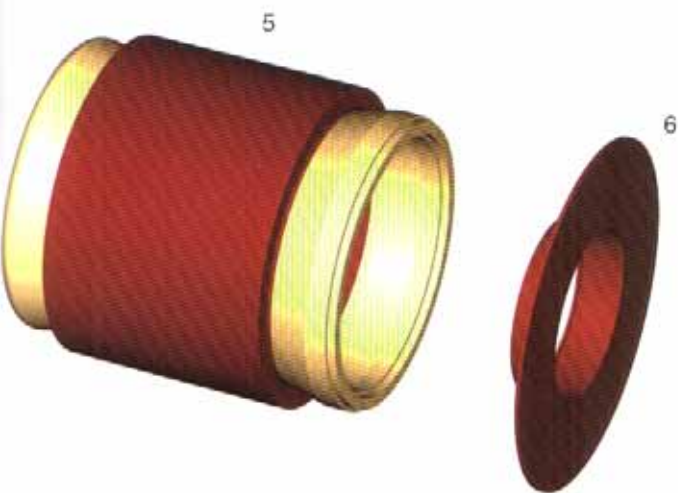


- | | |
|----|---|
| 1 | Корпус |
| 2 | Подшипниковый щит |
| 3 | Охладитель |
| 4 | Корпус наружного вентилятора |
| 5 | Ротор с обмоткой |
| 6 | Корпус подшипника с наружной крышкой и шибером смазки |
| 7 | Подшипник качения |
| 8 | Внутренняя крышка подшипника |
| 9 | Внутренний вентилятор |
| 10 | Втулка вентилятора |
| 11 | Балансировочное кольцо |
| 12 | Узел контактных колец |
| 13 | Пакет листов статора с обмоткой |
| 14 | Воздухонаправляющий щит |
| 15 | Уплотнительное кольцо |
| 16 | Крышка |
| 17 | Наружный вентилятор |
| 18 | Втулка для наружного вентилятора |
| 19 | Воздухонаправляющий щит |
| 20 | Всасывающий фильтр |
| 21 | Распределительный шкаф кабелей (статор) |
| 22 | Распределительный шкаф кабелей (ротор) |
| 23 | Подогрев в нерабочем состоянии машины |



Трехфазный высоковольтный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором, охлаждение „воздух–вода“, сварной корпус

- | | |
|----|---------------------------------------|
| 1 | Корпус |
| 2 | Подшипниковый щит |
| 3 | Охладитель |
| 4 | Ротор с обмоткой |
| 5 | Пакет листов статора с обмоткой |
| 6 | Воздухонаправляющий щит |
| 7 | Корпус подшипника с шибром смазки |
| 8 | Внутренняя крышка подшипника |
| 9 | Наружная крышка подшипника |
| 10 | Подшипник качения |
| 11 | Втулка подшипника |
| 12 | Вентилятор |
| 13 | Крышка |
| 14 | Распределительный шкаф кабелей |
| 15 | Подогрев в нерабочем состоянии машины |



VEM Sachsenwerk GmbH

Pirnaer Landstraße 176
D-01257 Dresden

Телефон: +49 - (0) 3 51 - 2 08 - 0

Факс: +49 - (0) 3 51 - 2 08 - 10 28

E-mail: sachsenwerk@vem-group.com

[http:// www.vem-group.com](http://www.vem-group.com)

Мы приводим все в движение

