



## Инструкция по безопасности при эксплуатации установок высокого напряжения (Вращательные установки переменного тока с измеряемым напряжением >1 кв.)

### 1. Общие положения

Установки высокого напряжения >1 кв. имеют опасные, **шаговое напряжение и вращающиеся** детали, а также, возможно и **горячие** поверхности. Все работы по транспортировке, подключению, по вводу в эксплуатацию и техническому обслуживанию должны осуществляться **квалифицированными, уполномоченными** на это специалистами (соблюдать требования согласно стандарту EN 50110-1/ DIN VDE 0105/IEC 60364). Ненадлежащее обращение с данными установками может привести к **тяжелым травмам людей** и нанести **серьезный материальный ущерб**.

**Осторожно! Смертельно опасно!**

### 2. Применение согласно назначению

Данные установки высокого напряжения предназначены для **промышленных установок**. Они соответствуют стандартам серии EN 60034 / DIN VDE 0530. Их применение в **иных областях, однозначно не предусмотренных для этого запрещено** (соблюдать дополнительные указания). Классы защиты  $\leq$  IP 23 **ни в коем случае** не применять на открытом воздухе. Установки с воздушным охлаждением предназначены для эксплуатации при температуре окружающей среды от  $-20$  °C до  $+40$  °C, а также при высоте монтажа  $\leq$  **1000 м** над уровнем моря. Температура для установок с воздушным охлаждением не должны быть ниже  $+5$  °C (если применяются подшипники скольжения, действовать в соответствии с инструкцией завода - изготовителя). При этом **обязательно** соблюдать указания на фирменном щитке с паспортными данными. Условия эксплуатации на рабочем месте должны соответствовать **всем** параметрам, приведённым на фирменном щитке.

Двигатели высокого напряжения являются **компонентами**, предназначенными для установки в агрегатах, соответствующих директиве 2006/42/EG. **Ввод в эксплуатацию** допускается лишь после подтверждения соответствия конечного продукта данной директиве (соблюдать соответствующие местные правила и рекомендации по безопасности и монтажу, например, EN 60204).

### 3. Транспортировка, хранение

Обо всех установленных после доставки повреждениях надлежит **немедленно** проинформировать транспортное предприятие; **ввод установки в эксплуатацию** в данном случае **исключается**. Проушины (места зацепки) рассчитаны в соответствии с весом установки высокого напряжения, **не допускается** поднятие **каких - либо дополнительных грузов**. При необходимости использовать пригодные, в достаточной степени испытанные средства транспортировки (например, канатные направляющие). Имеющиеся **блокирующие устройства, используемые при транспортировке** (например, блокирующие устройства подшипников качения и скольжения, демпфирующие муфты) **удалить** перед пуском в эксплуатацию. Использовать эти блокирующие устройства при необходимости последующей транспортировки установок высокого напряжения. При складском хранении поставленного оборудования установки высокого напряжения надлежит установить в **сухом, свободном от пыли и не испытывающем колебаний** (движение  $\leq$  0,2 мм/сек) месте (повреждения при складировании!). Перед пуском в эксплуатацию измерить сопротивление изоляции. При показателях  $\leq$  1 кΩ на вольт расчетного напряжения, просушить обмотку.

Следовать инструкции завода – производителя.

### 4. Установка

Монтировать оборудование на ровной подложке, обеспечить надёжное крепление ножек и фланцев, а также точное направление при прямом сцеплении. При проведении монтажных работ не допускать резонанса с частотой вращения и двойной сетевой частоты. Повернуть ротор, обращая при этом внимание на необычные шумы от скольжения. **Проконтролировать направление вращения** в не подсоединённом состоянии. Соединения и иные приводные элементы устанавливать и снимать **только** при помощи специального инструмента mit (Прогреть!) после чего накрыть механизм **тентом, не допускающем прикосновения** к элементам агрегата. Избегать недопустимых радиальных и аксиальных нагрузок на подшипники. (Выполнять наставления инструкции).

**Балансировочное состояние** установки высокого напряжения указано (Н = половина призматической шпонки, F = целиком призматическая шпонка). В агрегате высокого напряжения с половиной призматической шпонки (Н) соединение также должно быть сбалансировано при помощи половины призматической шпонки. В случае, если видно, что часть призматической шпонки выдаётся наружу. Постараться уравновесить массу.

При необходимости создать требуемые патрубки. Детали установки, в которых конец вала направлен вверх, **со стороны монтажа** накрыть защитным материалом. **Не**

**допускается** препятствование поступлению воздуха для охлаждения, следить, чтобы воздух, выходящий из соседних агрегатов, всасывался внутрь электромотора.

### 5. Подсоединение электропитания

Все работы должны проводиться только **квалифицированными**, имеющими допуск, специалистами и лишь на отключенных **установках высокого напряжения**.

Перед началом работ применить 5 ниже изложенных рекомендаций по безопасности:

- **Отключить агрегат от сети**
- **Обеспечить невозможность его произвольного включения**
- **Убедиться, что напряжение снято**
- **Заземлить и закоротить**
- **Соседние, находящиеся под напряжением детали, прикрыть или отгородить**

Отключить иные вспомогательные электрические цепи (например, обогрев во время останова). Превышение предельных значений зоны А согласно EN 60034 Часть 1 - напряжение  $\pm$  5 %, частота  $\pm$  2 %, форма кривой, симметрия – усиливает нагрев агрегата. Соблюдать данные, указанные на щитке с паспортными значениями агрегата, а также схему соединений, находящейся в клеммном шкафу.

Подключение осуществлять таким образом, чтобы обеспечить **длительную надежность** электрических соединений; применять, предназначенные для этого кабельные наконечники. Обеспечить надёжное выравнивание потенциалов. Воздушные зазоры между открытыми токоведущими частями и заземлением, а так же между другими проводящими частями должны быть не менее: 36 мм при  $U_N \leq$  3,3 кв. V, 60 мм при  $U_N \leq$  6,6 кв., 100 мм при  $U_N \leq$  11 кв. В клеммном шкафу **не должно** быть посторонних предметов, грязи и сырости. Не используемые отверстия для ввода кабелей, а также сам клеммный ящик закрыть таким образом, чтобы в них не попадала **пыль и сырость**. Для пробного прогона без приводных элементов **фиксировать призматическую шпонку**.

Перед эксплуатацией установок высокого напряжения с соответствующим оборудованием, **убедиться** в его исправности. За осуществление безопасной компоновки (например, за пространственное разграничение сигнальных проводов и силовых кабелей, экранированных линий, кабели и т.п.) несёт ответственность строитель установки.

### 6. Эксплуатация

Сила вибрации согласно стандарту DIN ISO 10816-3 в районе „удовлетворительно“ ( $v_{эфф} \leq$  4,5 мм/сек) не составляет проблем в условиях работы с подключенными установками. При возникновении изменений по сравнению с нормальной работой электромотора, например, при **повышении температуры, возникновении шумов и вибрации**, а также и при возникновении сомнений в его исправности, агрегат следует выключить. Установить причину изменений и при необходимости проконсультироваться с представителями фирмы-изготовителя. **Защитные приспособления не отключать и при пробном прогоне электромотора**. При сильной загрязнённости регулярно прочищать охлаждающее устройство. Периодически открывать закрытые **отверстия для конденсата!** Подшипники качения смазывать **при помощи приспособления для пополнения смазки** при работающей установке высокого напряжения, соблюдать данные, приведённые на фирменном щитке по смазке! Соблюдать **сроки замены масла** подшипников скольжения. Данные по уровню звуковой мощности, а также указания относительно применения мер по уменьшению шумов указаны в документации завода – изготовителя.

Прочие подробности в нашей Инструкции по эксплуатации. **Данную инструкцию по безопасности хранить в доступном месте!**

## Содержание:

- 0. Инструкция по безопасности**
- 1. Руководство по монтажу, обслуживанию и техническому сервису**
  - 1.1 Транспортировка**
    - 1.1.1 Контроль при поступлении установки высокого напряжения
    - 1.1.2 Транспортировка по вертикали
  - 1.2 Принятие агрегата на склад**
  - 1.3 Установка и центровка оборудования высокого напряжения**
    - 1.3.1 Установка и монтаж
    - 1.3.2 Центровка
  - 1.4 Электрическое соединение и ввод в эксплуатацию**
    - 1.4.1 Контроль изоляционного сопротивления
    - 1.4.2 Просушка
    - 1.4.3 Электрическое подключение
    - 1.4.4 Контроль температуры
    - 1.4.5 Ориентировочные данные по установке температуры выключения
    - 1.4.6 Пуск
    - 1.4.7 Условия для включения
  - 1.5 Эксплуатация и техническое обслуживание электродвигателей с короткозамкнутыми роторами**
  - 1.6 Запасные детали, ЗИП**
  - 1.7. Дополнительные указания по короткозамкнутым взрывобезопасным двигателям Ex-II**
    - двигателям**
      - 1.7.0. Общие положения
      - 1.7.1. Виды защиты от воспламенения
      - 1.7.2 Вид эксплуатации
      - 1.7.3 Защита двигателя
      - 1.7.4 Общие работы по техобслуживанию
      - 1.7.5 Особые работы по техобслуживанию
- 2. Руководство по смазке и техническому обслуживанию подшипников**
  - 2.0 Общие положения**
  - 2.1 Агрегаты без смазочного nipples**
  - 2.2 Агрегаты со смазочным nippleм**
  - 2.3 Агрегаты со смазочным nippleм и с автоматическим регулятором объёма смазки**
  - 2.4 Смешиваемость и применяемые смазочные средства**

- 3. Техническое обслуживание и устранение неисправностей**
  - 3.1. План техобслуживания**
  - 3.2. Устранение неисправностей**
- 4. Утилизация**

## 1. Руководство по монтажу, обслуживанию и техническому сервису

### 1.1 Транспортировка

#### 1.1.1 Контроль при поступлении

При получении установки её надлежит сразу же проверить на наличие повреждений во время транспортировки.

Наличие повреждений надлежит немедленно указать в накладной. Запись в накладной должна быть подтверждена подписью водителя.

Далее, в течение 24 часов необходимо по факсу или при помощи зарегистрированной E-Mail – информации уведомить об этом экспедитора, отправив копию уведомления в наш адрес.

#### 1.1.2 Транспортировка по вертикали

Двигатель поставляется в собранном состоянии. На стороне DE он снабжен специальным защитным приспособлением для блокировки ротора. Без этого приспособления двигатель ни транспортировать, ни поднимать или опускать нельзя!

При подъёмах двигателя пользоваться исключительно предусмотренными для этого рым-болтами, либо проушинами или поперечинами для транспортировки, расположенными сверху или снизу корпуса двигателя. Применять при этом соответствующие упорные приспособления. Проушины предназначены лишь для поднятия двигателя в сборе, без каких-либо соединённых с ним узлов.

Проушины на отдельных компонентах т.е., на клеммном ящике, на корпусах контактных колец, радиаторах или на корпусах/кожухах охладителей предназначены исключительно для поднятия этих компонентов.

Снятие двигателя и установку на новое место осуществлять без толчков на ровной, способной нести нагрузку поверхности.

При разгрузке при помощи автопогрузчика следить за равномерным распределением нагрузки на ножки двигателя и за тем, чтобы внизу не было никакого воздействия на кожух двигателя. В противном случае возникает опасность вдавливания корпуса внутрь!

В случае, если для транспортировки двигателей со встроенным радиатором или кожухом охладителя, а также снабжённых боковым крюком для транспортировки при помощи крана, нет в наличии необходимой траверсы, а расположенные по диагонали канаты, могут повредить корпус двигателя, до начала подъёма двигателя их надлежит снять..

**Внимание! Не допускать попадания посторонних предметов в открытый двигатель.**

Не допускается обхватывать несущими тросами валы, стойки подшипника, контактные кольца/щёточные конструкции, защитные корпуса и т.п.

Двигатели или агрегаты имеющие раму основания надлежит поднимать с применением приспособлений для подвешивания на раме основания и ни в коем случае не за проушины для поднятия самого двигателя! Агрегаты, которые нельзя транспортировать в сборе, снабжены соответствующей предупреждающей табличкой на основании.

При транспортировке разобранных двигателей нельзя применять стальные тросы для поднятия роторов в зоне расположения подшипников. В случае, если иного выхода нет, надлежит обеспечить их надёжную защиту.

В особых случаях, либо при возникновении иных неясностей, проконсультироваться с представителями  
фирмы-изготовителя.

## **Вращение вертикально установленного двигателя:**

Вертикально установленные двигатели иногда приходится перемещать, скажем, из вертикального положения в горизонтальное и наоборот. Это происходит при транспортировке двигателей или при их перемещении со склада на склад. Данные перемещения производить компетентно, с учётом мер по безопасности, при помощи предназначенных для этого подъёмных приспособлений и проушин двигателя. При этом избегать повреждения лакировки и компонентов двигателя! Блокировку ротора удалять либо устанавливать лишь при вертикальном положении двигателя.

### **1.2 Хранение на складе**

В случае, если двигатель не будет эксплуатироваться сразу же после его доставки заказчику, или если он не будет длительное время находится в работе, его следует поместить в сухое, свободное от пыли и сотрясений место, где сохраняется по возможности равномерная температура от  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , с относительной влажностью  $< 60\%$ . В этом помещении нельзя хранить агрессивные или коррозионные материалы. Избегать образования конденсата.

При длительном хранении необходимо нанести временную антикоррозионную защиту на все полированные металлические части двигателя.

Электродвигатели не хранить в распакованном виде на открытом воздухе.

В случае больших температурных перепадов или сильной влажности воздуха целесообразно включать встроенный обогрев двигателя на время останова. При необходимости просим запросить у нас дооснащение агрегата этим приспособлением.

При эксплуатации больших двигателей с подшипниками качения (роликоподшипники с цилиндрическими роликами) без предохранительных устройств при транспортировке (закрепление вала) мы рекомендуем слегка проворачивать ротор через определённые промежутки времени. Благодаря этому можно избежать появления отпечатков от останова на поверхности скольжения из-за сильной точечной нагрузки на подшипники. В качестве профилактики этого явления использовать резиновые маты.

### **1.3 Монтаж и центрирование двигателей**

При центровке и монтаже определяющую роль играют местные нормы и предписания касательно такого рода монтажных работ, а также общепринятые технические требования, а также настоящая Инструкция.

Двигатель соответствует требованиям Предписания по электродвигателям 2006/42/EG с учётом критериев выбора фирмы-производителя и настоящей Инструкции по эксплуатации. Решающую роль при этом играет, в частности, соблюдение предельных значений рабочего напряжения, рабочего тока и числа оборотов.

#### **1.3.1 Установка электродвигателя**

Вид защиты и охлаждения двигателя определяет заказчик согласно условиям на месте установки двигателя. При возникновении вопросов, просим связаться с представителями фирмы-изготовителя.

На месте установки двигателя проверить соответствие установленного вида защиты с фактическими производственными условиями. Обеспечить беспрепятственный доступ к клеммным ящикам, местам смазки и замеров.

Удалить имеющуюся антикоррозионную защиту. При этом не допускать загрязнения внутренней части электродвигателя. Повреждённые участки лакировки исправить при помощи нанесения соответствующего лака.

При сборке двигателя, поставляемого не в сборе, использовать лишь те компоненты, которые обозначены, как соотносящиеся друг с другом.

**Фланцы для вертикального двигателя:** предназначенные для вертикальной установки двигателя, оснащены монтажным фланцем согласно стандарту EN 60072. Фланец двигателя монтировать лишь на противоположном от фланца фундаменте. Рекомендуем использовать монтажный адаптер для осуществления простого муфтового соединения и в целях обеспечения контроля в процессе эксплуатации двигателя.

До затяжки передающих элементов (сцепление, ременного шкива и т.п.) конец вала тщательно очистить, (например, удалить антикоррозионное лакокрасочное покрытие) и смазать жиром, либо пастой для скольжения. При наличии блокировки на период транспортировки (в частности, блокировка вала) её надлежит удалить, либо в зависимости от вида конструкции, отпустить болты, соблюдая особые рекомендации, если таковые имеются.

Перед монтажом необходимо, как правило, подогреть предназначенные для установки переходники, чтобы можно было быстро и без чрезмерных усилий при помощи специальных приспособлений насадить их на вал. При этом никогда не наносить сильные удары по валу и не допускать толчков, так как это может привести к повреждению подшипников. Всегда соблюдать указания поставщика соединительной муфты по монтажу.

Наши электродвигатели прошли балансировку и испытания согласно стандартам ISO 8821, а также EN 60034-14. В соответствии со стандартом балансировка ротора двигателя осуществляется при половине призматической шпонки.

В зависимости от достигнутого уровня балансировки двигателя (рядом со шпонкой на лицевой поверхности нанесены указатели: „Н“ - балансировка на половину шпонки и „F“ - балансировка на полную шпонку) применять соответствующие сбалансированные передающие элементы. При возникновении вопросов, просим проконсультироваться с представителями фирмы-производителя с тем, чтобы с самого начала обеспечить ход электродвигателя без вибрации с обеспечением оптимального срока службы подшипников.

Обеспечить защитой передающий элемент.

**Пробный прогон с призматической шпонкой без передающего элемента не допускается, так как это чревато опасностью пробуксовки.**

Разрешается применять исключительно соединительные муфты с безукоризненной, т.е. с равномерным распределением поводкового патрона. При комплектации обеспечить качественную эластичность так как силы вращения совместно с изгибными колебаниями вала влияют на силы трения ротора, в результате чего возникает опасность серьезных повреждений в стальном пакете статора. Выполнять указания завода-изготовителя относительно монтажа и юстировки, в частности, при наличии специальных соединительных муфт. При балансировке ремённых шкивов применить рабочую частоту вращения.

Если на момент заказа двигателя не было достигнуто договорённости относительно применения ременного или шестерёнчатого механизма, надо связаться с представителями завода – изготовителя и проинформировать его о технических данных относительно передачи, а также о размерах, чтобы выяснить допустимость той или иной нагрузки на вал и подшипники.

Для обеспечения сильного радиального натяжения ремня потребуется при определённых обстоятельствах использовать наружный вал для разгрузки вала электродвигателя.

Одновременно просим вас сообщить нам актуальное аксиальное давление/втягивающую нагрузку с тем, чтобы мы смогли проверить параметры фиксированных/ аксиальных подшипников.

При определённых обстоятельствах у двигателей с усиленными подшипниками (роликподшипники с цилиндрическими роликами со стороны привода) могут возникнуть проблемы иного вида:

В случае, если быстро работающие (2-/4-полюсные) двигатели небольших или средних размеров соединяются с втулочно – пальцевыми муфтами (например, фирмы ELCO) и очень хорошо центрированы, на роликподшипники с цилиндрическими роликами, расположенными со стороны привода, почти не будет никакой радиальной нагрузки. Это может привести к прикаточным неполадкам, чреватых пробуксовкой обкатного элемента на поверхности скольжения. Результатом этого является неожиданное повышение температуры подшипников. Избежать этого можно (просим

предварительно проконсультироваться с нами) при помощи установки других подшипников: можно применить более лёгкие подшипники или радиальные подшипники в зависимости от вида всех установленных подшипников, например, предварительно напряжённых плавающих подшипников или фиксированных подшипников, если для этого будет установлен плавающий подшипник на стороне противоположной приводе).

Важное значение при выборе подшипников имеет общая механическая схема привода с учётом термического растяжения вала, а также радиальных и аксиальных нагрузок и т.п.

При эксплуатации двигателей с воздушным охлаждением обеспечить свободный приток охлаждающего воздуха, всасываемого установкой, а также обратить внимание на его дальнейший отвод. (Следить за тем, чтобы подогретый отходящий воздух охлаждения не попадал внутрь двигателя и соседних с ним агрегатов!).

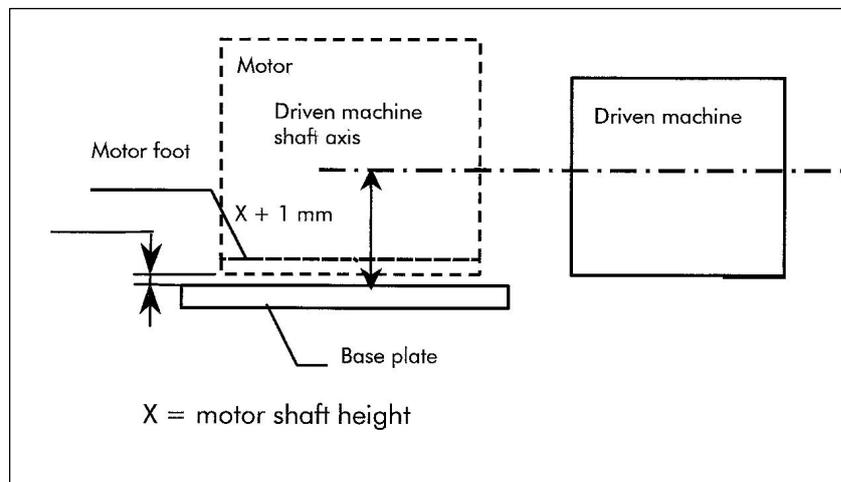
При охлаждении воздухом с иных агрегатов надлежит обеспечить приток такого объёма охлаждающего воздуха, который указан на заводской табличке, при этом необходимо также следить за указанным возможным падением давления. Это особенно актуально при применении звукоизоляции, например, использования звукоизолирующего кожуха. В данном случае мы настоятельно рекомендуем осуществлять эффективный контроль за воздушным охлаждением (механическим или термическим).

При эксплуатации двигателей с водяным охлаждением температура входящей воды охлаждения должна находиться в пределах  $+15 + 25^{\circ}$ . Во избежание кавитационных повреждений скорость потока воды не должна превышать 2,5 м/сек. В ней не должно содержаться коррозионных компонентов. Избегать замерзания контура циркуляции воды охлаждения!

Если температура охлаждающего средства на месте установки двигателя постоянно отличается от указанных технических параметров, то с согласия представителей фирмы-изготовителя надо осуществить соответствующее сокращение мощности двигателя (либо повышение мощности при низких температурах охлаждающего средства).

Надёжно установить двигатель на основании, не подверженном колебаниям и сотрясениям

При этом фундамент отцентрировать с учётом размеров, указанных на ниже следующем чертеже:



**Внимание: Все ножки крепления должны стоять ровно!**

Возможные расхождения по высоте выровнять при помощи подложек и лишь после этого затянуть соединительные болты. В противном случае возникает опасность серьёзных неполадок, вызванных деформацией корпуса!

Особенно при установке двигателя на стальных конструкциях предусмотреть достаточное жесткое крепление, необходимое, чтобы избежать недопустимой вибрации, вызываемой резонансом. Такого рода проблемы возникают зачастую при применении скоростных роторов (2- / 4- полюсные).

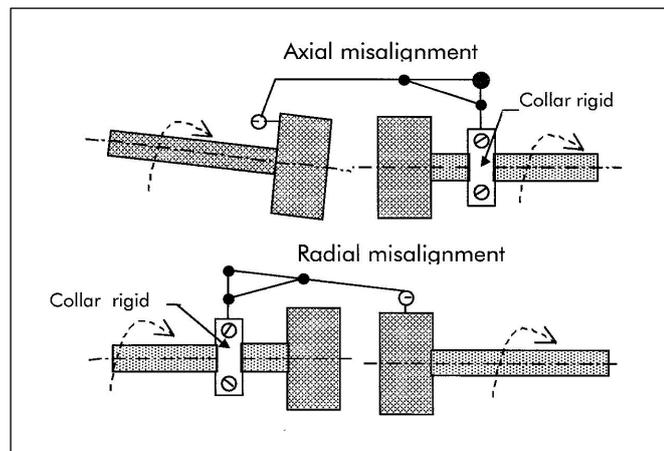
Моменты затяжки фундаментного болта:

Резьба	допустимый момент затяжки [Nm]
M 20	310
M 22	420
M 24	540
M 27	800
M 30	1000
M 33	1450
M 39	2450
M 42	3000
M 48	4550
M 52	5200

### 1.3.2 Центрирование

Тщательное центрирование является предпосылкой бесперебойной работы двигателя. Обеспечить параллельную закладку валов; отклонения плоскопараллельных поверхностей полумуфт должны быть минимальными. При этом надлежит учитывать тепловое расширение, а также всплывание подшипников скольжения из их масляной плёнки.

Следовать указаниям фирмы-изготовителя рабочего двигателя, а также соединительной муфты.

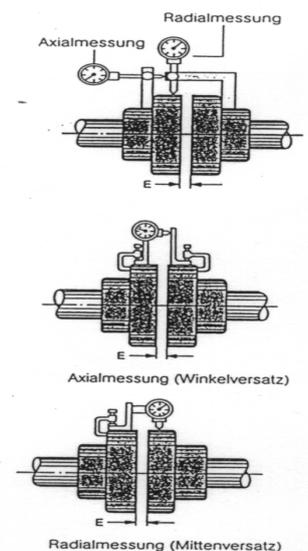


Перед эксплуатацией соединительной муфты, отцентрировать валы аксиально и радиально относительно друг к другу. Измерительное приспособление - мессур должно быть сильно затянуто, при чём измерения проводить на четырёх, смещённых на 90° точках при одновременном вращении обеих полумуфт.

На чертеже справа показана возможность комбинированного метода замера. Размер „E“ установить согласно данным фирмы - изготовителя соединительных муфт.

Осевой замер демонстрирует чертёж справа. Неровности устранить при помощи металлических подложек. Остаточные неточности относительно диаметра измерительной цепи в 200 мм должны быть не более 30 µm.

Радиальный замер отображён на чертеже справа. Расхождения выровнять при помощи смещения, либо поместив прокладку из листового металла таким образом, чтобы остаточная точность не превышала 30 µm.



Современной, особо точной альтернативой выше приведённого способа является возможность электронного замера и центрирования. Точно обработанные стальные соединительные муфты могут быть при определённых обстоятельствах достаточно точно отцентрированы при помощи измерительных линеек и т.п .

При наличии ремённых приводов необходимо следить за тем, чтобы оба относящиеся друг к другу шкивы были соосными, т.е. оба вала должны располагаться параллельно друг другу, а соединительная линия между центрами шкивов должна образовывать вместе с валами прямой угол. Необходимо проследить также и за тем, чтобы предварительный натяг ремня осуществлялся согласно рекомендациям его фирмы – производителя. Слишком сильный предварительный натяг ремня опасен для валов и подшипников.

После центрирования двигателя необходимо штифтами присоединить ножки к фундаменту.

Достигнутый уровень центрирования надлежит контролировать через достаточно продолжительные отрезки времени (через 8000 рабочих часов).

Если в особых условиях эксплуатации можно ожидать экстремальных показателей крутящего момента (блокировка, тяжёлый ход), следует не допустить механической поломки и перегрева двигателя, а также при помощи механического защитного приспособления проистекающей из этого опасности воспламенения.

## 1.4 Электрическое подключение и пуск в эксплуатацию

### 1.4.1 Контроль сопротивления изоляции

Сопротивление изоляции обмотки против массы, а также компонентов обмотки между собой надлежит замерить согласно действующим предписаниям до пуска двигателя в эксплуатацию, а также соответствующее целям эксплуатации измеряемое напряжение: (500 в переменного тока) 1000 в переменного тока, либо выше у двигателей среднего напряжения и с сухой обмоткой.

Минимальное требование относительно готовности к эксплуатации применительно к 20 С температуры обмотки (надо учесть: каждое повышение температуры на 10 К уменьшает наполовину конкретный показатель):

	<b>Минимальное сопротивление</b>
Двигатели низкого напряжения до 690 в	1 МΩ
Ротор / вторичная обмотка	50 Ком на 100 в
Двигатели среднего напряжения	15 МΩ на кв

**Примечание:** Чистые и сухие обмотки во много раз повышают приведённые самые низкие предельные показатели!

Двигатели малых размеров показывают более высокие характеристики в результате более коротких сквозных проводящих дорожек, чем большие двигатели. В случае сомнений перед пуском двигателя в эксплуатацию просим связаться с представителями фирмы – производителя.

Для более крупных двигателей среднего напряжения при дальнейшей оценке изоляции сопротивления можно использовать индекс поляризации (PI):

$$PI = R_{10\min} / R_{1\min}$$

Замерить сопротивление изоляции (либо зарядный ток) в течение одной минуты, а затем в течение десяти минут после чего разделить 10-минутный показатель на 1-минутный.

Ещё одним критерием является число дозаряда (NZ):

$$NZ = R_{60s} / R_{15s}$$

Сопротивление изоляции (либо зарядный) замерить в течение 15 секунд, а затем - 60 секунд, после чего разделить 60-секундный показатель на 15-секундный.

Ориентировочные показатели, свидетельствующие о хорошем качестве сопротивления изоляции содержатся в ниже приведённой таблице:

<b>Ориентировочные показатели</b>	<b>Индекс поляризации PI</b>	<b>Число дозаряда</b>
-----------------------------------	------------------------------	-----------------------

		<b>NZ</b>
Не достаточно	< 2	< 1,3
удовлетворительно	2 bis 3	1,3 bis 1,4
хорошо	> 3 bis 4	> 1,4 bis 1,6
Очень хорошо	> 4 ...	> 1,6 ...

Если данные показатели не будут достигнуты, необходимо просушить обмотку пригодными для этого средствами.

#### **1.4.2 Просушка**

Для этой операции применяют способ согласно местным возможностям, согласовывая его с фирмой- производителем двигателя (печная просушка, просушка при помощи тока или тёплого воздуха, обогрев при останове).

При дополнительной просушке при помощи обогрева обмотки постоянным током, сила тока не должна превышать половины номинального тока обмотки.

Для дополнительной просушки двигателей с короткозамкнутым ротором можно применять также трёхфазный ток с уменьшенным напряжением (примерно 5 – 6 % номинального напряжения двигателя) при заторможенном роторе. Данный способ может вызвать в двигателях с ротором с контактными кольцами со стальной ободной обмоткой проблемы в силу индуктивного дополнительного нагрева. Также и при неработающем роторе необходимо воспрепятствовать возникновению маркировки переходного тока на контактных кольцах!

Надо чаще менять фазы обмотки!

Никогда нельзя допускать превышения температуры обмотки в 90°C, за которой надо тщательно следить в процессе просушки (возможно и при помощи измерения повышения сопротивления меди). Таким образом, до начала просушки следует замерить холодное сопротивление обмотки, а позднее периодически контролировать его. Ориентировочное значение благоприятной температуры просушки: 1,4 –кратный рост сопротивления, если первоначальная температура составляла около 20 °C).

Данный контроль осуществлять в 3-часовом ритме. Просушку можно закончить через 2-3 часа после достижения требуемого значения изоляции.

При этом следить за тем, чтобы значение изоляции остывшего двигателя было выше, чем значение ещё тёплого двигателя.

Закрытые конструкционные формы открывать путём снятия радиаторов, если таковые имеются, либо хотя бы откидных крышек для обслуживания, путем открытия

воздушных зазоров или клеммных панелей, заглушек и т.п. что облегчит циркуляцию воздуха, либо надо просто прогнать сухой воздух.

Далее, очень часто бывает, что поверхностной влажности можно избежать благодаря потоку сухого, по возможности подогретого воздуха (горячий вентилятор).

У двигателей с термической защитой обмотки (позистором) особое внимание уделять тому, чтобы температура просушки оставалась ниже 120 °С (у двигателей класса изоляции „Н“ это значение может максимально достигать 180 °С). Позисторы можно испытывать лишь с измерительным напряжением ниже 0,8 в.

Шпунтовые термометры Pt 100 (100 Ω при 0 °С) позволяют в сочетании с калиброванными для этого измерительными усилителями и указателями точно измерять температуру обмотки. Можно контролировать также и при помощи моста для измерения сопротивлений либо при помощи измерителя сопротивлений с низким измерительным током:

Изменение сопротивления = 0,385 Ω/К;

Это означает, например, измерено 138,5 Ω = температура обмотки 100 °С.

### **1.4.3 Подключение двигателя к сети электропитания**

Все монтажные и установочные работы должны проводиться проинструктированными специалистами согласно местным действующим правилам и нормам.

Эти работы могут осуществляться лишь с неработающими двигателями.

Перед началом всех работ обязательно выполнить ниже приведённые 5 правил по безопасности:

- Отключить двигатель от сети электропитания
- Исключить возможность его случайного включения
- Удостовериться в отсутствии напряжения
- Заземлить и закоротить
- Прикрыть соседние, находящиеся под напряжением детали, либо отгородить их.

Это также касается вспомогательных электрических цепей.

Сравнить сетевые и необходимые производственные показатели с данными на заводской табличке - обратить внимание на разновидность схемы. Если нет иных указаний, рабочие характеристики (с допусками согласно EN 60034) привязаны к максимальной температуре окружающей среды в 40 °C При максимальной высоте установки двигателя в 1.000 м над уровнем моря, в частности, при условиях обеспечения указанных параметров воды охлаждения или вентиляционного воздуха.

Превышение допусков согласно стандарту EN 60034-1 (например, напряжение  $\pm 5\%$ , частота  $\pm 2\%$ , синусоидальность, симметрия) может негативно сказаться на допустимой температуре поверхности.

Подключение осуществлять компетентно при помощи отвечающего стандартным требованиям кабеля в соответствии с местными нормами и правилами электромонтажа.

При вводе всех кабелей и проводов в клеммную коробку особое внимание обращать на вид защиты (как правило, IP 55). В клеммной коробке не должно быть грязи, посторонних предметов и сырости. Не используемые отверстия для ввода проводов герметично закрыть.

При установке клеммных коробок учитывать запретные зоны их установки относительно воздухопроводов и водопроводов, а также ход питающих проводов.

Воздушные зазоры между: открытыми токоведущими частями, а так же между токоведущими частями и другими проводящими частями должны быть не менее указанных в таблице значений:

рабочее напряжение	Воздуховод [mm]	Путь утечки [mm]
≤ 250 В	≥ 2,5	≥ 4
≤ 500 В	≥ 5	≥ 8
≤ 800 В	≥ 7	≥ 12.5
≤ 1000 В	≥ 8	≥ 13
≤ 4000 В	≥ 28	≥ 40
≤ 6300 В	≥ 45	≥ 63
≤ 10000 В	≥ 70	≥ 100
≤ 11000 В		
≤ 15000 В	≥ 105	≥ 150

Все соединительные зажимы должны быть крепко затянуты, в противном случае это может вызвать сильный нагрев и тем самым нарушение изоляции

При этом обеспечить надёжное электрическое соединение с соответствующими деталями подключения, типами кабелей и соединительной техникой, а также надёжное выравнивание потенциалов. Особое внимание обращать на надёжный монтаж кабельных вводов, защиты от произвольного разбалтывания, надёжную герметизацию, а также на соблюдение допустимой температуры частей вводной проводки. (не выше. 70 °C).

Допустимые вращающие моменты болтов клемм и запорных винтов:

Размер резьбы	Доп. вращающий момент [Nm]
M 4	2,0
M 5	3,2
M 6	5
M 8	10
M 10	16
M 12	25
M 16	50
M 20	85
M 24	130

Допустимые вращающие моменты кабельного винтового движения:

Размер резьбы	Раствор ключа [mm]	Доп. вращающий момент [Nm]
M 12 x 1,5	14	5
M 16 x 1,5	17	5
M 20 x 1,5	22	7,5
M 25 x 1,5	27	10
M 32 x 1,5	34	15
M 40 x 1,5	43	20
M 50 x 1,5	55	20
M 63 x 1,5	65	20
M 75 x 1,5	95	20
M 80 x 2	106,4	20

Руководствоваться хранящейся в клеммной коробке схемой подключений. При этом требуется особое внимание при работе с двигателями с переключающимся напряжением – при возникновении вопросов перед пуском в эксплуатацию просим обращаться к представителям фирмы – поставщика.

При соответствующем подключении сетевых фаз L1, L2, L3 an die Motorklemmen U1, V1, W1 вал двигателя будет вращаться, если смотреть снаружи против цапфы вала, вправо, по часовой стрелке. Если будет необходимо вращение налево, надо поменять две фазы местами.

### **Внимание:**

**У двигателей, которые, например, пригодны лишь для одного направления вращения из-за вентилятора, зависящего от направления вращения, есть особая пометка на заводской табличке. Кроме того, на корпусе двигателя, выше цапфы вала, либо на корпусе вентилятора есть стрелка, указывающая направление вращения. Вращение в обратном направлении не допускается, так как в этом случае двигатель перегреется из-за нехватки воздуха охлаждения. Изменение направления вращения в таком случае можно осуществить лишь используя новый, либо изменённый вентилятор, при определённых условиях в этом случае потребуются новая балансировка ротора!**

Подключения возможных датчиков температуры (например, терморезисторов, Pt 100-измерительный резистор) для обмотки и подшипников, а также обогрева при останове двигателями т.п. находятся, как правило, в дополнительном вспомогательном клеммном ящике вместе со схемой подключений и техническими характеристиками. Это устройство надлежит применять для обеспечения безопасности в работе. Чтобы избежать серьёзных повреждений двигателя при неправильном подключении, проконсультируйтесь с представителями завода-поставщика в случае, если вам потребуется информация относительно необходимых блоков формирования сигнала и т.п.

Обеспечить включение двигателя в местное выравнивание потенциала.

Зажимы к заземлению корпуса расположены либо в клеммном ящике или внизу у основания двигателя.

Обеспечивать при работе с принудительной вентиляцией, внешними маслёнками, либо системами водоснабжения охлаждающей воды и т.п. соответствующую техническую блокировку с тем, чтобы двигатель работал лишь при безукоризненном функционировании этих агрегатов, и с другой стороны, чтобы обогрев во время останова включался лишь тогда, когда привод не работает.. В противном случае возникает опасность превышения допустимой рабочей температуры.

В целях защиты двигателя со стороны сети следует применять прибор включения во взаимодействии с подходящим к двигателю короткозамкнутым срабатывающим устройством и с термическим срабатывающим устройством, настроенным на номинальный ток обмотки (защитное устройство от перегрузки). При необходимости, можно использовать иные защитные устройства, как, например, устройство по защите от исчезновения фаз.

### **Внимание:**

**Если в короткозамкнутых двигателях применяется схема пуска звёзда/треугольник, то термические пусковые реле должны контролировать ток фазы обмотки в соединениях треугольника между двигателем и коммутатором (контактором) и в силу этого должны иметь более низкий ток звезды (= 0,58 x номинальный ток двигателя).**

#### 1.4.4 Контроль температуры

- a) Резисторы с положительным температурным коэффициентом (термисторы) – электронные компоненты с выраженным графическим надломом при установленной температуре: Под ними внизу можно замерить при помощи простого омметра на соответствующих зажимах подключения (2 клеммы в комплекте) несколько сот ом, а сверху несколько килоом.

**Внимание: Измерительный ток может иметь лишь несколько mA! Ни в коем случае не подключать постороннее напряжение (например, сетевое в 230 В), так как это приведёт к неза- медлительному разрушению чувствительных деталей, а возникшая электрическая дуга вызовет не поддающееся ремонту повреждение обмотки.**

В обмотках крупных двигателей зачастую применяются два комплекта термисторов для различных температур в целях предварительного оповещения и пусковой аппарат.

Для определения значения к каждому комплекту должен подключаться один пусковой аппарат, свободные от потенциала релейные контакты которого должны использоваться для соответствующей управляющей сети двигателя.

Последующие измерения температурных значений не возможны – возможно лишь путём монтажа дополнительных блоков термисторов на лобовой части обмотки.

- b) Кликсоны или микро- термовыключатели представляют собой чётко настроенные схожие с изложенном в пункте а) смонтированные и непосредственно предназначенные для управляющих сетей вспомогательные защитные устройства термовыключатели.. Они осуществляют контроль в холодном режиме, подключаются к соответствующим зажимам и прерывают управляющие сети при превышении установленных температур.

**Внимание: такого вида контакты не должны включать никакой сильной индуктивной нагрузки – подключить вспомогательные защитные катушки с R-C!**

- c) Непосредственно показывающие термометры с регулируемыми контактами предельных значений применяются практически лишь в целях контроля за температурой подшипников. С точки зрения нагрузки на контакты действуют положения пункта b). Указания по настройке смотри в последнем абзаце..
- d) Термоэлементы (например, Ni / CrNi) создают по специальной кривой зависящее от температуры термонапряжение, которое следует анализировать при точном соблюдении предписаний по подключению к отдельным измерительным преобразователям для указания температуры и с возможными концевыми контактами в соответствии с пунктом c). Эти температурные датчики очень низкоомные ( $m\Omega$ ) и показывают уровни напряжения в области милливольт. Предназначены для применения внутри вкладышей подшипников скольжения, редко в области обмотки.
- e) Термометры сопротивления это калиброванные температурные измерительные сопротивления (большой частью с платиновым проводом = Pt 100 с  $100 \Omega$  при

0 °C и 0,385 Ω изменением сопротивления на Кельвин; они показывают линейный ход: например, 138,5 Ω при 100 °C или 153,9 Ω при 140 °C).

Каждый термометр сконструирован с двумя (бывают три / четыре) клеммами, либо скомбинирован с предохранителями защиты от сверхнапряжения во вспомогательной клеммной коробке. Зачастую клеммы собраны вместе с одной стороны и предназначены для общего отвода. Как описано в пункте а), при помощи определения сопротивления можно контролировать сопротивления - таким же образом можно устанавливать температуру на основе соответствующего пересчёта.

К любому сопротивлению (например, для Pt 100) можно использовать калиброванный измерительный усилитель с сигнальным реле для отдельной регулировки температуры сигнализации и температуры отключения (так есть, например, пять или восемь измерительных шлейфов в общем корпусе – для, например, 3 штук или 6 штук на одну обмотку 2 штуки на подшипник).

f)

1.) максимальная температура отключения для первичной настройки для ввода в эксплуатацию.

	<b>Сигнализация В / F</b>	<b>Отключение В / F</b>
Обмотка статора	110 °C / 130 °C	120 °C / 140 °C
Теплый воздух до радиатора	60 °C / 60 °C	70 °C / 80 °C
Холодный воздух – выход из радиатора	30 °C / 45 °C	40 °C / 55 °C
Подшипник скольжения-нижний вкладыш	80 °C	90 °C
Подшипник качения	80 °C	90 °C

О возможном превышении этих значений информировать нас немедленно. Это нужно для того, чтобы своевременно выявить причину этого явления. В отдельных случаях допускаются более высокие настроечные параметры.

2.) После пуска в эксплуатацию и прогона двигателя с номинальной нагрузкой надлежит настроить окончательные точки переключения в зависимости от фактически установленных рабочих температур:

Рекомендация:

1. Точка переключения (например, Сигнал предупреждения): 5 К для подшипников – 10 К для остальных
2. Точка переключения (например, Отключение):

10 K для подшипников - 15 K – для остальных  
выше рабочей температуры с учётом наивысшей температуры воздуха,  
либо воды охлаждения.

В зависимости от потребностей возможны иные значения. В любом случае  
мы ожидаем от вас информации об этом.

### **1.4.5 Ориентировочные значения для установки температуры срабатывания**

#### **Обмотка**

#### **Настройка по измерительным значениям при стационарной непрерывной работе**

	Сигнал предупреждения	Отключение
(T= наивысшая ожидаемая рабочая температура )	T + 10 K	T + 15 K

#### **Ориентировочные значения при первичной эксплуатации**

##### **Максимальные значения**

Эксплуатация по классу теплоты B	125 °C	130 °C
Эксплуатация по классу теплоты F	145 °C	150 °C
Эксплуатация по классу теплоты H	165 °C	170 °C

#### **Настройка**

#### **Регулировка по измерительным значениям при стационарной непрерывной работе**

	Сигнал предупреждения	Отключение
(T= наивысшая ожидаемая рабочая температура)	T + 5 K	T + 10 K

## Ориентировочные значения при первой эксплуатации

### Максимальные значения

Подшипники качения	90 °C	100 °C
Подшипники скольжения		
• Датчик во вкладыше подшипника	90 °C	95 °C
• Датчик в маслоотстойнике	70 °C	75 °C

### 1.4.6 Пуск

- a) Перед пуском в эксплуатацию повернуть рукой ротор и прослушать на возможные необычные шумы.
- b) Рекомендуется первоначально двигатель прогнать не менее одного часа без нагрузки, т.е. без присоединения к рабочей установке. Надлежащий ход двигателя проявляется тогда, когда нет никакой недопустимой вибрации и никаких необычных шумов при работе подшипников. Звуки ударов или стуки в подшипниках свидетельствуют об их неполадках (вследствие транспортировки, длительных перерывов в работе). Резкий звук говорит о проскальзывающих роликах, либо о том, что ещё не полностью образовалась плёнка из густой смазки. Это следует учитывать, когда роликовые подшипники работают без нагрузки, данные шумы должны после короткого промежутка времени прекратиться. Наряду с палочкой для прослушивания или стетоскопом, применяемым для субъективной оценки шумов специалистами, можно использовать для оценки работы подшипников соответствующие переносные измерительные приспособления (например метод SPM). При возникновении любых шумов подшипников разной силы следует учитывать различные конструкционные особенности корпусов двигателей (двигатели с литым корпусом работают спокойнее, чем, к примеру, двигатели со сварными стальными конструкциями и трубчатыми радиаторами.).

- c) Наши двигатели перед отправкой заказчику прошли испытания на шум при работе. Если несмотря на это, проявится какая-либо необъяснимая вибрация, то для установлений причины следует первоначально отсоединить двигатель от рабочей машины, а затем запустить его снова. Если ход вращения и в этом случае не удовлетворяет, то либо соединительная муфта, либо ремённый шкив не соответствуют уровню балансировки (балансировка с полной призматической шпонкой/ половиной шпонки), либо собственная частота фундамента слишком отстаёт от частоты вращения двигателя. Для проверки качества балансировки самого двигателя, его следует прогнать со свободным валом и половиной (либо полной) призматической шпонкой (жестко установленный, либо на нейтральной подложке, например, на резиновой пластине или на сайлент-блоке), либо в подвешенном состоянии на кране) после чего надо измерить скорость вибрации (мм/сек). Как свидетельствует опыт, проблемы с фундаментом возникают лишь с двухполюсными двигателями, т.е. при 3000 / 3600 мин<sup>-1</sup> скорости привода.
- d) Присоединённые, т.е. с малой радиальной нагрузкой двигатели иногда дают, несмотря на правильную балансировку неожиданные вибрации. Причиной этого могут быть, к примеру, „скачки“ ротора в рамках повышенного зазора в подшипниках.  
Что можно предпринять в этих случаях: использовать другие подшипники с меньшим зазором. У двигателей с 2 радиальными шарикоподшипниками, из которых один установлен как плавающий, перемещающийся по оси подшипник: данный подшипник снабдить дисковой пружиной и т.п.
- e) Подшипники качения снабжаются консистентной смазкой оптимального качества перед поставкой двигателя заказчику (при необходимости вы можете затребовать спецификацию).  
Подшипники скольжения поставляются без заправки маслом.  
Следует неукоснительно соблюдать указания по смазке и техническому обслуживанию подшипников качения и скольжения.  
Повышение температуры подшипников качения может составлять до 50 К температуры охлаждающего средства, например, в 40 °С - более высокие значения вплоть до рабочей температуры в 140 °С при определённых условиях и после консультации с фирмой- поставщиком также возможны.  
Рабочая температура подшипников скольжения не должна превышать при непрерывной работе 75 °С (около 10 К выше, если измерение проводится непосредственно в нижнем вкладыше подшипника) – в особых случаях просьба проконсультироваться с представителями фирмы-поставщика. Особенно подшипники скольжения требуют постоянного контроля за температурой; там, как правило, встроены РТ 100 – измерительные сопротивления  
При эксплуатации всех двигателей со съёмными крышками на подшипниковых узлах или корпусах следить за тем, чтобы крышки при нагрузках оставались закрытыми, так как в противном случае не будет достаточной вентиляции, что вызовет недопустимый нагрев двигателя.

#### **1.4.7 Условия включения двигателя**

Допустимы

- максимально три коммутации из холодного рабочего состояния, если двигатель нормально остановился,
- каждую дальнейшую коммутацию осуществлять после 30-минутного перерыва, если двигатель нормально остановился,
- не более двух коммутаций из теплого рабочего состояния,
- каждое последующее включение после 4-часового перерыва,
- не более 1000 коммутаций в год, коммутация при остаточном напряжении не допустима.

#### **1.5 Эксплуатация и техническое обслуживание асинхронных короткозамкнутых двигателей (Смотри также Пункт 3)**

##### **(смотри также Пункты 3 и 4)**

Для технического обслуживания/испытаний руководствоваться национальными инструкциями и предписаниями, а также общепринятыми правилами и настоящей инструкцией.

При техническом обслуживании, в первую очередь, проверять детали, от которых зависит безопасность эксплуатации двигателя.

Работы по техническому обслуживанию могут проводить исключительно представители фирмы-производителя, либо имеющие соответствующую квалификацию специалисты. Применять исключительно оригинальные запасные части.

Для сохранения допустимых рабочих температур температура окружающей среды не должны превышать параметры, указанные в пункте 1. При оценке температурного режима надо учитывать воздействие иных источников тепла (например, солнечных лучей, исходящего тепла от работающих агрегатов и т.п)

При работе внимательно следить за показаниями установленных приборов температурного контроля.

Техническое обслуживание включает в себя наряду с регулярным контролем рабочего хода двигателя (шумы и вибрация), и что особенно важно, контроль за состоянием подшипников. Регулярно проводить требуемую чистку в зависимости от условий эксплуатации двигателя.

При данных работах соблюдать положения наших инструкций по смазке и техническому обслуживанию подшипников качения и скольжения, а также требования специализированных наставлений по монтажу и техническому обслуживанию. При необходимости проконсультируйтесь с представителями фирмы-производителя.

Чистка двигателя от пыли осуществляется при помощи пылесоса или воздуходувки, и ни в коем случае не применять сжатый воздух, содержащий масло или воду. Следить за тем, чтобы грязь не попадала внутрь двигателя. При работе с двигателями с

трубчатыми радиаторами следить за тем, чтобы грязь не скапливалась между трубами. При их чистке целесообразно пользоваться щетками.

Двигатели низкого напряжения, которые не эксплуатировались в течение длительного времени и находились в экстремальных климатических условиях (при температуре окружающей среды 40-45 °C и при относительной влажности воздуха более 95 %) могут при изоляционном сопротивлении в 0,5 МΩ быть запущены в эксплуатацию при условии, если они не загрязнены.

При эксплуатации двигателей на открытом воздухе без навеса (речь идёт лишь о двигателях с минимальным классом защиты IP 44 и при нормальных климатических условиях) необходимо осуществлять повышенные меры по техническому обслуживанию, в частности, при продолжительных остановках. Данные двигатели следует один раз в месяц запускать на один час в целях уменьшения коррозии, вызываемой конденсатом или дождём. При остановке двигателей зимой необходимо предупредить блокировку внешнего вентилятора снегом или льдом.

Обмотки электродвигателей надлежит чистить в зависимости от условий эксплуатации один раз в 1-3 года и при этом обновлять консервирующее электролаковое покрытие. Обращать внимание на глухую посадку обода лобовой части обмотки и пазовых штырей; одновременно проводить визуальный контроль состояния всех компонентов двигателя.

## **1.6 Запасные части**

При заказе запасных частей двигателя указывать рабочие характеристики заводской таблички и заводской номер конкретной детали, в частности, полное типовое наименование, включая все дополнительные буквы и цифры

После замены вращающихся частей, в частности, у двигателей с высоким числом оборотов провести динамическую балансировку с учётом различных практикуемых в настоящее время спецификаций для балансировки с полной или с половиной призматической шпонкой, в зависимости от спецификации соединительной муфты и ремённого шкива.

## **1.7 Дополнительные указания по короткозамкнутым взрывобезопасным двигателям Ex II.**

### **1.7.0 Общие положения**

Эксплуатировать двигатель согласно директивам ЕС RL 1999/92/EG (Минимальные стандарты защиты работников АТЕХ 137) и «Нормативы по безопасности труда на производстве» (BetrSichV)“, Федеральный вестник юридической документации» окт. 2006, Часть 1.

При монтаже двигателей соблюдать условия согласно стандарту EN 60079 Раздел 14 /

**VDE 0165 . Установление степени взрывобезопасности на рабочем месте и соответствующей категории оборудования – составная часть регламентации по взрывобезопасности конкретного предприятия.**

В любом случае могут применяться только защитные и пусковые устройства, обладающие отдельным сертификатом о проведении типовых испытаний, подтверждающим возможность их применения как взрывобезопасной производственной установки на конкретном предприятии (Допуск согласно АТЕХ 95). Также и механические передающие элементы (например, соединительные муфты, трансмиссии, ремни) должны иметь соответствующий сертификат согласно АТЕХ 95.

### **1.7.1 Виды защиты от воспламенения**

Все наши электродвигатели выпускаются со следующими видами защиты от воспламенения :

- Ex d „Герметичная капсулизация“ - Категория 2G, 2D
- Ex e „Повышенная безопасность“ - Категория 2G, 2D
- Ex p „Капсулизация от избыточного давления“ - Категория 2G, 2D
- Ex nA „Не искрящая установка“ - Категория 3G, 3D

### **1.7.2 Режим работы**

При отсутствии иных свидетельств двигателя можно применять лишь при условии его непрерывных работы (S1) .

### **1.7.3 Защита двигателя**

При прямой коммутации использовать защитные приспособления таким образом, чтобы после пуска двигателя были отключены все внешние проводники коаксиального кабеля.

Защита при перегрузке: работающие от тока пусковые устройства с замедлением или реле должны соответствовать номинальному току двигателя.

Они должны быть подобраны таким образом, чтобы двигатель и при коротком замыкании (т.е. при заторможенном роторе) имел термическую защиту. Данное требование считается соблюденным, если время пуска, которое указано в технической характеристике пускового устройства (начальная температура 20°C) для соотношения  $I_A/I_N$ , не превышает время нагрева  $t_e$  (только для двигателей с классом воспламенения «Повышенная безопасность» характерное для данного класса температуры.

Прямой контроль температуры:

защита двигателя осуществляется исключительно путём непосредственного контроля температуры, для чего учитывать соответствующие параметры, указанные на дополнительной табличке на корпусе двигателя.

Термическую защиту двигателя ведется при помощи температурных зондов (позисторы

DIN 44081 и т.д.), которые обеспечивают взрывобезопасность лишь в сочетании с соответствующими пусковыми приспособлениями.

Контроль герметичности при избыточном давлении: если двигатель имеет капсулизацию от избыточного давления, надо обеспечить хорошее качество предварительной промывки и хорошую вентиляцию на предприятии при помощи соответствующих защитных приспособлений и пусковых приборов, имеющих отдельный типовой допуск в качестве пригодного взрывобезопасного производственного средства от конкретной инстанции (Допуск согласно нормативу ATEX 95). Соответствующие данные указаны на дополнительной рабочей табличке на корпусе двигателя.

### **1.7.4 Общие работы по техобслуживанию**

Данные работы не влияют на взрывобезопасность и могут осуществляться не зависимо от требований „Предписания по безопасности электрического оборудования во взрывоопасных (Ex V)“, например такие, как :

- замена уплотнительных прокладок,
- ремонт или замена вентиляторов или корпусов вентиляторов
- замена подшипников,
- замена( только на оригинал !)- клеммника.

### **1.7.5 Специальные работы по техобслуживанию**

Данные работы оказывают существенное влияние на взрывобезопасность. К таким работам относятся, в частности, все ремонтные работы на обмотке статора и ротора. Если такие работы проведены не специалистами нашей фирмы, соответствие проведенных работ «Предписанию „BetrsichV“, § 14.6 должно быть проконтролировано соответствующим уполномоченным на это специалистом.

О проведённых специальных ремонтных работах делается пометка согласно нормативу EN 60079 Часть 19 дополнительной рабочей табличке на корпусе двигателя.

## **2. Руководство для смазки и технического обслуживания подшипников качения**

### **2.0 Общие положения**

Подшипники качения – это прецизионные детали. Предпосылкой соблюдения производственной надежности двигателя на предприятии всегда является целесообразная смазка. Наряду с этим. Наиважнейшую роль играет ход двигателя без вибрации и допустимая нагрузка на подшипники.

Настоятельно необходимо соблюдать указания по качеству смазочного материала на заводской табличке. Это поможет предупредить повреждения подшипников, вызываемые неправильной смазкой. Необходимо также соблюдать указанные интервалы для смазки. Перенасыщение смазкой подшипников также может привести к их повреждению. Тяжелые производственные условия могут вносить изменения в указанные правила. Предварительно проконсультируйтесь с нами по этим вопросам.

#### **Значение пополнения смазки:**

Ниже следующий перечень показывает наиболее частые ошибки (слишком частая, слишком обильная и слишком малая консистентная смазка):

- Слишком быстрая или слишком обильная смазка приводит к сильному давлению внутри подшипника и к выдавливанию из уплотнительной прокладки.
- Температура подшипника повышается на 10 - 25 градусов выше нормальной рабочей температуры, до распределения излишней консистентной смазки
- Чрезмерная консистентная смазка может тормозить ход подшипника качения, что приводит к выдавливанию из дорожки качения и тем самым к нагреву, временному шуму и износу (залезанию друг на друга, микро-приварке) и к потере маслянистости. Всё это может привести к местному разрушению смазочной плёнки и чрезмерному нагреву, а также к удалению металлических частиц, т.е. к загрязнению консистентной смазки.
- Приварка на подшипниках появляющаяся сразу же после последующей смазки особенно при высоком числе оборотов (более 3000 об/мин.)
- Данные опасности возникают особенно при слишком быстром пополнении смазкой, слишком малом радиальном зазоре в подшипнике и при высоком числе оборотов (3000-3600 об/мин.).

#### **Первоначальная смазка :**

При первоначальной смазке двигателя в интервале 5 минут нанести две „порции“ консистентной смазки. Её количество соответствует при этом количеству пополняемой смазки согласно указаниям на заводской табличке, либо на других таблицах. Если не возникает шумов из-за нехватки масла, в течение последующих 24 часов больше смазки не наносить, так как консистентная смазка подшипников должна сначала распределиться посредством швырального диска.



**Menzel Elektromotoren GmbH**  
[www.menzel-elektromotoren.com](http://www.menzel-elektromotoren.com)

После первой рабочей недели надо нанести вторую „порцию“ смазки, а спустя 24 часа ещё одну.

После этого надо действовать согласно обычному графику технического обслуживания (соблюдать сроки пополнения смазки в соответствующем объёме). В тяжелых условиях работы двигателя надо сократить сроки пополнения смазки на половину, например, при температуре подшипников более 80 °C.

### **Пополнение смазки:**

Для сохранения необходимого объёма смазки надо, в первую очередь, тарировать смазочный пресс:

например, при 5 г на один ход смазки для подачи 30 г консистентной смазки требуется 6 ходов.

До начала смазки надо почистить маслёнку, наряду с этим надо содержать в чистоте пресс для консистентной смазки и саму смазку. При работе двигателя надо подать требуемое количество порций масла при помощи масляного пресса в ниппель. При этом надо соблюдать перерывы продолжительностью около 5 секунд на грамм (например, 5 грамм на ход потребуют паузу в 25 секунд между отдельными шагами).

Контролировать повышение температуры подшипника. Выброс излишней смазки может длиться несколько часов.

Использованную смазку собирают во внешнюю масляную камеру на крышке подшипника. Её следует удалить после примерно пяти пополняющих смазок, либо в рамках необходимых работ по техническому обслуживанию

### **Замена консистентной смазки:**

В нормальных рабочих условиях и правильной подачи пополняющей смазки заданное качество густой смазки обеспечивает безукоризненную работу двигателя.

Замену консистентной смазки осуществлять лишь после длительного хранения двигателя на складе, при исключительных погодных условиях (попадание воды) либо при замене подшипников.

В данном случае почистить весь корпус подшипника пригодным для этого растворителем. С учётом пригодного сорта консистентной смазки заполнить подшипники смазочным материалом максимально на 2/3 их свободного пространства. Затем при работающем двигателе провести первичную заправку (смотри указание выше).

## **2.1 Двигатели без смазочного ниппеля**

Как правило, объёма масла, залитого поставщиком, хватает на весь срок работы подшипника. При необходимости залива нового консистентного масла после длительного перерыва в работе, следует удалить всю старую смазку, при чём крышки подшипников и подшипники тщательно промыть пригодным для этого чистящим средством. После этого смазать подшипники качения новой консистентной смазкой и заполнить обе крышки подшипника этой смазкой. Чрезмерное количество консистентной смазки ведёт к недопустимому нагреву подшипников качения, поэтому это надо не допускать.

После установки крышки подшипника на место, надо вручную проверить легкость хода ротора. При новом запуске в эксплуатацию рекомендуем проследить за шумами и за длительностью постоянного нагрева подшипников.

## **2.2 Двигатели со смазочным ниппелем и без удаления старой смазки**

Пополнять смазку при работающем двигателе. На двигателе имеется заводская табличка, на которой указано количество смазки и сроки для пополнения смазки. После неоднократного пополнения смазки снять внешние крышки подшипника и удалить из них отработанную смазку.

После установки крышки подшипника на место проверить вручную лёгкость хода ротора (смотри также Пункт 2.1).

Внимание: Пополнение смазки всегда проводить при работающем двигателе; при необходимости предусмотреть удлинители смазочных трубок. Входные трубки должны быть всегда заполнены консистентной смазкой!

### **2.3 Двигатели со смазочным ниппелем и автоматическим регулятором количества смазки**

Пополнять смазку пр и работающем двигателе. На двигателе прикреплена заводская табличка, на которой указано количество смазки и сроки для пополнения смазки. Установленный швыральный диск выбрасывает из подшипников качения выдавливаемую отработанную смазку, которая собирается в специальной камере. Она расположена и опорожняется указанным ниже способом. Демонтажа крышки подшипника не требуется.

Полость с жиром под крышкой вентилятора с приводной стороны	Отпустить болты, вынуть полость с жиром о опорожнить её
Полость жира под внешней крышкой подшипника	Вытащить шибер, опустошить емкость
Полость с жиром под внутренней крышкой подшипника	Через отверстие подшипникового щита вытащить шибер, опустошить ёмкость
Горизонтальные трубки под крышкой вентилятора	Вытащить обе пробки, вытолкнуть старый жир стержнем

**Внимание: Чрезмерное количество жира вызывает повышение температуры подшипников!**

**Лишний жир удалится лишь спустя несколько часов.**

Для иных конструкций применять эти рекомендации по смыслу.

### **2.4 Смешиваемость и применяемые смазочные средства**

Оптимизированное количество и сорта смазочного жира для предусмотренного перечня указаны на заводской табличке. Указанные смазочные материалы пригодны к использованию при температуре окружающей среды от  $-15^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ . Произвольные изменения не допускаются, точно также как и изменения спецификации, что может вызвать скольжение всухую и повышение температуры подшипников.

Мы рекомендуем использовать лишь указанные сорта жира для смазки или равноценный смешиваемый жир. При отклонениях рабочей температуры или при применении нового жира просим проконсультироваться с нами.

Подшипники содержат, если не было достигнуто предварительной договорённости, жир омыленный литием на минеральной основе, с наименованием КЗК по стандарту DIN 51825.

Рекомендуемые стандартные смазочные средства указаны в таблице 1.1.

Если интервалы между смазками из-за высокой температуры подшипников ( $> 85^{\circ}\text{C}$ ) окажутся слишком короткими, надо применять смазочный жир для высокой температуры. Рекомендуемые сорта такого смазочного жира приведены в Таблице 1.2, при этом надо учитывать максимально допустимую температуру.

Фирма-производитель	качество	сгуститель	масло-основа	Диапазон температур [°C]	Кинематическая вязкость масла-основы $\text{mm}^2/\text{s}$ , в час при 40°C]	Кинематическая вязкость масла-основы $[\text{mm}^2/\text{s}$ , в час при 100°C]	консистенция [NLGI шкала]
ESSO	UNIREX N2	Li-com.	Mineral	-30 bis +150	115	12,2	2
ESSO	BEACON 2	LI	Mineral	-40 bis +120	100	9,5	2
SKF	LGMT 2	Li	Mineral	-30 bis 120	110	11	2
SKF	LGMT 3	Li	Mineral	-30 bis 120	120	12	2
MOBIL OIL	Mobilux 2	Li	Mineral	-30 bis +120	100	10,0	2
SHELL	Alvania RL3	Li	Mineral	-25 bis +130	100	11	3
BP	Energolite LS2	Li	Mineral	-30 bis +110	92	9,5	2
STATOIL	Uniway Li442	Li	Mineral	-30 bis +120	100	12,0	2
TEBOIL	Multi-Purpose Grease	Li	Mineral	-30 bis +110	110	10,5	2

Таблица: 1.1 Рекомендуемые стандартные сорта

Фирма-производитель	качество	сгуститель	Масло-основа	Диапазон температур [°C]	Кинематическая вязкость масла-основы $[\text{mm}^2/\text{s}$ , в час при 40°C]	Кинематическая вязкость масла-основы $[\text{mm}^2/\text{s}$ , в час при 100°C]	Консистенция [NLGI шкала]
ESSO	UNIREX N3	Li-comp.	Mineral	-30 bis +165	115	12,2	3
SKF	LGHT 3	Li-comp.	Mineral	-30 bis +150	110	13,0	3
MOBIL OIL	Mobiltemp SHC 100	Bentonit	Synthetic	-40 bis +200	100	12,5	2

SHELL	Albida EMS2	Li-comp.	Synthetic	-40 bis +150	100	21,0	2
TEBOIL	Syntex Grease	Li-comp.	Synthetic	-40 bis +140	150	20,0	2
STATOIL L	Uniway LiX 42 PA	Li-comp.	Polyalfa	-35 bis +150	100	18,0	2
CHEVRON	SRI 2	Polyr.	Mineral	-30 bis +150	115	14,0	2
NESTE	Rasva 606	Li-comp.	Synthetic	-40 bis +150	150	20,0	2

Таблица: 1.2 Рекомендуемые высокотемпературные сорта

**Смесимость:**

Если есть необходимость перехода от одного сорта жира на другой, важно рассмотреть смесимость жиров. Если будут смешиваться недопустимые для этого жиры, их состав может драматически меняться и максимально допустимая рабочая температура жировой смазки по сравнению с оригинальным жиром быть настолько низкой, что даже может вызвать повреждение подшипников. Жиры, имеющие одинаковую мылкость и базирующиеся на одной масле - основе, можно, в целом, без опасных последствий смешивать между собой.

Смешивания могут снижать температуру каплепадения смесей.

Современные высококачественные смеси значительно теряют при смешивании с другими жирами свои высокие свойства.

### 3. Техническое обслуживание и устранение повреждений

#### 3.1 План технического обслуживания

Проведение всех работ по тех. обслуживанию протоколировать

деталь	ежедневно, каждые 24 часа	ежемесячно, через 720 часов	Один раз в полгода, через 4300 часов	Ежегодно, через 8600 рабочих часов
<b>двигатель, всегда</b>	Эксплуатационные свойства температуры, спокойный ход, проверить шумы			Общая чистка и контроль сопротивления изоляции; Проверить состояние смазки
<b>Соединительная муфта со стороны присоединения оборудования</b>		Через 1 неделю работы проверить центрирование		Проверить центрирование, проконтролировать установку фундамента

деталь	ежедневно, каждые 24 часа	ежемесячно, через 720 часов	Один раз в полгода, через 4300 часов	Ежегодно, через 8600 рабочих часов
<b>Подшипники качения</b>		через 1 неделю работы провести первое пополнение смазки затем пополнять смазку согласно плану смазки; удалять старый жир, постоянный контроль за состоянием подшипников		
<b>Подшипники скольжения</b>	постоянный контроль за состоянием подшипников, уровня масла, за температурой, за ходом смазочных колец Замена масла согласно рекомендациям фирмы-изготовителя			

<b>Клеммный шкаф Подключение , Защитный провод и клеммы заземления-</b>				почистить, почистить места контакта и восстановить предписанное давление контактов
<b>воздушно- водяные радиаторы</b>				Почистить, проверить давление,
<b>воздушно- воздушные радиаторы</b>		Прочистить охлаждающие трубки в зависимости от степени загрязнения		
<b>Пылеулавливающий фильтр в воздушном радиаторе, если имеется</b>		Прочистить фильтр в зависимости от степени загрязнения		

### 3.2 Устранение повреждений

При устранении повреждений руководствоваться указаниями, перечисленными в следующей таблице:

<b>повреждение</b>	<b>возможные причины</b>	<b>помощь</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>двигатель с соединительной муфтой не запускается, никаких шумов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>прервано не менее 2 питающих провода</li> <li>двигатель без напряжения</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>проверить сеть, выключатель, предохранители ус тановки, проверить клеммные соединения</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Двигатель не запускается ни с муфтой, ни без неё, гудит!</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 питающий провод прерван</li> <li>1 фаза ротора прервана</li> <li>подшипник поврежден или его заело</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>как описано выше</li> <li>проверить подшипники, при необходимости</li> </ul>

		заменить подшипники!
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Двигатель под нагрузкой не запускается или запускается слишком медленно</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Слишком большое нагрузочный момент</li> <li>• Напряжение сети не достаточно</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Разгрузить рабочую шину</li> <li>• Проверить напряжение в сети</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Двигатель запускается в холостую, не тянет нагрузку</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 питающий провод прерывается после старта</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверить питающий провод со стороны установки</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Двигатель гудит при вращении, обмотка статора быстро нагревается</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Прерывается обмотка статора</li> <li>• Напряжение в сети слишком высокое</li> <li>• Недостаточное охлаждение из-за загрязнения воздушных путей</li> <li>• Не то направление вращения</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Измерить сопротивления проводов обмотки, температуру обмотки</li> <li>• Проверить напряжение в сети</li> <li>• Провести чистку</li> <li>• Проверить клеммное соединение . Следить за стрелкой, указывающей направление</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ненормальный шум</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Механические причины</li> <li>• Электрические причины</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выяснить, проверить соединение с фундаментом. Устранить причины</li> <li>• Шум исчезает при отключении двигателя. Проконсультироваться с производителем двигателя</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>С муфтой ход не спокойный без муфты - спокойный,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Плохое соединение или обусловлено приводным двигателем</li> <li>Понижение фундамента</li> <li>Плохая балансировка приводных деталей</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проверить соединительную муфту и центрирование проверить приводной двигатель.</li> <li>Заново отцентрировать двигатель</li> <li>Исправить фундамент</li> <li>Заново сбалансировать</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Неспокойный ход с присоединённой муфтой</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>дисбаланс</li> <li>прерывание подачи напряжения по линиям подачи тока к обмотке статора</li> <li>ротор задевает поверхности из-за дефекта подшипников</li> <li>разболтались болты крепления</li> <li>воздействие резонанса на фундаменте</li> <li>перекок двигателя</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Не спокойный ход сохраняется при прекращении вращения без напряжения требуется дополнительная балансировка</li> <li>Проверить потребление тока во всех проводах питания</li> <li>Проверить подшипники, при необходимости заменить их</li> <li>Проверить прочность болтовых соединений, если надо - затянуть</li> <li>Фундамент расшатался</li> <li>проверить фундамент</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>подшипники слишком сильно нагрелись</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>дефект подшипника</li> <li>нагрузка</li> <li>смазка</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>проверить подшипники</li> <li>проверить центровку и балансировку</li> </ul>

	(старая смазка, загрязнения)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• проверить, пополнение смазки/замена жира, заменить дефектные прокладки</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• масло течет</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• дефект прокладок</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• заменить прокладки</li> <li>• опорожнить емкость для сбора</li> </ul>

#### **4. Утилизация**

При утилизации руководствоваться местными предписаниями и правилами!

Двигатель большей частью изготовлен из стали, чугуна, меди и сплавов иных металлов, с графитно/металлическими-угольными щетками, из подлежащих утилизации пластиков, эластомеров и уплотнительных материалов.

Смазочные материалы собирать и утилизировать отдельно.

При этом соблюдать рекомендации производителей масла и жира.

Не допускать попадания жира на землю и его воздействия на окружающую среду!



**MENZEL Elektromotoren GmbH**

Neues Ufer 19-25  
10553 Berlin

Tel.: +49-30-349922-0  
Fax: +49-30-349922-66

[www.menzel-elektromotoren.com](http://www.menzel-elektromotoren.com)  
[info@menzel-elektromotoren.com](mailto:info@menzel-elektromotoren.com)