

# Техническое руководство для асинхронных электродвигателей и генераторов



Power and productivity  
for a better world™



# Инструкции по технике безопасности

## АМА, АМВ, АМГ, АМН, АМІ, АМК, АМZ, НХR, МЗВМ, NMI, NXR

---

### 1. Общее

Необходимо соблюдать общие правила техники безопасности, а также все отдельные договоренности по каждому конкретному случаю и меры предосторожности, представленные в данном документе.

### 2. Использование по назначению

Электрические машины включают в себя опасные токоведущие и вращающиеся детали, а также могут иметь нагревающиеся поверхности. Не допускается забираться на машину. Все операции, связанные с транспортировкой, хранением, монтажом, подключением, вводом в эксплуатацию и обслуживанием, должны осуществляться лицами, имеющими соответствующие полномочия и квалификацию (в соответствии с требованиями стандарта EN 50 110-1 / DIN VDE 0105 / IEC 60364). При неправильном обращении с оборудованием можно получить серьезную травму или нанести ущерб имуществу. Опасно!

Данное оборудование предназначено для промышленного и коммерческого использования в качестве комплектного оборудования, как определено в Директиве по машинам и оборудованию (MD) 98/37/EC. Запуск машины в эксплуатацию запрещен до тех пор, пока не будет установлено соответствие конечного продукта приведенным инструкциям (следует придерживаться особых местных правил техники безопасности и монтажа, например, EN 60204).

На данные машины распространяются гармонизированные серии стандартов EN 60034 / DIN VDE 0530. Их применение во взрывоопасной атмосфере запрещено, если их конструкция не рассчитана специально на такое использование (следуйте дополнительным указаниям).

Строго запрещается использовать уровень защиты  $\leq$  IP23 вне помещения. Модели с воздушным охлаждением разрабатываются для температуры воздуха от  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$  и показателя высоты над уровнем моря  $\leq 1000$  м. Температура воздуха для моделей с воздушным/водяным охлаждением не должна быть ниже  $+5^{\circ}\text{C}$  (по машинам с подшипниками скольжения см. техническую документацию производителя). В любом случае, следует ознакомиться с информацией на специальной табличке. Условия эксплуатации должны соответствовать всем показателям в табличке.

### 3. Транспортировка, хранение

При обнаружении дефекта оборудования после доставки незамедлительно обращайтесь в транспортную компанию. При необходимости остановить ввод машины в эксплуатацию. Рымы рассчитаны строго на вес машины, нагрузку не следует увеличивать. Обеспечить использование соответствующих рымов. При необходимости использовать подходящие, адекватно рассчитанные вспомогательные средства (напр., направляющие канаты). Перед вводом в эксплуатацию снять погрузочные скобы (опорные замки, демпферы вибраций). Сохранить их для дальнейшего использования.

Машина должна храниться в сухом помещении, в отсутствие пыли и вибрации в месте хранения (опасность повреждения подшипников). Перед вводом машины в эксплуатацию следует замерить сопротивление ее изоляции. Если значение изоляции будет составлять  $\leq 1$  кОм на один вольт номинального напряжения машины, изоляцию следует просушить. Эта операция должна выполняться в соответствии с инструкцией изготовителя. Долгосрочное хранение должно осуществляться согласно надлежащим правилам.

## 4. Монтаж

Обеспечить, чтобы опорная нагрузка машины была равномерной, посредством монтажа на прочной опорной стойке или на фланце, а также выполнить точную центровку. Не допускать появления резонанса оборудования с частотой вращения машины, а также удвоения частоты тока электрической сети из-за неправильной сборки. Провернуть ротор и прослушать машину на предмет возможного появления подозрительных звуков. Проверить направление вращения машины в неприсоединенном состоянии.

Следовать инструкциям изготовителей при установке или снятии муфт или других элементов привода, а также укрывать их контактной защитой. Для пробного пуска машины в неприсоединенном состоянии закрепить или снять шпонку на конце вала. Избегать излишней радиальной и осевой нагрузки на подшипники (см. инструкции изготовителя). Балансировка машины показана условными обозначениями: Н = половина шпонки и F = полная шпонка. В случае с половиной шпонки муфта должна быть сбалансирована с половиной шпонки. В случае с полной шпонкой муфта должна быть сбалансирована без шпонки. При наличии выступающей части, видимой части шпонки на конце вала применить механическую балансировку.

Выполнить все необходимые подсоединения системы вентиляции и охлаждения. В системе вентиляции не должно быть помех для потока воздуха, а отводимый воздух, также как и отводимый воздух от соседних установок, не должен попадать напрямую в систему вентиляции машины.

## 5. Подключение электропитания

Все операции должен осуществлять только обученный технический персонал, когда машина остановлена. Перед началом работ необходимо принять следующие меры:

- Отключить машину от питания!
- Защитить себя от произвольного включения машины!
- Проверить надежную изоляцию от подачи!
- Заземлить и коротко замкнуть!
- Изолировать или отделить соседствующие токонесущие части!
- Отключить от питания вспомогательные контуры (напр., антиконденсаторный подогрев)!

Избыточность предельных значений зоны А в EN 60034-1 / DIN VDE 0530-1 (напряжение  $\pm 5\%$ , частота  $\pm 2\%$ , форма волны и симметрия) ведет к повышению температуры и влияет на электромагнитную совместимость. Обратит внимание на значения в информационной табличке и соединительной схеме в распределительной коробке.

Подключение должно быть произведено с учетом сохранения постоянной безопасности. Использовать соответствующие кабельные муфты. Установить и поддерживать безопасное равнопотенциальное соединение.

Зазоры между неизолированными токонесущими частями, а также между ними и землей не должны быть ниже значений соответствующих стандартов и значений, указанных в технической документации производителя.

Присутствие посторонних предметов, грязи или влаги в распределительной коробке не допускается. Закрывать неиспользуемые входные кабельные отверстия и саму коробку от проникновения пыли и влаги. Заблокировать концевой выключатель при работе машины без муфты. Если машина оснащена дополнительным оборудованием, проверить надлежащее функционирование этого оборудования до ввода в эксплуатацию.

Правильная установка (напр., выделение сигнальных шин и линий напряжения, экранированных кабелей и т.д.) входит в ответственность монтажника оборудования.

## 6. Эксплуатация

Степень жесткости вибрации в "удовлетворительном" диапазоне ( $V_{\text{среднеквадратичная}} \leq 4,5$  мм/с) согласно стандарту ISO 3945 является допустимой при работе в подсоединенном режиме. (Генераторы с поршневыми двигателями согласно стандарту ISO 8528-9). В случае отклонения от нормальных условий работы, например при повышении температуры, появлении шумов, вибраций, отсоединить машину, если появились какие-либо подозрения в неисправности машины. Установить причину отклонений и, в случае необходимости, обратиться к изготовителю.

Не отключать защитные устройства даже во время пробного пуска. При скоплении большого количества грязи регулярно чистить охлаждающую систему. Время от времени открывайте закрытые сливные отверстия конденсата.

Смазать подшипники на подготовительном этапе перед вводом в эксплуатацию. Смазать заново антифрикционные подшипники во время хода машины. Следовать инструкциям, указанным в таблице смазки. Пользоваться соответствующим типом смазки. При эксплуатации подшипниковых машин, помнить о периодах замены масла и, если машина оснащена системой подачи масла, проверить исправность работы системы.

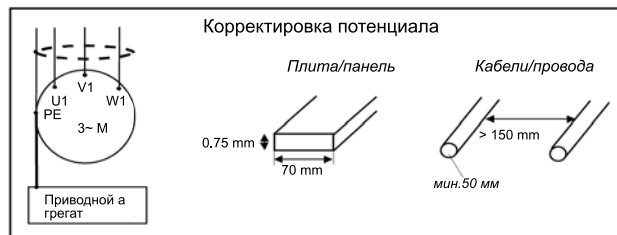
## 7. Ремонт и обслуживание

См. инструкции по эксплуатации машины, выпущенные производителем.  
Дополнительная информация в общем Техническом руководстве для пользователя оборудования. Сохранить данные правила техники безопасности!

## 8. Преобразователь частоты

В преобразователе частоты внешнее заземление корпуса двигателя должно использоваться для коррекции потенциала между корпусом двигателя и приводной машиной, за исключением тех случаев, когда две машины установлены на одном металлическом основании. Если размер корпуса двигателя превышает IEC 280, использовать плоский проводник 0,75 x 70 мм или, как минимум, два круглых проводника 50 ммI. Расстояние между круглыми проводниками должно составлять не менее 150 мм.

Этот порядок не несет функции электрической безопасности; он необходим для выравнивания потенциалов. Если мотор и коробка передач установлены на общем стальном фундаменте, корректировка потенциалов не требуется.



Требования по электромагнитной совместимости будут выполнены, если использовать кабели, соединительные детали и электропроводку, предназначенные для данной цели. (См. инструкцию по преобразователям частоты.)

## Дополнительные правила техники безопасности для синхронных машин с постоянным магнитом

### Подключение питания и управление

При вращении вала двигателя машина с постоянным магнитом индуцирует напряжение к концевым муфтам. Индуцированное напряжение пропорционально скорости вращения и может представлять опасность даже на низкой скорости. Перед тем, как открыть распределительную коробку и/или при работе с незащищенными концевыми муфтами необходимо предупредить любое вращение вала

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:** Концевые муфты машины с подводом преобразователя частоты могут находиться под напряжением даже при остановке машины.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:** При работе с системой подачи помнить об обратной мощности.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:** Не превышать максимально допустимой скорости машины. См. специальное техническое руководство.

### Ремонт и обслуживание

Синхронные машины с постоянным магнитом должны обслуживаться только в сервисных центрах, квалифицированных и авторизованных компанией ABB. Дополнительную информацию об обслуживании синхронных машин с постоянным магнитом можно получить в компании ABB.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:** Только квалифицированный персонал, ознакомленный с необходимыми требованиями по технике безопасности, может быть допущен к ремонту и обслуживанию синхронных машин с постоянным магнитом.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:** Запрещается снимать ротор синхронной машины с постоянным магнитом без специальных инструментов, специально разработанных для этой процедуры.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:** Магнитное поле рассеяния, образовавшееся из-за открытой или разобранный синхронной машины с постоянным магнитом или из-за отделенного ротора такой машины, может нарушить функционирование или повредить такие электрические или электромагнитные приборы и компоненты, как стимулятор сердца, кредитные карты и тому подобное.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:** Необходимо предотвратить попадание посторонних металлических деталей и мусора в контакт с ротором, а также в синхронную машину с постоянным магнитом.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:** Перед тем, как закрыть синхронную машину с постоянным магнитом, все детали, которые не имеют отношения к машине и мусор необходимо удалить из нее.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** При вращении отделенного ротора синхронной машины с постоянным магнитом помнить о магнитных полях рассеяния и возможном индуцированном напряжении, которые могут привести к повреждению другого оборудования, например, балансировочных или токарных станков.



### **Дополнительные правила техники безопасности для электрической машины, работающей во взрывоопасных условиях атмосфера**

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Для обеспечения надежности и корректности монтажа, эксплуатации и технического обслуживания двигателя следует придерживаться данных инструкций. С инструкциями должны быть ознакомлены все, кто занят установкой, эксплуатацией и техническим обслуживанием данного оборудования. Невыполнение инструкций может привести к аннулированию гарантии.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:** Машины для эксплуатации во взрывоопасной атмосфере разработаны с учетом официальных правил, касающихся взрывоопасных условий. Если машина неправильно используется, плохо подключена или ее конструкция подверглась изменению, даже весьма незначительному, ее надежность может вызывать сомнения.

Следует принимать во внимание стандарты, относящиеся к подсоединениям и эксплуатации электрических устройств во взрывоопасной атмосфере, особенно национальные стандарты по монтажу (см. стандарты: EN 60079-14, EN 60079-17, ГОСТ-R 52350.14, ГОСТ-R 52350.17, GB3836.15, IEC 60079-14, IEC 60079-17). Все виды простого и капитального ремонта должны выполняться в соответствии со стандартами IEC 60079-19, EN 60079-19, ГОСТ-R 52350.19 и GB 3836.13. Только прошедший соответствующую подготовку и хорошо знающий данные стандарты персонал имеет право работать с таким оборудованием.

## Декларация о соответствии

Все взрывобезопасные машины ABB, предназначенные для работы во взрывоопасной атмосфере, соответствуют Директиве ATEX 94/9/ЕС и имеют маркировку CE на паспортной табличке.

## Юридическая сила

Данные инструкции имеют юридическую силу для следующих типов электродвигателей компании ABB Oy, используемых во взрывоопасных условиях.

### Искробезопасное исполнение типа Ex nA, Класс I Раздел 2, Класс I Зона 2

- Асинхронные машины АМА, размерность от 315 до 500
- Асинхронные машины АМІ, размерность от 400 до 630
- Асинхронные машины НХR, размерность от 315 до 560
- Синхронные машины АМZ, размерность от 710 до 2500

### Исполнение с повышенной защитой типа EEx e

- Асинхронные машины АМА, размерность от 315 до 500
- Асинхронные машины АМІ, размерность от 400 до 630
- Асинхронные машины НХR, размерность от 315 до 560

### Исполнение для условий повышенного давления типа Ex pxe, Ex pze, Ex px, Ex pz

- Асинхронные машины АМА, размерность от 315 до 500
- Асинхронные машины АМІ, размерность от 400 до 630
- Асинхронные машины НХR, размерность от 315 до 560
- Синхронные машины АМZ, размерность от 710 до 2500

### Исполнение с защитой от возгорания пыли (DIP), Ex tD, Класс II Раздел 2, Класс II Зона 22, Класс III

- Асинхронные машины АМА, размерность от 315 до 500
- Асинхронные машины АМІ, размерность от 400 до 630
- Асинхронные машины НХR, размерность от 315 до 560
- Асинхронные машины М3GM, размерность от 315 до 450

(Для некоторых типов машин, используемых в особых установках или особой конструкции, можно затребовать дополнительную информацию).

## Соответствие стандартам

Наряду с выполнением требований стандартов, относящихся к механическим и электрическим характеристикам, двигатели, предназначенные для взрывоопасных зон, должны также соответствовать следующим международным и национальным стандартам

- Стандарты, касающиеся общих требований для взрывоопасной атмосферы:
  - EN 60079-0
  - IEC 60079-0
  - GB 3836.1
  - ГОСТ-R IEC 60079-0
- Стандарты по защите типа Ex p:
  - EN 60079-2
  - IEC 60079-2
  - GB 3836.5
  - ГОСТ-R IEC 60079-2
- Стандарты по защите типа Ex e:
  - EN 60079-7
  - IEC 60079-7
  - GB 3836.3
  - ГОСТ-R 52350.7
- Стандарты по защите типа Ex nA:
  - EN 60079-15
  - IEC 60079-15
  - GB 3836.8
  - ГОСТ-R IEC 60079-15
- Стандарты по защите от возгораемой пыли:
  - EN 61241-1; EN 60079-31
  - IEC 61241-1; IEC 60079-31
  - GB 12476,1
  - ГОСТ-R IEC 61241-0; ГОСТ-R IEC 61241-1-1; ГОСТ-R IEC 60079-31
- Национальный электрический кодекс (NEC):
  - NFPA 70
- Канадский электрический кодекс, Часть I (Код CE):
  - C 22-1-98

Низковольтные машины производства АВВ (действительно только для группы II) можно устанавливать в зонах, соответствующих следующей маркировке.

Зона (IEC)	Категория (EN)	Маркировка
1	2	Ex px, Ex pxe, Ex e
2	3	Ex nA, Ex N, Ex pz, Ex pze



Условия (EN);

G - взрывоопасные условия из-за газов

D - взрывоопасные условия из-за пыли

## Входной контроль

- Незамедлительно после проверки машины на наличие внешних повреждений и при обнаружении таковых оповестить экспедитора.
- Проверить все данные, указанные в табличке, особенно напряжение, схему соединений трансформатора (звезда или треугольник), категорию, тип защиты и температурные показатели.

## Обратить внимание на следующие правила в ходе всех операций!

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:** Отключить и заблокировать оборудование до начала работы на машине или приводном оборудовании. Убедиться, что условия работы не являются взрывоопасными.

### Запуск и повторный пуск

- Максимальное число последовательных пусков указано в технических документах машины.
- Новая очередность запусков разрешается после того, как машина была охлаждена до температуры окружающего воздуха (-> холодные запуски) или до операционной температуры (-> теплые запуски).

### Заземление и равенность потенциалов

- Перед пуском машины проверьте, что все цепи заземления и кабели выравнивания потенциалов надежно подключены.
- Не отключать заземлительные или равнопотенциальные кабели, которые были подключены производителем.

### Проверить зазоры, длину пути тока утечки и разделения

- Не производить съема или регулировки в распределительных коробках, что может сократить длину зазора или длину пути тока утечки между какими-либо деталями.
- Не устанавливать какое-либо новое оборудование в распределительных коробках без разрешения компании ABB Oy.
- Убедиться в расчете воздушного зазора между ротором и статором после любых технических операций на роторе или подшипниках. Воздушный зазор между статором и ротором должен оставаться неизменным в любой точке.
- Отцентрируйте вентилятор в корпусе или воздуховоде после проведения любого технического обслуживания. Зазор должен составлять как минимум 1% от максимального диаметра вентилятора и соответствовать стандартам.

### **Соединения в распределительных коробках**

- Все электрические соединения в основных распределительных коробках должны быть произведены соединителями со знаком Ex, которые поставляются изготовителем вместе с машиной. В особых случаях следует обратиться за технической консультацией в ABB Oy.
- Все соединения дополнительных распределительных коробках, помеченные как взрывобезопасные электрические цепи (Ex i), должны быть подсоединены к надлежащим защитным устройствам.
- Ограниченные по мощности электрические цепи (Ex nL) и взрывобезопасные цепи (Ex i) должны быть отделены от других электрических цепей при помощи разделительной пластины или расстоянием, равным 50 мм, минимальное расстояние длины пути тока утечки. Подробную информацию см. в схеме электрических соединений и чертежах распределительных коробок.

### **Нагреватели**

- Если нагреватель для защиты от конденсации без автоматического регулятора включается сразу же после отключения двигателя, примите необходимые меры для регулирования температуры внутри корпуса двигателя. Нагреватели для защиты от конденсации могут работать только в условиях регулируемой температуры.

### **Предпусковая вентиляция**

- Машины Ex nA и Ex e могут, а в некоторых случаях должны быть оборудованы средствами предпусковой вентиляции.
- Перед пуском проверить необходимость продувки корпуса машины, чтобы убедиться в отсутствии воспламеняемых газов в корпусе машины. Основываясь на оценке риска, заказчик и/или местные власти должны принять решение, следует ли заказчику применять предпусковую вентиляцию, или нет.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** В случае каких-либо противоречий между этими правилами техники безопасности и руководством по эксплуатации, правила техники безопасности являются приоритетными.

## Раздел 1 - Введение

1.1	Общая информация .....	1
1.2	Важно .....	1
1.3	Ограничение ответственности .....	2
1.4	Документация .....	2
1.4.1	Документация на машину .....	2
1.4.2	Информация, не вошедшая в технические документы .....	3
1.4.3	Единицы измерений, используемые в данном руководстве ....	3
1.5	Идентификация машины .....	3
1.5.1	Серийный номер машины .....	3
1.5.2	Информационная табличка .....	3

## Раздел 2 - Транспортировка и распаковка

2.1	Меры защиты машины перед транспортировкой .....	6
2.1.1	Общее .....	6
2.1.2	Информационная табличка .....	6
2.2	Подъем машины .....	8
2.2.1	Подъем машины в упаковке для транспортировки по морю ....	9
2.2.2	Подъем машины на поддоне .....	10
2.2.3	Подъем нераспакованной машины .....	11
2.3	Поворот вертикально установленной машины .....	12
2.4	Проверка после доставки и распаковки .....	13
2.4.1	Проверка после доставки .....	13
2.4.2	Проверка после распаковки .....	13
2.5	Инструкции по установке основной распределительной коробки и охладителей 13	
2.5.1	Установка основной распределительной коробки .....	14
2.5.2	Установка охладителей .....	14
2.6	Хранение .....	15
2.6.1	Краткосрочное хранение (менее 2 месяцев) .....	15
2.6.2	Долгосрочное хранение (более 2 месяцев) .....	15
2.6.3	Роликовые подшипники .....	16
2.6.4	Подшипники скольжения .....	18
2.6.5	Отверстия .....	19
2.7	Проверки, регистрация .....	19

## Раздел 3 - Установка и выравнивание

3.1	Общая информация .....	20
3.2	Разработка фундамента .....	20
3.2.1	Общая информация .....	20
3.2.2	Усилие, направленное на фундамент .....	21
3.2.3	Фланцы вертикально установленных машин .....	21
3.3	Подготовка машины к установке .....	21
3.3.1	Измерение сопротивления изоляции .....	22
3.3.2	Разборка блокировочного устройства для транспортировки ..	22
3.3.3	Тип муфты .....	22
3.3.4	Сборка полумуфты .....	23
3.3.4.1	Балансировка муфты .....	23
3.3.4.2	Сборка .....	23

3.3.5	Ременный привод .....	23
3.3.6	Сливные пробки .....	23
3.4	Установка на бетонном фундаменте .....	24
3.4.1	Состав поставки .....	24
3.4.2	Общая подготовка .....	24
3.4.3	Подготовка фундамента .....	25
3.4.3.1	Подготовка фундамента и цементационной скважины .....	25
3.4.3.2	Подготовка фундаментных штифтов или закладных плит .....	25
3.4.4	Установка машины .....	27
3.4.5	Наладка .....	27
3.4.6	Заливка раствора .....	27
3.4.7	Окончательный монтаж и проверка .....	27
3.4.7.1	Скрепление шпонками на лапе машины .....	28
3.4.7.2	Защитные покрытия и кожухи .....	28
3.5	Установка на стальном фундаменте .....	28
3.5.1	Состав поставки .....	28
3.5.2	Проверка фундамента .....	28
3.5.3	Установка машины .....	28
3.5.4	Выравнивание .....	29
3.5.5	Окончательная установка и проверка .....	29
3.5.5.1	Скрепление шпонками на лапе машины .....	29
3.5.5.2	Защитные покрытия и кожухи .....	29
3.5.6	Установка на крепежном фланце на стальном фундаменте .....	29
3.6	Выравнивание .....	30
3.6.1	Общая информация .....	30
3.6.2	Грубая нивелировка .....	30
3.6.3	Грубое выравнивание .....	31
3.6.4	Корректировка теплового расширения .....	33
3.6.4.1	Общая информация .....	33
3.6.4.2	Тепловой рост вверх .....	33
3.6.4.3	Тепловой осевой рост .....	33
3.6.5	Окончательное выравнивание .....	34
3.6.5.1	Общая информация .....	34
3.6.5.2	Выезд полумуфт .....	34
3.6.5.3	Параллельное, угловое и осевое выравнивание .....	35
3.6.5.4	Наладка .....	35
3.6.5.5	Допустимое смещение .....	36
3.7	Уход после монтажа .....	37

## Раздел 4 - Механические и электрические соединения

4.1	Общее .....	39
4.2	Механические соединения .....	39
4.2.1	Подключение охлаждающего воздуха .....	39
4.2.2	Подключение охлаждающей воды .....	39
4.2.2.1	Воздушно-водяной охладитель .....	39
4.2.2.2	Водоохлаждаемый корпус .....	40
4.2.3	Подача масла в подшипники скольжения .....	40
4.2.4	Подключение продувочных труб .....	41

4.2.5	Установка датчиков вибраций .....	41
4.2.6	Условия для продувки воздухом .....	42
4.2.7	Подвод масляного тумана к роликовому подшипнику .....	44
4.3	Электрические соединения .....	45
4.3.1	Общая информация .....	45
4.3.2	Безопасность .....	45
4.3.3	Измерение сопротивления изоляции .....	46
4.3.4	Варианты главной распределительной коробки .....	46
4.3.4.1	Поставка без главной распределительной коробки .....	46
4.3.5	Изоляционные расстояния подсоединений основного питания .....	46
4.3.6	Кабели основного питания .....	47
4.3.7	Вторичные кабели для машин с фазным ротором .....	48
4.3.8	Вспомогательная распределительная коробка .....	48
4.3.8.1	Подключение дополнительного оборудования ..	49
4.3.8.2	Подключение внешнего вентиляторного электропривода 49	
4.3.9	Заземление .....	49
4.3.10	Требования к машинам с питанием от преобразователя частоты .....	49
4.3.10.1	Основной кабель .....	50
4.3.10.2	Заземление основного кабеля .....	50
4.3.10.3	Дополнительные кабели .....	50

## Раздел 5 - Ввод в эксплуатацию и запуск

5.1	Общее .....	51
5.2	Проверка механического монтажа .....	51
5.3	Измерение сопротивления изоляции .....	51
5.4	Проверка монтажа электрооборудования .....	52
5.5	Контрольное и защитное оборудование .....	52
5.5.1	Общая информация .....	52
5.5.2	Температура обмотки статора .....	53
5.5.2.1	Общее .....	53
5.5.2.2	Термометры сопротивления .....	53
5.5.2.3	Терморезисторы .....	53
5.5.3	Терморегулирование подшипников .....	53
5.5.3.1	Общее .....	53
5.5.3.2	Термометры сопротивления .....	53
5.5.3.3	Терморезисторы .....	54
5.5.4	Защитное оборудование .....	54
5.6	Первый испытательный пуск .....	54
5.6.1	Общее .....	54
5.6.2	Меры предосторожности перед первым испытательным пуском .....	54
5.6.3	Запуск .....	55
5.6.3.1	Направление вращения .....	55
5.6.3.2	Запуск машин с контактными кольцами .....	56
5.6.3.3	Пуск машин с защитой типа Ex p .....	56
5.7	Первый ход машины .....	56

5.7.1	Контроль за первым ходом машины .....	57
5.7.2	Проверки работы машины.....	57
5.7.3	Подшипники.....	57
5.7.3.1	Машины с роликовыми подшипниками.....	57
5.7.3.2	Машины с подшипниками скольжения.....	58
5.7.4	Вибрации .....	59
5.7.5	Уровни температуры.....	59
5.7.6	Теплообменники.....	59
5.7.7	Контактные кольца.....	60
5.8	Отключение .....	60

## Раздел 6 - Эксплуатация

6.1	Общее .....	61
6.2	Нормальные условия работы.....	61
6.3	Количество пусков.....	62
6.4	Контроль .....	62
6.4.1	Подшипники.....	62
6.4.2	Вибрации .....	63
6.4.3	Температуры .....	63
6.4.4	Теплообменник.....	63
6.4.5	Токоъемник .....	63
6.5	Обслуживание .....	63
6.6	Отключение .....	63

## Раздел 7 - Техническое обслуживание

7.1	Профилактическое обслуживание .....	64
7.2	Меры техники безопасности.....	65
7.3	Программа техобслуживания.....	66
7.3.1	Рекомендуемая программа техобслуживания .....	68
7.3.1.1	Основная конструкция.....	68
7.3.1.2	Подключение основного питания .....	69
7.3.1.3	Статор и ротор .....	70
7.3.1.4	Вспомогательные элементы.....	70
7.3.1.5	Токоъемник.....	71
7.3.1.6	Система смазки и подшипники .....	72
7.3.1.7	Охлаждающая система .....	73
7.4	Обслуживание основных конструкций.....	74
7.4.1	Упругость креплений.....	74
7.4.2	Вибрация и шум .....	75
7.4.3	Вибрация корпусов подшипников .....	75
7.4.3.1	Процедура измерений и рабочие условия .....	75
7.4.3.2	Классификация в соответствии с гибкостью опоры .....	76
7.4.3.3	Оценка .....	77
7.4.4	Вибрация вала .....	78
7.5	Техобслуживание подшипников и систем смазки .....	78
7.5.1	Подшипники скольжения .....	78
7.5.1.1	Уровень масла .....	78
7.5.1.2	Температура подшипника .....	79

7.5.2	Смазка подшипников скольжения .....	79
7.5.2.1	Температура масла для смазки .....	79
7.5.2.2	Контроль за смазочным веществом .....	79
7.5.2.3	Рекомендуемые контрольные значения для масла .....	79
7.5.2.4	Качество масла .....	80
7.5.2.5	График замены минеральных масел .....	81
7.5.3	Роликовые подшипники .....	82
7.5.3.1	Конструкция подшипника .....	82
7.5.3.2	Информационная табличка .....	82
7.5.3.3	Регулярность смазки .....	82
7.5.3.4	Повторная смазка .....	83
7.5.3.5	Смазка для подшипников .....	84
7.5.3.6	Техническое обслуживание подшипников .....	85
7.5.4	Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции подшипников .....	86
7.5.4.1	Порядок выполнения .....	86
7.5.4.2	Отсутствие грязи на изоляции подшипников .....	88
7.6	Техническое обслуживание обмоток статора и ротора .....	89
7.6.1	Принципы техники безопасности при техобслуживании обмоток .....	89
7.6.2	Время проведения техобслуживания .....	90
7.6.3	Корректная рабочая температура .....	90
7.6.4	Тест на сопротивление изоляции .....	91
7.6.4.1	Пересчет значений измеренного сопротивления изоляции .....	91
7.6.4.2	Общие положения .....	92
7.6.4.3	Минимальные значения сопротивления изоляции .....	93
7.6.4.4	Измерение сопротивления изоляции обмотки статора .....	93
7.6.4.5	Измерение сопротивления изоляции обмотки ротора .....	95
7.6.5	Измерение сопротивления изоляции для комплектующих ....	95
7.6.6	Индекс поляризации .....	96
7.6.7	Прочие операции техобслуживания .....	96
7.7	Техобслуживание контактных колец и щеточного механизма .....	96
7.7.1	Уход за контактными кольцами .....	97
7.7.1.1	Период простоя .....	97
7.7.1.2	Износ .....	97
7.7.2	Уход за щеточным механизмом .....	97
7.7.2.1	Давление щетки .....	97
7.8	Техобслуживание охлаждающих устройств .....	98
7.8.1	Инструкции по обслуживанию машин с охлаждающим вентилятором .....	98
7.8.1.1	Чистка фильтров .....	99
7.8.2	Техобслуживание воздушно-водяных теплообменников .....	99
7.8.3	Техобслуживание воздушных теплообменников .....	99

7.8.3.1	Циркуляция воздуха .....	99
7.8.3.2	Чистка .....	100
7.8.4	Техобслуживание внешних вентиляторных двигателей.....	101
7.9	Ремонт, демонтаж и сборка.....	101

## Раздел 8 - Диагностика неисправностей

8.1	Диагностика неисправностей .....	102
8.1.1	Механические неисправности.....	102
8.1.2	Система смазки и подшипники .....	103
8.1.2.1	Система смазки и роликовые подшипники.....	103
8.1.2.2	Система смазки и подшипники скольжения .....	104
8.1.3	Температурные изменения .....	106
8.1.3.1	Температурные изменения, система охлаждения открытым воздухом .....	106
8.1.3.2	Температурные изменения, воздушно-воздушная система охлаждения .....	107
8.1.3.3	Температурные изменения, воздушно-водяная система охлаждения.....	108
8.1.3.4	Температурные изменения, реберное охлаждение .....	109
8.2	Утечка масла в подшипниках скольжения.....	110
8.2.1	Масло .....	110
8.2.2	Подшипники скольжения .....	111
8.2.3	Проверка подшипника .....	111
8.2.4	Маслоконтейнер и трубы.....	112
8.2.5	Проверка маслоконтейнера и труб.....	112
8.2.6	Использование .....	112
8.2.7	Проверка в работе .....	114
8.3	Электрические рабочие характеристики, системы управления и защиты .....	117
8.3.1	Защитные меры .....	117
8.3.2	Термодетекторы сопротивления Pt-100.....	117
8.4	Контактные кольца и щетки.....	119
8.4.1	Износ щетки.....	119
8.4.2	Искрообразование в щетках .....	119
8.5	Температурные функции и охлаждающая система .....	120

## Раздел 9 - Обслуживание электродвигателей и генераторов

9.1	Отдел послепродажного обслуживания .....	121
9.1.1	Предлагаемые услуги .....	121
9.1.2	Поддержка и гарантии .....	122
9.1.3	Контактная информация отдела обслуживания электродвигателей и генераторов .....	122
9.2	Запасные части для вращающихся электрических машин.....	122
9.2.1	Основные сведения по запасным частям .....	122
9.2.2	Регулярная замена деталей .....	123
9.2.3	Необходимость запасных частей .....	123
9.2.4	Выбор подходящего набора запчастей.....	124
9.2.5	Рекомендуемые запчасти в различных наборах.....	124
9.2.5.1	Эксплуатационный набор запасных частей .....	124



9.2.5.2	Рекомендуемый набор запасных частей.....	125
9.2.5.3	Капитальные запасные части.....	125
9.2.5.4	Эксплуатационный набор запасных частей .....	126
9.2.5.5	Рекомендуемый набор запасных частей.....	127
9.2.5.6	Капитальные запасные части.....	127
9.2.5.7	Эксплуатационный набор запасных частей .....	128
9.2.5.8	Рекомендуемый набор запасных частей.....	129
9.2.5.9	Капитальные запасные части.....	129
9.2.6	Необходимая информация для заказа .....	129

## Раздел 10 - Утилизация

10.1	Введение.....	130
10.2	Общий состав материала.....	130
10.3	Утилизация упаковочного материала.....	131
10.4	Демонтаж машины .....	131
10.5	Разделение деталей.....	131
10.5.1	Корпус, гнездо подшипника, защитные колпаки и вентилятор .....	131
10.5.2	Компоненты с электроизоляцией .....	131
10.5.3	Постоянные магниты .....	132
10.5.4	Опасные отходы .....	132
10.5.5	Вывоз отходов.....	132
	ОТЧЕТ О ВВОДЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ .....	133
	Расположение информационных табличек .....	146
	Типовое подключение магистрального силового кабеля.....	148

## Раздел 1 Введение

---

### 1.1 Общая информация

Данное руководство по эксплуатации содержит информацию о транспортировке, хранении, установке, вводе в эксплуатацию, эксплуатации и техническому обслуживанию ротационных электрических машин производства компании ABB.

Данное руководство предоставляет информацию по всем аспектам эксплуатации, обслуживания и контроля машины. Внимательное изучение содержания данного руководства и сопутствующей документации прочего оборудования до начала любых действий необходимо для обеспечения надежного функционирования и долгого срока эксплуатации машины.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Данное техническое руководство может не включать информацию по отдельным специфическим для заказчика вопросам. За дополнительной информацией следует обращаться к проектной документации.

Меры, описанные в данном руководстве, могут осуществляться только квалифицированным персоналом, имеющим опыт работы с подобной техникой и уполномоченным для этого Заказчиком.

Перепечатка или копирование данного документа или его части запрещена без письменного разрешения компании ABB, содержание не должно разглашаться третьей стороне или быть использовано в несанкционированных целях.

Компания ABB постоянно борется за улучшение качества информации, предоставляемой в техническом руководстве для пользователя, и будет рада принять любые конструктивные предложения. Контактная информация в разделе: *главе 9.1.3 Контактная информация отдела обслуживания электродвигателей и генераторов.*

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Для обеспечения безопасной и правильной установки, эксплуатации и технического обслуживания машины необходимо следовать инструкциям данного руководства. С инструкциями должны быть ознакомлены все, кто занят установкой, эксплуатацией и техническим обслуживанием данного оборудования. Несоблюдение инструкций лишает гарантийные обязательства законной силы.

### 1.2 Важно

Информация данного руководства может быть в некоторых пунктах общей и распространяться на разные машины производства компании ABB.

При разночтениях между текстом данного руководства и конкретным поставленным оборудованием, пользователь должен принимать инженерно обоснованное решение. В спорных ситуациях следует связаться с компанией ABB.

Меры предосторожности, приведенные в разделе *Инструкции по технике безопасности* должны неукоснительно соблюдаться.

Безопасность зависит от открытости, ответственности и осторожности всех, кто пользуется и обслуживает данное оборудование. Не забывая о важности контроля за

всеми процедурами по обеспечению надежности, находясь около машины, следует соблюдать предельную осторожность и бдительность.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Во избежании аварийных ситуаций, меры безопасности и устройства, требуемые для установки, должны соответствовать инструкциям и оговоренным правилам в целях обеспечения безопасности на рабочем месте. Это касается основных правил безопасности для каждой конкретной страны, особых соглашений для каждого рабочего места, правил техники безопасности, указанных в данном руководстве, и отдельных инструкций по безопасности, прилагаемых к поставке.

## 1.3 Ограничение ответственности

Корпорация АВВ ни при каких обстоятельствах не несет ответственности за прямые, не прямые, особые, случайные или косвенные неполадки любого свойства и вида, возникшие ввиду использования данного руководства. Компания АВВ также не несет ответственности за случайные или косвенные неполадки, связанные с использованием любых программ и компьютерных систем, описанных в данном руководстве.

Гарантийные обязательства покрывают производственный брак и дефект материалов. Гарантия не распространяется на повреждение оборудования, персонала или третьей стороны, вызванное неправильным хранением, неправильным монтажом или эксплуатацией машины. Условия гарантийных обязательств более подробно определены в соответствии с условиями Orgalime S2000.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Штатные гарантийные обязательства не имеют силы, если условия эксплуатации машины были изменены или имели место конструкционные изменения машины или ремонт машины был произведен без предварительного письменного согласия завода АВВ, который поставил машину.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Местное отделение компании АВВ по продажам может распространять иные детальные условия гарантийных обязательств, которые специфицированы в условиях продажи или гарантийных условиях.

Контактная информация указана на последней странице данного технического руководства. При обсуждении вопросов, касающихся машины, необходимо указывать серийный номер машины.

## 1.4 Документация

### 1.4.1 Документация на машину

Прежде чем приступать к каким-либо действиям, рекомендуется внимательно ознакомиться с технической документацией на машину. Данное руководство и правила техники безопасности поставляются вместе с каждой машиной, упакованы в пластиковую обложку и прикреплены к корпусу машины.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Техническая документация поставляется Заказчику. Чтобы получить дополнительные копии этих документов, следует связаться с местным отделением компании АВВ, или связаться с отделом послепродажного

обслуживания, см.: главе 9.1.3 Контактная информация отдела обслуживания электродвигателей и генераторов.

В дополнение к данному техническому руководству каждая машина снабжена размерным чертежом, схемой электрического подключения и списком данных, включающим следующую информацию:

- Установочные и контурные размеры машины
- Вес машины и ее нагрузка на фундамент
- Расположение в машине рывов
- Наличие дополнительного оборудования и его расположение
- Требования к маслам для подшипников и смазочным материалам
- Основные и дополнительные подключения.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Данное техническое руководство может не включать информацию по отдельным специфическим для заказчика вопросам. За дополнительной информацией следует обращаться к проектной документации. В случае противоречия между этим руководством и дополнительной документацией, прилагаемой к машине, дополнительная документация является приоритетной.

## 1.4.2 Информация, не вошедшая в технические документы

Данное техническое руководство не включает в себя информацию об оборудовании контроля за пуском, защитой и скоростью. Такая информация включена в инструкции к соответствующему оборудованию.

## 1.4.3 Единицы измерений, используемые в данном руководстве

Единицы измерений, используемые в данном техническом руководстве, основываются на международной метрической системе единиц (SI) и системе, принятой в США.

## 1.5 Идентификация машины

### 1.5.1 Серийный номер машины

Каждая машина имеет свой идентификационный семизначный серийный номер. Он отпечатан на информационной табличке, прикрепленной к машине, а также на корпусе машины.

Серийный номер требуется для дальнейших ссылок, связанных с обслуживанием машины, так как это единственный точный способ идентификации конкретной машины.

### 1.5.2 Информационная табличка

Информационная табличка из нержавеющей стали надежно прикреплена к корпусу машины и должна оставаться на предназначенном для нее месте. Место расположения информационной таблички см. в приложении: *Приложение Расположение информационных табличек*.

На информационной табличке указана производственная, идентификационная информация, а также электрические и механические данные, см. Приложение Информационная табличка для машин прямого подключения, выпущенных в соответствии с требованиями IEC (машины для взрывоопасных зон, соответствующие Директиве ATEX).

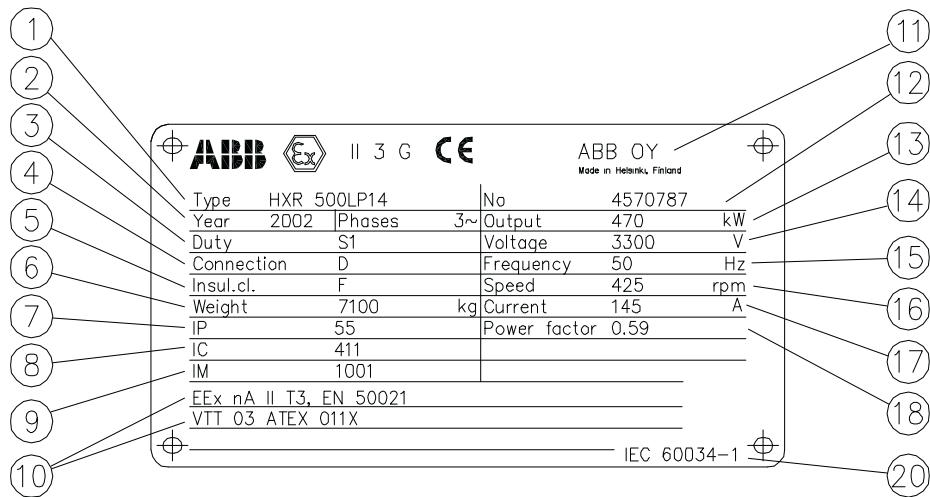


Рисунок 1-1 Информационная табличка для машин прямого подключения, выпущенных в соответствии с требованиями IEC (машины для взрывоопасных зон, соответствующие Директиве ATEX)

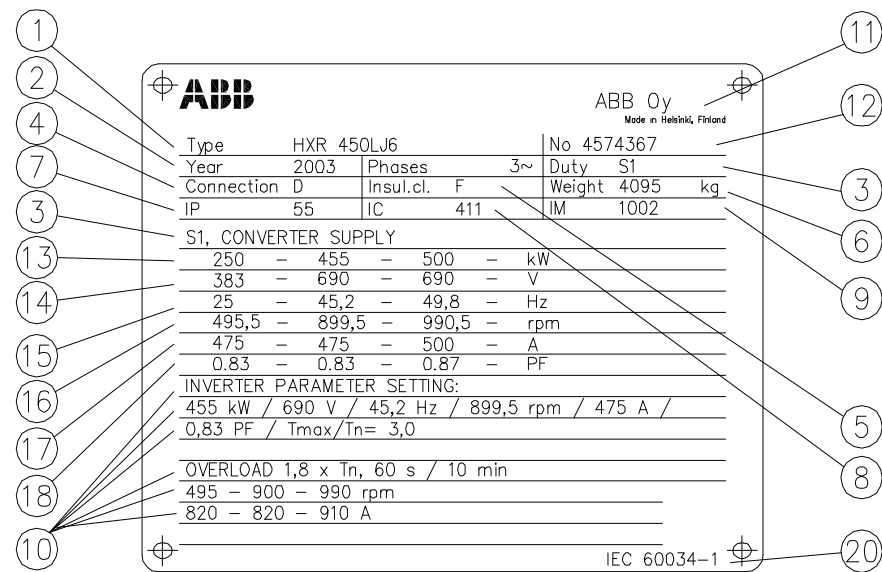
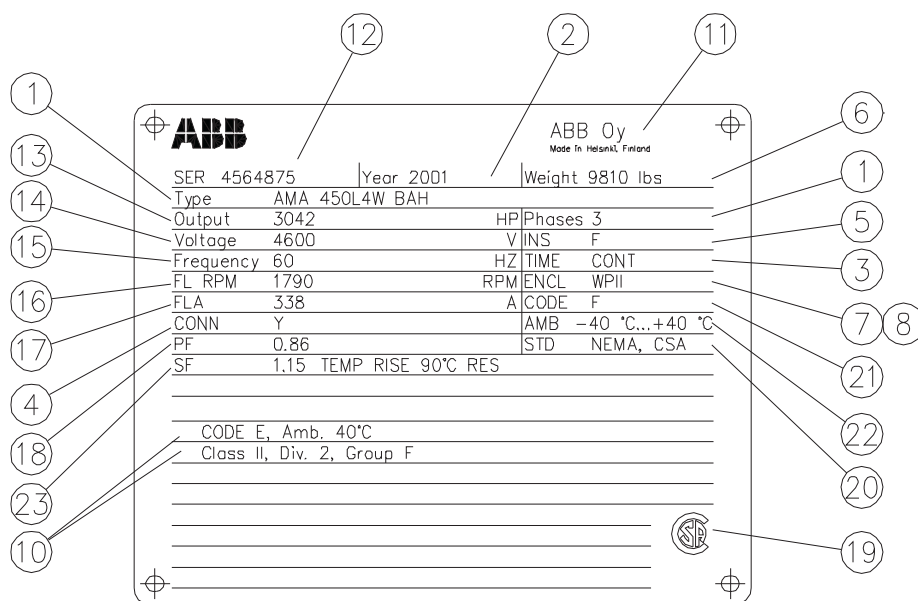


Рисунок 1-2 Информационная табличка для преобразователей частоты, выпущенных в соответствии с требованиями IEC



**Рисунок 1-3 Информационная табличка для машин прямого подключения, выпущенных в соответствии с требованиями NEMA**

1. Обозначение типа
2. Год выпуска
3. Режим
4. Тип подключения
5. Класс изоляции
6. Вес машины [кг] или [фунтов]
7. Степень защиты [IP class]
8. Способ охлаждения [IC code]
9. Монтажный код [IM code] (IEC)
10. Дополнительная информация
11. Производитель
12. Серийный номер
13. Мощность [кВт] или [л.с.]
14. Напряжение статора [В]
15. Частота [Гц]
16. Скорость вращения [об./мин.]
17. Ток статора [А]
18. Коэффициент мощности [cosφ]
19. Маркировка CSA
20. Стандарт
21. Обозначение для замкнутого ротора кВА/ л.с. (NEMA)
22. Температура воздуха [°C] (NEMA)
23. Сервисный фактор (NEMA)

## Раздел 2 Транспортировка и распаковка

---

### 2.1 Меры защиты машины перед транспортировкой

#### 2.1.1 Общее

Следующие меры защиты предпринимаются перед отправкой машины с завода. Соответствующие меры должны быть приняты в случае перемещения машины:

- В некоторых машинах, а также во всех, оснащенных подшипниками скольжения или роликовыми подшипниками, установлены транспортировочные стопоры

**\*\*\*Следующий маркер для типа подшипника: роликовый подшипник**

- Роликовые и шарикоподшипники смазаны средством, указанным в информационной табличке, которая укреплена на корпусе машины, см.: *главе 2.1.2 Информационная табличка*

**\*\*\*Следующий маркер для типа подшипника: подшипник скольжения**

- Подшипники скольжения затоплены в масле и высушены. Все масляные входы и выходы, а также масляные трубы заткнуты. Это обеспечивает защиту от коррозии

**\*\*\*Следующий маркер для типа охлаждения: воздушно-водяной**

- Воздушно-водяные охладители высушены, а входы и выходы охладителей заткнуты
- Металлические поверхности, в частности, удлинитель вала, защищены от коррозии антикоррозийным покрытием
- Для надежной защиты машины от воды, соляного тумана, влаги, ржавчины и повреждений от вибраций во время погрузки, транспортировки по морю и разгрузки машины, машину упаковывают в пригодную для транспортировки по морю тару.

#### 2.1.2 Информационная табличка

Информационная табличка из нержавеющей стали с данными о подшипниках надежно прикреплена к корпусу машины. Расположение информационной таблички см. в приложении: *Приложение Расположение информационных табличек*.

На информационной табличке указаны типы подшипников и необходимых смазочных материалов, см. *Рисунок 2-1 Информационная табличка для смазочных роликовых подшипников* и *Рисунок 2-2 Информационная табличка для подшипников скольжения*.

\*\*\*Следующий рисунок для типа подшипника: роликовый подшипник

DRIVE END (DE) BEARING	6326/C3
NON DRIVE END (NDE) BEARING	6324/C3
LUBRICATION INTERVAL AT 70°C (158°F) BEARING TEMPERATURE	8800 DUTY HOURS
QUANTITY OF GREASE DE	80 GRAMS
NDE	80 GRAMS
NOTE! EVERY 15°C (59°F) INCREASE ABOVE 70°C (158°F) IN THE BEARING TEMPERATURE HALVES THE RATED LUBRICATION INTERVAL.	
NOTE! ABOVE 85°C (185°F) HIGH TEMPERATURE GREASE SHALL BE USED.	
Empty the waste grease box every 6th relubrication	
DELIVERED FROM FACTORY WITH GREASE	ESSO UNIREX N2
FOR ADDITIONAL INFORMATION SEE MAINTENANCE MANUAL	

Рисунок 2-1 Информационная табличка для смазочных роликовых подшипников

1. Тип подшипника для конца D
2. Тип подшипника для конца ND
3. Периодичность смазки
4. Количество смазочного вещества для подшипника на конце D
5. Количество смазочного вещества для подшипника на конце ND
6. Дополнительная информация
7. Тип заводского смазочного вещества

\*\*\*Следующий рисунок для типа подшипника: подшипник скольжения

DRIVE END (DE) BEARING	EFZLK 11-125
NON DRIVE END (NDE) BEARING	EFZLQ 11-125 (INSULATED)
OIL CHANGE EVERY	8800 DUTY HOURS
VISCOSITY	ISO VG 46
OIL QUANTITY DE BEARING	4.2 l
OIL QUANTITY NDE BEARING	4.2 l
DE BEARING LUBRICATION	SELF LUBRICATION BY OIL RING
NDE BEARING LUBRICATION	SELF LUBRICATION BY OIL RING
ROTOR END FLOAT	+/- 8 mm
FOR ADDITIONAL INFORMATION SEE MAINTENANCE MANUAL	

Рисунок 2-2 Информационная табличка для подшипников скольжения



1. Тип подшипника для конца D
2. Тип подшипника для конца ND
3. Периодичность замены масла
4. Уровень вязкости
5. Количество масла для подшипника на конце D (для самосмазки)
6. Количество масла для подшипника на конце ND (для самосмазки)
7. Способ смазки подшипника на конце D. Поток масла и давление для смазки подшипника потоком
8. Способ смазки подшипника на конце ND. Поток масла и давление для смазки подшипника потоком
9. Концевое смещение ротора (осевой люфт)

ПРИМЕЧАНИЕ: Необходимо строго руководствоваться информацией, указанной на табличке по подшипникам. Несоблюдение данного требования может привести к аннулированию гарантийных обязательств на подшипники.

## 2.2 Подъем машины

Перед подъемом машины, следует убедиться в доступности подходящего подъемного оборудования, персонал должен быть ознакомлен с подобным видом работ. Вес машины указан на информационной табличке, в размерных чертежах и в упаковочном листе.

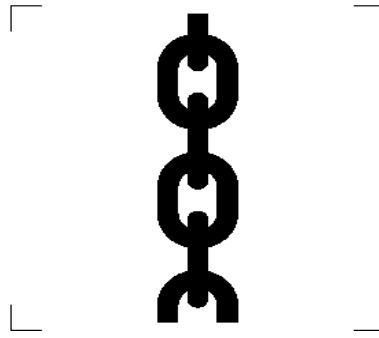
ПРИМЕЧАНИЕ: Использовать только подвески или рымы, предназначенные для подъема всей машины. Не использовать никаких дополнительных подвесок или рымов, которые предназначены только для целей технического обслуживания.

ПРИМЕЧАНИЕ: Положение центра тяжести машин в одинаковых корпусах может варьироваться в зависимости от различных выходных устройств, монтажных установок и дополнительного оборудования.

ПРИМЕЧАНИЕ: Проверить до начала подъема, чтобы подвески или рымы в корпусе машины были без повреждений. Поврежденные подъемные подвески нельзя использовать.

ПРИМЕЧАНИЕ: Подъемные рымы должны быть затянуты до начала подъема. При необходимости положение рыма может быть отрегулировано подходящими шайбами.

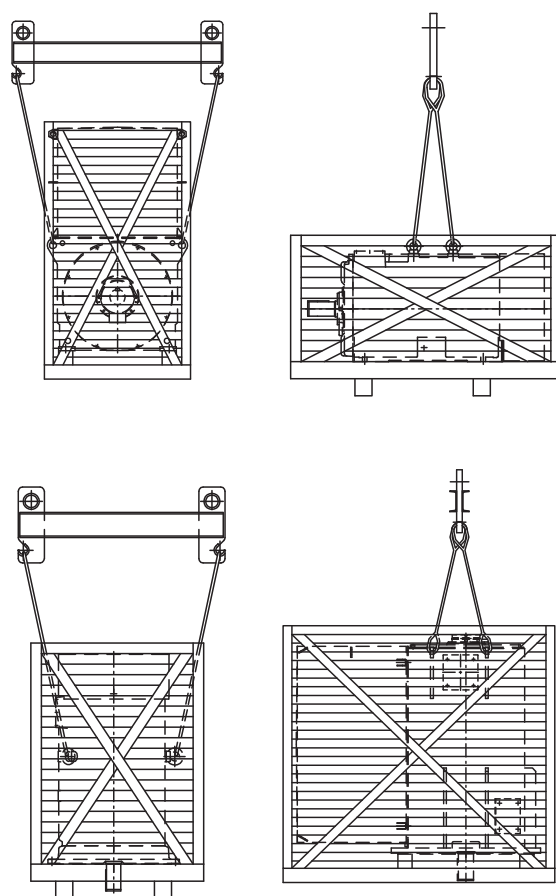
ПРИМЕЧАНИЕ: При подъеме машины за днище подъемные приспособления следует устанавливать только в местах, обозначенных по стандарту ISO 7000-0625, – см. стандартную метку *Рисунок 2-3 Метка "Строн устанавливать здесь" (ISO 7000-0625)*.



*Рисунок 2-3 Метка "Строп устанавливать здесь" (ISO 7000-0625)*

### **2.2.1 Подъем машины в упаковке для транспортировки по морю**

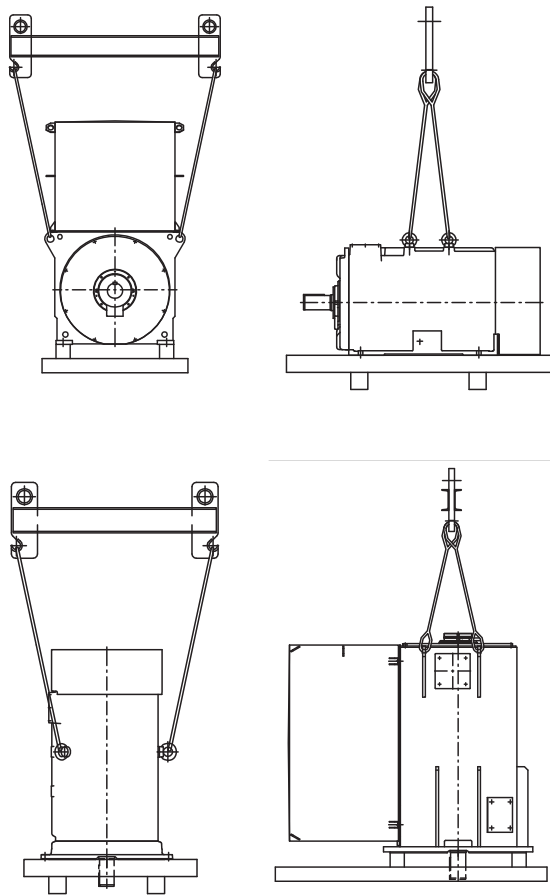
Упаковка для транспортировки по морю обычно представляет из себя деревянный ящик, который покрыт изнутри тонколистовой бумагой. Тару для транспортировки по морю нужно поднимать с помощью вилчатого погрузчика за днище или краном с подъемными канатами. Положение канатов указано на упаковке.



*Рисунок 2-4 Подъем горизонтальных и вертикальных машин в морской упаковке при подъеме краном за рым-болты машины*

## 2.2.2 Подъем машины на поддоне

Машина, установленная на поддоне, должна быть поднята с помощью крана за рымы машины, см. Рисунок 2-5 Подъем горизонтальных и вертикальных машин на поддонах при подъеме краном за рым-болты машины, или с помощью вилчатого погрузчика за днище поддона. Машина укрепляется на поддоне с помощью болтов.



*Рисунок 2-5 Подъем горизонтальных и вертикальных машин на поддонах при подъеме краном за рым-болты машины*

### 2.2.3 Подъем нераспакованной машины

Необходимо использовать подходящее подъемное оборудование! Машину всегда следует поднимать с помощью крана за рымы на корпусе машины, см. *Рисунок 2-6 Подъем нераспакованной машины*. Машину нельзя ни при каких обстоятельствах поднимать с помощью вилчатого погрузчика за днище или за лапу.

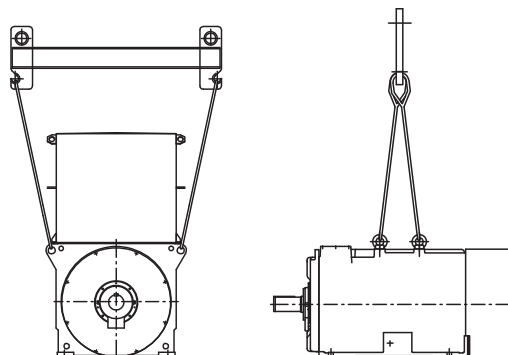


Рисунок 2-6 Подъем нераспакованной машины

**\*\*\*Следующий раздел для типа монтажа: Вертикальный**

## 2.3 Поворот вертикально установленной машины

Может потребоваться повернуть вертикально установленную машину из вертикального положения в горизонтальное, например, при замене подшипников, и наоборот. Это показано на Рисунок 2-7 Машина с поворачивающимися рычагами: подъем и поворот. Следует следить за тем, чтобы не повредить краску и детали машины во время процедуры. Снимать или устанавливать запорные устройства подшипников только при вертикальном положении машины.

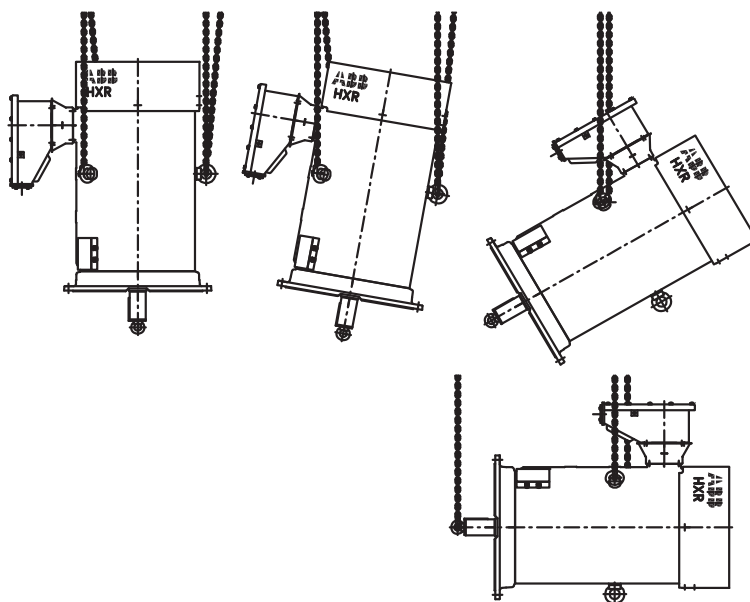


Рисунок 2-7 Машина с поворачивающимися рычагами: подъем и поворот

## 2.4 Проверка после доставки и распаковки

### 2.4.1 Проверка после доставки

Машина и упаковка должны быть проверены сразу после доставки. Любые повреждения, выявленные в ходе транспортировки, должны быть сфотографированы и заявлены немедленно, т. е. в течение (1) недели (не более) после доставки, с целью получения транспортной страховки. Поэтому очень важно, чтобы доказательство небрежного обращения было засвидетельствовано и заявлено незамедлительно в транспортную компанию и поставщику. Использовать контрольные бланки, см. *Приложение ОТЧЕТ О ВВОДЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ*.

Машину, которая не будет установлена сразу после доставки, нельзя оставлять без надзора или пренебрегать мерами ее защиты. Дополнительная информация представлена в разделе: *главе 2.6 Хранение*.

### 2.4.2 Проверка после распаковки

Установить машину на плоскую поверхность без вибраций так, чтобы она не препятствовала работе с другими предметами.

После того, как упаковка будет снята, проверьте, что машина не повреждена и включает все необходимые комплектующие. Отметить галочкой дополнительное оборудование в прилагаемом упаковочном листе. Если имеется подозрение на дефект или оне хватает дополнительного оборудования, необходимо сделать фотографии и немедленно связаться с поставщиком. Использовать контрольные бланки, см. *Приложение ОТЧЕТ О ВВОДЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ*.

Информацию о правильной утилизации и уничтожении упаковочного материала см. в разделе: *главе 10.3 Утилизация упаковочного материала*.

## 2.5 Инструкции по установке основной распределительной коробки и охладителей

Данные инструкции предназначены для применения в том случае, если машина доставлена в разобранном виде: разобранными основной распределительной коробкой или охладителями. Для уточнения места установки компонентов см. Размерный чертеж, включенный в проектную документацию. Все болты, гайки и шайбы входят в комплект.

Механическую сборку должен осуществлять только квалифицированный техперсонал. Все электрически активные детали, например, кабели статора, должен устанавливать только специально обученный техперсонал.

Правила техники безопасности необходимо соблюдать постоянно, дополнительная информация в разделе: *Инструкции по технике безопасности*.

Для того, чтобы гарантийные обязательства, оговоренные в контракте по поставке, сохраняли законную силу, необходимо тщательно соблюдать данные технические инструкции.

## 2.5.1 Установка основной распределительной коробки

Основная распределительная коробка поставляется вместе с машиной в отдельном ящике/пластиковой упаковке. Установка основной распределительной коробки должна происходить в соответствии со следующими требованиями:

1. Открыть упаковку и поднять основную распределительную коробку при помощи подходящего подъемного устройства (например, крана), используя рымы упаковки.
2. Проверить, чтобы все детали соединения были очищены от грязи и пыли.
3. Подготовить к установке поставленные болты и шайбы.
4. Поставить основную распределительную коробку в корпус машины на предназначенное для нее место подключения (см. размерный чертеж, включенный в проектную документацию).
5. Только для распределительной коробки NEMA: протянуть кабели статора через мембрану перекрытия.
6. Подсоединить основную распределительную коробку с помощью поставленных винтов к корпусу машины. Убедиться, что изоляционная запайка доступна для поверхности присоединения кожуха машины.
7. Затянуть все винты с макс. на 200 нм. (см. *Таблица 7-2 Основные моменты затяжки*).

Только для распределительной коробки NEMA: После механического подсоединения распределительной коробки к корпусу машины кабели статора подсоединены к концевым муфтам:

1. Проверить маркировку кабелей статора и концевых муфт.
2. Подсоединить кабели статора к соответствующим муфтам в соответствии с маркировкой кабеля (U1, V1, W1 or L1, L2, L3). За дополнительной информацией обращаться к схеме электрического подключения.
3. Затянуть предварительно установленные винты макс. на 80 нм. (см. *Приложение Типовое подключение магистрального силового кабеля*).

## 2.5.2 Установка охладителей

Если охладители или детали системы охлаждения (например, глушитель, воздухопроводящий канал) поставлены отдельно, они должны быть установлены в соответствии со следующими требованиями.

1. Открыть упаковку охладителя/охлаждающих деталей и поднять их с помощью подходящего подъемного устройства (например, крана), используя рымы упаковки.
2. Проверить, чтобы все детали соединения были очищены от грязи и пыли.
3. Проверить места установки в размерном чертеже, поставленным вместе с проектной документацией.
4. Проверить, чтобы все соединительные детали, болты, шайбы и гайки входили в комплект.
5. Поднять охлаждающий элемент на необходимую позицию и подсоединить его с помощью поставленных монтажных деталей. Убедиться, чтобы запайки находились на соответствующих им местах.
6. Затянуть все винты с макс. на 80 нм. (см. *Таблица 7-2 Основные моменты затяжки*).

## 2.6 Хранение

### 2.6.1 Краткосрочное хранение (менее 2 месяцев)

Машина должна храниться на соответствующем складе под наблюдением. На хорошем складе или месте хранения обеспечиваются следующие условия хранения.

- Постоянный уровень температуры, желательно от 10°C (50°F) до 50°C (120°F). Если нагреватели для защиты от конденсации находятся под напряжением, а температура окружающего воздуха превышает 50°C (120°F), необходимо обеспечить такие условия, чтобы машина не перегревалась
- Низкая относительная влажность воздуха, желательно ниже 75%. Температура машины должна сохраняться на уровне выше точки росы во избежание увлажнения от конденсирования внутри машины. Если машина оснащена нагревателями, препятствующими конденсации, они должны находиться под напряжением. Работу нагревателей для защиты от конденсации необходимо проверять регулярно. Если машина не оснащена нагревателями для защиты от конденсации, должен быть применен альтернативный способ нагревания машины и противостояния образованию влаги от конденсирования в машине.
- Прочная опора, не подверженная чрезмерным вибрациям и толчкам. Если ожидается, что вибрация будет слишком высокой, машина должна быть изолирована с помощью установки резиновых колодок под лапу машины
- Вентилируемый воздух, чистый, без содержания пыли и агрессивных газов
- Защита от вредных насекомых и вредителей.

Если необходимо хранить машину вне помещения, ее нельзя оставлять “как есть” нераспакованной. Вместо этого, машину нужно:

- Освободить от пленки
- Полностью закрыть от дождя. Покрытие должно пропускать вентиляцию
- Установить жесткие опоры высотой не менее 100 мм (4”) для предотвращения попадания влаги в машину снизу
- Обеспечить хорошую вентиляцию. Если машину оставить в упаковке для транспортировки, в ней нужно проделать достаточно большие вентиляционные отверстия
- Защитить от вредных насекомых и вредителей.

Использовать контрольные бланки, см. *Приложение ОТЧЕТ О ВВОДЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ*.

### 2.6.2 Долгосрочное хранение (более 2 месяцев)

В дополнение к приведенным в пункте о краткосрочном хранении правилам хранения, необходимо соблюдать следующее.

Измерять сопротивление изоляции и температуру обмоток каждые три месяца, см. *главе 7.6 Техническое обслуживание обмоток статора и ротора*.

Проверять состояние крашенных поверхностей каждые три месяца. Если появляется коррозия, ее необходимо счищать и наносить новый слой краски.

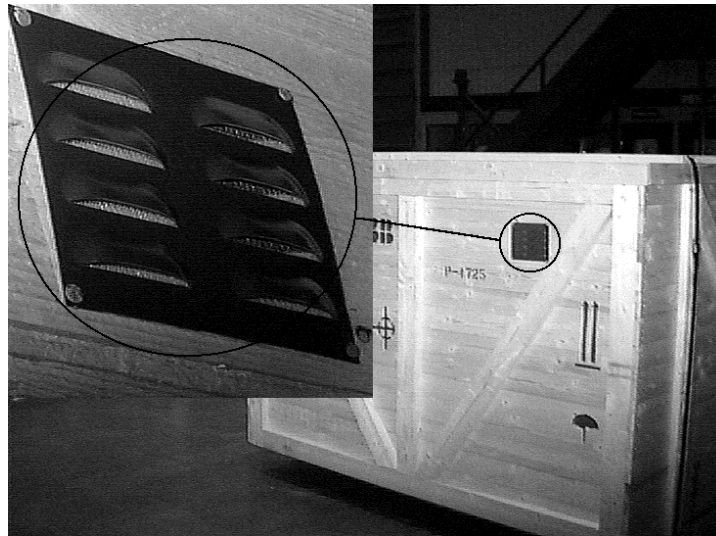


Проверять состояние антикоррозийного покрытия на пустых металлических поверхностях (напр., удлинители вала) каждые три месяца. Если замечено повреждение коррозией, снять ее мелкой наждачной бумагой и произвести антикоррозийную обработку.

Проделать небольшие вентиляционные отверстия, если машина хранится в деревянном ящике. Обеспечить защиту от попадания влаги, насекомых и вредителей в ящик, см.

*Рисунок 2-8 Вентиляционные отверстия.*

Использовать контрольные бланки, см. *Приложение ОТЧЕТ О ВВОДЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ.*



*Рисунок 2-8 Вентиляционные отверстия*

**\*\*\*Следующий параграф для типа охлаждения: водоохлаждаемый корпус**

Машины с т. н. рубашками водяного охлаждения необходимо заполнить смесью воды и гликоля (не менее 50% гликоля). Вместо гликоля можно использовать другую аналогичную жидкость. Проверить, чтобы жидкостная смесь соответствовала температуре хранения и не замерзала. Входные и выходные отверстия для жидкости должны быть закрыты после заполнения.

**\*\*\*Следующий раздел для типа подшипника: роликовый подшипник**

### 2.6.3 Роликовые подшипники

Необходимые меры:

- Роликовые подшипники должны хорошо смазываться во время хранения. Подходящие смазочные вещества указаны в разделе: *главе 2.1.2 Информационная табличка*
- Поворачивать ротор на 10 оборотов каждые три месяца, чтобы поддерживать подшипники в рабочем состоянии. Снять все возможные стопорные транспортировочные механизмы на время прокручивания ротора
- Машины могут быть оснащены стопорными устройствами для защиты

подшипников от повреждений во время транспортировки и хранения. Регулярно проверять стопорные устройства. Затягивать транспортировочные стопорные устройства в соответствии с установленным по оси типом подшипника, см.: *Таблица 2-1 Момент затяжки для горизонтальных машин (смазанный винт)*.

ПРИМЕЧАНИЕ: Слишком сильный момент затяжки транспортировочного стопорного устройства может привести к повреждению подшипника.

ПРИМЕЧАНИЕ: Тип используемого подшипника указан в информационной табличке, см. *главе 2.1.2 Информационная табличка*, а информация о подшипнике, расположенном по оси, указана в размерных чертежах.

**\*\*\*Следующая таблица для типа монтажа: горизонтальный**

*Таблица 2-1. Момент затяжки для горизонтальных машин (смазанный винт)*

Тип подшипника, расположенного по оси	Момент затяжки [нм]	Момент затяжки [фунт фут]
6316	45	33
6317	50	37
6319	60	44
6322	120	90
6324	140	100
6326	160	120
6330	240	180
6334	300	220
6034	140	100
6038	160	120
6044	230	170

**\*\*\*Следующая таблица для типа монтажа: вертикальный**

*Таблица 2-2. Момент затяжки для вертикальных машин (смазанный винт)*

Тип подшипника, расположенного по оси	Момент затяжки [нм]	Момент затяжки [фунт фут]
7317	30	22
7319	30	22
7322	60	44
7324	60	44
7326	90	66
7330	160	120
7334	350	260

**\*\*\*Следующий раздел для типа подшипника: подшипник скольжения**

## 2.6.4 Подшипники скольжения

Необходимые меры:

- Машины с подшипниками скольжения поставляются *без смазочных материалов*, т. е. без масла. Внутренность подшипников следует проверить на наличие защитного масляного слоя. Testyl 511 или другое соответствующее вещество необходимо нанести спреем в подшипник через наполнительное отверстие, если срок хранения машины превышает два месяца. Антикоррозийную обработку следует проводить каждые шесть месяцев в течение двух лет. Если срок хранения машины превышает два года, подшипник следует снять и обработать отдельно.
- Подшипники необходимо открыть и осмотреть все детали после хранения перед вводом в эксплуатацию. Вся коррозия должна быть снята с помощью мелкой наждачной бумаги. Если на вале остались следы в нижней части втулки, его следует заменить на новый
- Машины с подшипниками скольжения поставляются с транспортировочными стопорными устройствами, предотвращающими повреждение подшипников во время транспортировки и хранения. Регулярно проверять стопорные устройства. Затягивать транспортировочные стопорные устройства в соответствии с установленным по оси типом подшипника, см. таблицу: *Таблица 2-1 Момент затяжки для горизонтальных машин (смазанный винт)*

ПРИМЕЧАНИЕ: Слишком сильный момент затяжки транспортировочного стопорного устройства может привести к повреждению подшипника.

**Таблица 2-3. Момент затяжки (смазанный винт). Подшипник, расположенный по оси, несет замыкающее усилие**

Тип подшипника, расположенного по оси	Момент затяжки [нм]	Момент затяжки [фунт фут]
ZM_LB 7	100	74
EF_LB 9	250	180
EF_LB 11	300	220
EF_LB 14	600	440
EM_LB 14	600	440
EF_LB 18	900	670

## 2.6.5 Отверстия

Если имеются отверстия, через которые кабель не подключен к распределительным коробкам или фланцы, которые не подсоединены к трубопроводу, они должны быть запаяны. Охладители и трубы машины должны быть прочищены и высушены перед запайкой. Сушка осуществляется пропуском теплого сухого воздуха через трубы.

## 2.7 Проверки, регистрация

Период хранения, защитные меры и измерения, включая даты, должны регистрироваться. Подходящие для заполнения проверочные листы представлены в приложении:  
*Приложение ОТЧЕТ О ВВОДЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ.*

## Раздел 3 Установка и выравнивание

---

### 3.1 Общая информация

Качественное планирование и подготовка обеспечивают простоту и правильность установки, гарантируют надежные условия работы и максимальную доступность.

**\*\*\*Следующий параграф для типа защиты: Все машины для опасных зон**

Необходимо учитывать стандарты относительно подсоединения и использования электрических агрегатов в опасных зонах, в особенности национальные стандарты по монтажу (см. стандарт: IEC 60079-14).

ПРИМЕЧАНИЕ: Общие правила техники безопасности, наряду с местными, должны обязательно соблюдаться в ходе установки оборудования.

ПРИМЕЧАНИЕ: Необходимо обеспечить защиту при выполнении работ вблизи машины.

ПРИМЕЧАНИЕ: Запрещается использовать машину в качестве заземления при сварочных работах.

### 3.2 Разработка фундамента

#### 3.2.1 Общая информация

Конструкция фундамента должна обеспечить надежные условия работы и максимальную доступность оборудования. Вокруг машины должно оставаться достаточно свободного пространства для обеспечения легкого доступа к машине во время технического обслуживания и осмотра. Охлаждающий воздух должен направляться в машину и отводиться из машины без помех. Необходимо следить за тем, чтобы находящиеся вблизи другие машины и оборудование не способствовали нагреванию охлаждающего воздуха и конструкций, например, подшипников.

Фундамент должен быть прочным, жестким, плоским и не подвергаться внешним вибрациям. Возможный резонанс машины со своим фундаментом должен быть измерен. Для того, чтобы избежать резонансного вибрирования с машиной, собственная частота фундамента вместе с машиной не должна превышать  $\pm 20\%$  частоты рабочей скорости.

Рекомендуется использовать бетонный фундамент, однако, грамотно разработанная стальная конструкция также подходит в качестве фундамента. Опора фундамента, поступление воздуха, воды, масла и кабельные каналы, а также расположение цементационных скважин должны быть продуманы до строительства фундамента. Положение цементационных скважин и высота фундамента должны быть согласованы с соответствующими размерами на прилагаемом размерном чертеже.

Фундамент должен быть разработан с учетом регулировочной прокладки в 2 мм (0,8 дюйма) под лапу машины для обеспечения диапазона регулирования, а также чтобы облегчить возможную в будущем установку заменяющей машины. Высота вала машины и расположение лапы фундамента обладает определенным производственным допуском, который компенсируется регулировочной прокладкой в 2 мм (0,8 дюйма).

ПРИМЕЧАНИЕ: Расчеты и разработка фундамента не входит в область поставок АВВ, поэтому Заказчик сам или третья сторона отвечают за эту сферу. Кроме того, заливка раствора также обычно не входит в сферу деятельности и ответственность компании АВВ.

### 3.2.2 Усилие, направленное на фундамент

Фундамент и монтажные болты должны быть подогнаны для противостояния внезапному механическому моменту вращения, который возникает всякий раз при запуске машины или при коротком замыкании. Сила короткого замыкания поэтапно способствует затуханию синусоидальной волны, которая меняет направление. Амплитуда этих сил указана в размерных чертежах машины.

**\*\*\*Следующий раздел для типа монтажа: вертикальный**

### 3.2.3 Фланцы вертикально установленных машин

Вертикальные фланцевые машины оснащены монтажными фланцами в соответствии со стандартом IEC публикации 60072. Фланец машины должен всегда монтироваться на противоположном фланце на фундаменте.

Для простоты подключения муфты и контроля в ходе работы рекомендуется установить монтажный переходник.

## 3.3 Подготовка машины к установке

Подготовить машину к установке в следующем порядке:

- Определить сопротивление изоляции обмотки до начала любых других процедур, как описано в разделе: *главе 3.3.1 Измерение сопротивления изоляции*
- Снять транспортировочное блокировочное устройство, если оно применялось. Сохранить его для дальнейшего использования. См. дополнительную информацию в разделе: *главе 3.3.2 Разборка блокировочного устройства для транспортировки*
- Проверить, чтобы используемая смазка соответствовала спецификациям на информационной табличке, см. *главе 2.1.2 Информационная табличка*. Дополнительные рекомендуемые типы смазок см. в разделе *главе 7.5.3.5 Смазка для подшипников*

**\*\*\*Следующий маркер и примечание для типа подшипника: подшипник скольжения**

- Заполнить подшипники скольжения соответствующим маслом. Типы масла см. в разделе: *главе 7.5.2.4 Качество масла*

ПРИМЕЧАНИЕ: Подшипники скольжения всегда поставляются без масла!

- Снять антикоррозийное покрытие на удлинителе вала и на лапе машины с помощью уайт-спирита
- Установить полумуфту, как указано в разделе: *главе 3.3.4 Сборка полумуфты*
- Проверить, чтобы сливные пробки в нижней части обоих концов машины были открыты, см. *главе 3.3.6 Сливные пробки*.

### 3.3.1 Измерение сопротивления изоляции

Перед первым запуском машины, после долгого периода простоя или в ходе общего ремонта машины необходимо произвести измерение сопротивления изоляции машины. Это включает измерение обмотки и всего дополнительного оборудования. В машинах, оснащенных контактными кольцами, измеряется также обмотка ротора, см. *главе 7.6.4 Тест на сопротивление изоляции.*

### 3.3.2 Разборка блокировочного устройства для транспортировки

Некоторые машины и все машины с подшипниками скольжения или роликовыми подшипниками оснащены блокировочными устройствами для транспортировки. В машинах с подшипниками скольжения или цилиндрическими роликовыми подшипниками блокировочные устройства для транспортировки выполнены из арматурного стержня, прикрепленного к кожуху подшипника на конце D и к концу удлинителя вала.

Блокировочное устройство для транспортировки необходимо снять до монтажа. Удлинитель вала должен быть очищен от своего антикоррозийного покрытия. Блокировочное устройство рекомендуется сохранить для дальнейшего использования.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Для того, чтобы избежать повреждения подшипников, блокировочное устройство для транспортировки необходимо устанавливать на машину в случае ее переноса, транспортировки или хранения. См. *главе 2.1 Меры защиты машины перед транспортировкой*

### 3.3.3 Тип муфты

#### **\*\*\*Следующий параграф для типа подшипника: роликовый подшипник**

Машины с роликовыми подшипниками должны быть подключены к приводной машине с помощью гибких муфт, например, шарнирных или шестеренных.

Если заблокированный по оси подшипник расположен на конце N (см. размерные чертежи), проверить, чтобы постоянное свободное осевое движение было возможным между полумуфтами, чтобы разрешить распространение тепла вала машины без повреждения подшипников. Ожидаемый осевой рост тепла ротора можно рассчитать, как указано в разделе: *главе 3.6.4 Корректировка теплового расширения.*

#### **\*\*\*Следующий параграф для типа монтажа: вертикальный**

Вертикальные машины могут быть разработаны для перемещения некоторой нагрузки с вала приводной машины. В этом случае полумуфты должны быть заблокированы от скольжения в направлении по оси с помощью замочной коробки на конце вала.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Машина не предназначена для ременного, цепочного или шестеренного соединения, если она специально для этого не разработана. То же касается и установок с высоким аксиальным давлением.

#### **\*\*\*Следующий параграф для подшипников определенного типа: подшипник скольжения с осевым смещением**

Конструкция подшипника скольжения позволяет ротору двигаться по оси между механическими пределами концевой смещения. Стандартные подшипники не могут противостоять никакому осевому усилию от приводной машины. Любое осевое усилие от

нагрузки приведет к повреждению подшипника. Поэтому, все осевые усилия должны осуществляться приводной машиной, а муфты должны быть с ограниченным осевым смещением.

### 3.3.4 Сборка полумуфты

#### 3.3.4.1 Балансировка муфты

Стандартная балансировка ротора динамическая, в половину оборота. Способ балансировки указан на конце вала:

- $N$  = половина оборота и
- $F$  = полный оборот

Полумуфта должна быть сбалансирована соответственно.

#### 3.3.4.2 Сборка

Следующие инструкции необходимо соблюдать при сборке полумуфты.

- Следовать общим инструкциям поставщика муфты
- Вес полумуфты может быть существенным. Возможна необходимость использования подъемного механизма
- Очистить удлинитель вала от антикоррозийного покрытия и сверить измерения удлинителя и муфты с предоставленными чертежами. Проверить, чтобы шпоночные канавки в муфтах и удлинителе вала были чистыми и без заусенцев
- Покрыть удлинитель вала и расточку втулки тонким слоем масла для облегчения монтажа полумуфты. Нельзя покрывать сопряженные поверхности молибденовым дисульфидом (Molykote) или похожими средствами
- Муфта должна быть защищена.

ПРИМЕЧАНИЕ: Для того, чтобы не повредить подшипники, при сборке полумуфты не следует увеличивать дополнительных усилий на подшипник.

### 3.3.5 Ременный привод

Машины, разработанные для работы с ременными приводами, всегда оснащены цилиндрическим роликовым подшипником на конце D. Если используется ременный привод, проверить, что ведущий и ведомый шкивы были правильно выравнены.

ПРИМЕЧАНИЕ: Перед эксплуатацией необходимо всегда проверять совместимость конца вала и подшипников с ременным приводом. Не превышать радиальное усилие, специфицированное в заказе.

### 3.3.6 Сливные пробки

Машины оборудованы сливными пробками в самой нижней части машины. Благодаря специальной конструкции сливная пробка не допускает попадание пыли внутрь машины и обеспечивает слив конденсационной воды наружу. Сливные пробки должны быть



всегда открыты, т.е. половина пробки должна быть внутри, половина – снаружи. Для того чтобы открыть сливную пробку, необходимо вытянуть ее из корпуса наружу. В машинах АМА/АМІ 560-630 сливная пробка (резьба М12) открывается на 6 – 12 мм.

**\*\*\*Следующий параграф для типа монтажа: горизонтальный**

В горизонтальных машинах две сливные пробки расположены на обоих концах машины.

**\*\*\*Следующий параграф для типа монтажа: вертикальный**

В вертикальных машинах две сливные пробки установлены в кожухе нижнего конца.

Главная распределительная коробка оснащена одной сливной пробкой в нижней части коробки, которая должна оставаться закрытой во время работы.

**\*\*\*Следующий раздел для типа монтажа: горизонтальный на бетонном фундаменте**

## 3.4 Установка на бетонном фундаменте

### 3.4.1 Состав поставки

В условия поставки машины обычно не включены установка, регулировочные прокладки, монтажные болты, фундаментные или закладные плиты. Эти детали поставляются по специальным заказам.

Если необходимо просверлить новые крепежные отверстия, обратитесь в компанию АВВ, чтобы обеспечить правильность этой доработки.

### 3.4.2 Общая подготовка

Перед началом процедуры установки необходимо подготовить:

- Листовую сталь для шиммирования машины. Возможные регулировки выравнивания требуют регулировочных прокладок толщиной 1, 0.5, 0.2, 0.1 и 0.05 мм (40, 20, 8, 4 и 2 мила)
- Молоток отдачи, регулировочные болты или гидравлические домкраты для осевой и горизонтальной регулировки
- Циферблатный индикатор или, желательно, лазерный оптический анализатор для обеспечения точного и четкого выравнивания машины
- Простое плечо рычага для поворота ротора во время выравнивания
- Для внешних установок необходимо обеспечить защиту от солнца и дождя во избежании помех при измерениях в ходе выравнивания.

ПРИМЕЧАНИЕ: Машины поставляются с винтовыми домкратами для вертикальной регулировки на каждой лапе.

### 3.4.3 Подготовка фундамента

#### 3.4.3.1 Подготовка фундамента и цементационной скважины

Фундаментные штифты или закладные плиты используются, когда машина крепится на бетонном фундаменте.

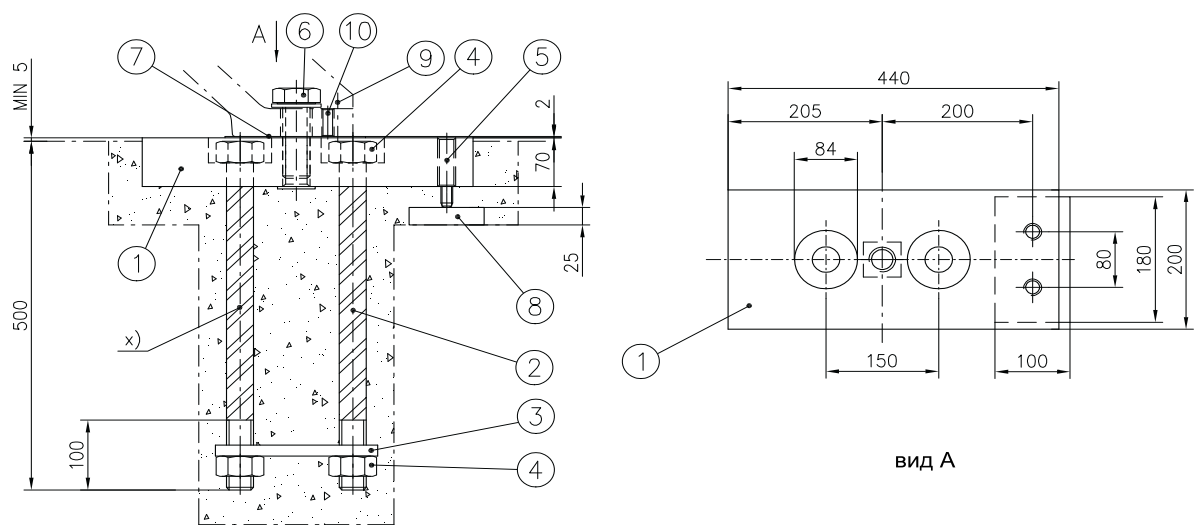
При подготовке фундамента следует учесть следующие аспекты:

- Верхнюю часть фундамента нужно очистить или пропылесосить
- Стены цементационной скважины должны иметь жесткую поверхность для хорошего зажима. По этой же причине они должны быть очищены и высушены, то есть не содержать грязи и отходов. Масло или смазку можно снять, срезав слой бетонной поверхности
- Проверить, чтобы положение цементационных скважин и высота фундамента отвечали соответствующим показателям в прилагаемых чертежах
- Прикрепить стальную проволоку на фундамент для указания центральной линии машины. Отметить также осевую позицию машины.

#### 3.4.3.2 Подготовка фундаментных штифтов или закладных плит

Если регулировочные прокладки или фундаментные штифты входят в поставку, они поставляются как отдельные детали. Их сборка должна производиться на месте.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Для обеспечения удовлетворительного крепления фундаментных штифтов на бетоне они должны быть некрашенными и чистыми.



номер	название	размер	кол-во (шт)
1	плита	70x200x440	4
2	штифт	M36x500/45+100	8
3	фланец	10x60x210	4
4	гайка	M36	16
5	подъемный винт	M24x60	8
6	монтажный болт	M36x90/90	4
7	регулирующая прокладка	2x170x250	4
8	опорная плита	25x100x180	4
9	конусный штифт	10x100	2
10	подъемный винт	M16x55	4

Конусный штифт (9) необходим только на приводном конце мотора.  
х) конусный штифт не входит в поставку.  
Анкерный болт монтируется в фундамент.  
фундаментный штифт поставляется в комплекте.  
в один комплект входят части для одной машины (4 шт.)

Рисунок 3-1 Типичная сборка с помощью фундаментных штифтов

Для сборки фундаментных штифтов или закладных плит машину необходимо поднять над полом с помощью подъемника. Действовать, как показано на рисунке: Рисунок 3-1 Типичная сборка с помощью фундаментных штифтов:

- Очистить детали от антикоррозийного покрытия с помощью уайт-спирита
- Закрутить смазанные смазкой подъемные винты в фундаментные штифты (5) или закладные плиты
- Обернуть клейкую пленку вокруг верхней части анкерных болтов (2) в соответствии с рисунком: Рисунок 3-1 Типичная сборка с помощью фундаментных штифтов. Пленка защитит верхнюю часть болта от застревания в бетоне и позволит в дальнейшем перезатянуть болт после установки бетона
- Вставить анкерный болт (2) в фундаментные плиты (1) или закладные плиты так, чтобы верх анкерных болтов был на 1...2 мм (40...80 миллов) над верхней поверхностью гаек (4)
- Прикрепить анкерный фланец (3) и нижнюю гайку (4) к анкерным болтам (2). Сделать мост между анкерным фланцем (3) к болтам сваркой и закручиванием гаек. Если мост не получается, заблокировать анкерный фланец между двумя гайками
- После того, как сборка фундаментных плит будет закончена, машину необходимо

приподнять и подвесить над полом. Лапу машины, боковые и нижние поверхности фундаментных плит, а также анкерные болты нужно очистить с помощью уайт-спирита

- Установить собранные фундаментные плиты или закладные плиты под лапу машины с помощью монтажных болтов (6) и шайбы (3). Установить монтажный болт (6) в скважине машины, обернув, напр., бумагой, картоном или пленкой верхнюю часть болта
- Установить регулировочную прокладку толщиной 2 мм (0.8 дюйма) (7) между лапой и плитой (1). Притянуть плиту к лапе с помощью монтажного болта (6)
- Установить нивелирующую плиту (8) под подъемный винт (5)
- Проверить, чтобы зазор между плитой (1) и анкерными болтами (2) был тугим. Если бетон проникает через имеющуюся щель до гаек, перезатяжку делать нельзя.

ПРИМЕЧАНИЕ: Пленка и стальная пластина не входят в состав поставки фундаментных штифтов.

### 3.4.4 Установка машины

Машина должна быть осторожно поднята и установлена на фундамент. Приблизительное горизонтальное выравнивание выполнено с помощью ранее установленной стальной проволоки и отметки осевого положения. Выравнивание по вертикали выполняется с помощью подъемных винтов. Требуемая точность установки в пределах 2 мм (80 мил).

### 3.4.5 Наладка

Выравнивание выполняется, как указано в разделе *главе 3.6 Выравнивание*.

### 3.4.6 Заливка раствора

Заливка раствора для машины в фундамент является очень важным этапом монтажа. Необходимо соблюдать инструкции поставщика раствора.

Использовать только высококачественные безусадочные заливочные растворы во избежании трудностей с заливкой раствора в будущем. Трещины в бетонной конструкции или плохое крепление к бетонному фундаменту недопустимы.

### 3.4.7 Окончательный монтаж и проверка

После установки бетона, приподнять машину над фундаментом и перезатянуть анкерные болты. Закрутить гайки сведообразованием или с помощью сильных ударов кернером. Опустить машину обратно на фундамент и затянуть монтажные болты.

Проверить выравнивание для обеспечения работы машины с допустимым уровнем вибрации. При необходимости отрегулировать с помощью регулировочных прокладок и завершить скрепление шпонками в соответствии с отверстиями в лапе машины на конце D.

### 3.4.7.1 Скрепление шпонками на лапе машины

В машине имеется одно отверстие для шпонки на лапу на конце D. Заглубить отверстия, просверлив стальной фундамент. После этого, отверстия разворачиваются с помощью разворачивающего инструмента. Подходящие конусные штифты устанавливаются в отверстия для обеспечения точного выравнивания и для более простой последующей установки после возможного перемещения машины.

### 3.4.7.2 Защитные покрытия и кожухи

Завершить установку муфт с помощью прикрепления обеих полумуфт друг к другу в соответствии с инструкциями производителя.

ПРИМЕЧАНИЕ: Муфта должна быть защищена.

После установки машины на фундаменте, выравнивания и монтажа всего дополнительного оборудования, тщательно проверить, чтобы внутри машины не осталось никаких инструментов или посторонних предметов. Убрать также весь мусор и удалите грязь.

Проверить, чтобы гребни уплотнения не были повреждены во время установки кожуха.

Сохранить наладочные и сборочные детали вместе с блокировочным устройством для транспортировки для последующего использования.

**\*\*\*Следующий раздел для типа монтажа: горизонтальный на стальном фундаменте**

## 3.5 Установка на стальном фундаменте

### 3.5.1 Состав поставки

В условия поставки машины, как правило, не включены установка, регулировочные прокладки и монтажные болты. Эти детали поставляются по специальным заказам.

Если необходимо просверлить новые крепежные отверстия, обратитесь в компанию ABB, чтобы обеспечить правильность этой доработки.

### 3.5.2 Проверка фундамента

Перед установкой машины на фундамент необходимо произвести следующие проверки.

- Тщательно очистить фундамент
- Фундаменты должны быть плоскими и ровными в пределах 0.1 мм (4.0 мил) или лучше
- Фундамент не должен быть подвержен внешней вибрации.

### 3.5.3 Установка машины

Машина должна быть осторожно поднята и установлена на фундамент.

### 3.5.4 Выравнивание

Выравнивание выполняется, как указано в разделе *главе 3.6 Выравнивание*.

### 3.5.5 Окончательная установка и проверка

#### 3.5.5.1 Скрепление шпонками на лапе машины

В машине имеется одно отверстие для шпонки на лапу на конце D. Заглубить отверстие, просверлив стальной фундамент. После этого, отверстия разворачиваются с помощью разворачивающего инструмента. Подходящие конусные штифты устанавливаются в отверстия для обеспечения точного выравнивания и для более простой последующей установки после возможного перемещения машины.

#### 3.5.5.2 Защитные покрытия и кожухи

Завершить установку муфт с помощью прикрепления обеих полумуфт друг к другу в соответствии с инструкциями производителя.

ПРИМЕЧАНИЕ: Муфта должна быть защищена.

После установки машины на фундаменте, выравнивания и монтажа всего дополнительного оборудования, тщательно проверить, чтобы внутри машины не осталось никаких инструментов или посторонних предметов. Убрать также весь мусор и удалите грязь.

Проверить, чтобы гребни уплотнения не были повреждены во время установки кожуха.

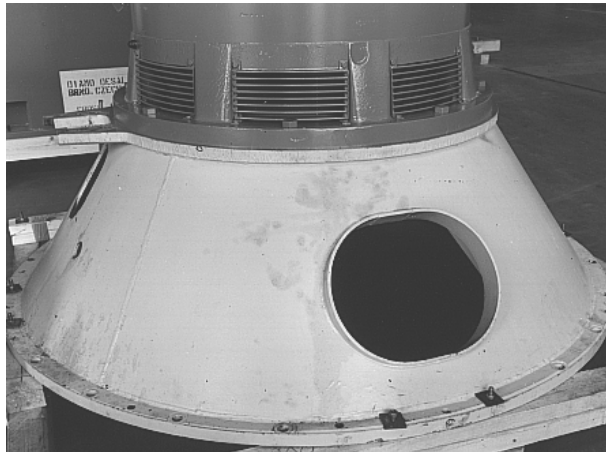
Сохранить наладочные и сборочные детали вместе с блокировочным устройством для транспортировки для последующего использования.

**\*\*\*Следующий раздел только для типа монтажа: вертикальный**

### 3.5.6 Установка на крепежном фланце на стальном фундаменте

Крепежный фланец для вертикально установленных машин необходим для обеспечения простоты монтажа и подсоединения муфт, а также для облегчения проверки муфты во время работы машины. Для того, чтобы подходить для машин фирмы ABB, крепежные фланцы должны быть изготовлены в соответствии со стандартом IEC.

Крепежный фланец не входит в состав поставки компании ABB.



*Рисунок 3-2 Крепежный фланец*

Машину приподнимают и устанавливают на крепежном фланце. Монтажные болты слегка затягиваются.

## 3.6 Выравнивание

### 3.6.1 Общая информация

Для того, чтобы обеспечить долгий и надежный срок эксплуатации ведущей и ведомой машины, машины должны быть правильно выровнены по отношению друг к другу. Это означает, что радиальное и угловое отклонения между двумя валами машин должны быть сведены к минимуму. Выравнивание должно производиться очень тщательно, так как неточности регулировки могут привести к повреждениям подшипников и вала.

Перед началом процедуры выравнивания необходимо установить полумуфты, см. *главе 3.3.4 Сборка полумуфты*. Полумуфты ведущей и ведомой машин должны быть свободно привинчены болтами друг к другу для свободного движения по отношению друг к другу во время выравнивания.

Следующий текст относится к установке на бетонном и стальном фундаментах. Шиммирование не обязательно на бетонном фундаменте, если выравнивание и заливка раствора были произведены правильно.

### 3.6.2 Грубая нивелировка

Для облегчения выравнивания и установки регулировочных прокладок, винтовые домкраты установлены в лапе машины, см. *Рисунок 3-3 Вертикальное положение лапы машины*. Машина остается стоять на винтовых домкратах. Следует отметить, что машина должна стоять на всех четырех лапах (домкратах) на ровной параллели в пределах 0.1 мм (4.0 мила) или лучше. Если показатели не соответствуют, корпус машины может искривиться или изогнуться, что может привести к повреждению подшипника или другим неисправностям.

Проверить вертикальный, горизонтальный и осевой уровни машины. Отрегулировать соответственно с помощью регулировочных прокладок под всеми лапами. Горизонтальный уровень машины проверяют с помощью спиртового уровня.

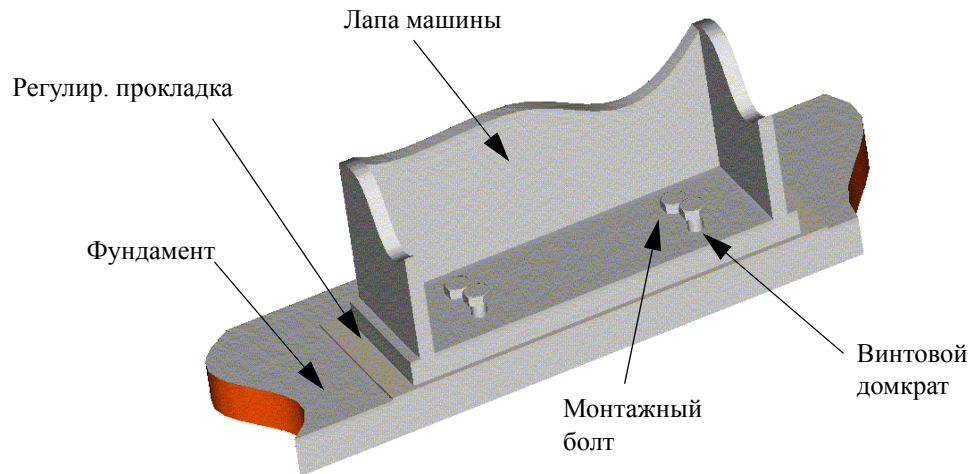


Рисунок 3-3 Вертикальное положение лапы машины

### 3.6.3 Грубое выравнивание

Для облегчения выравнивания в осевом и поперечном направлениях установить выступающие плиты с регулировочными винтами в углы, как показано на рисунке:

Рисунок 3-4 Размещение пластин кронштейнов.

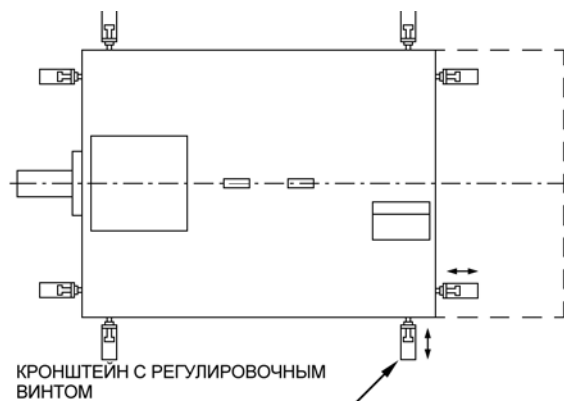
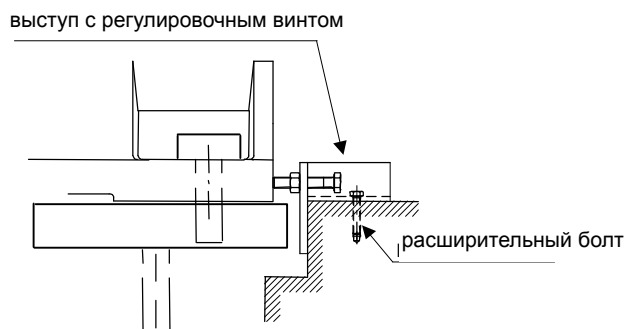


Рисунок 3-4 Размещение пластин кронштейнов

Выступающие плиты установлены против края фундамента и прикреплены с помощью расширительных болтов, см. *Рисунок 3-5 Монтаж выступающей плиты*. Передвигать машину с помощью регулировочных винтов до тех пор, пока средняя линия вала и средняя линия ведомой машины не будут грубо выровнены и не будет достигнута желаемая дистанция между полумуфтами. Оставить все регулировочные винты слабо закрученными.



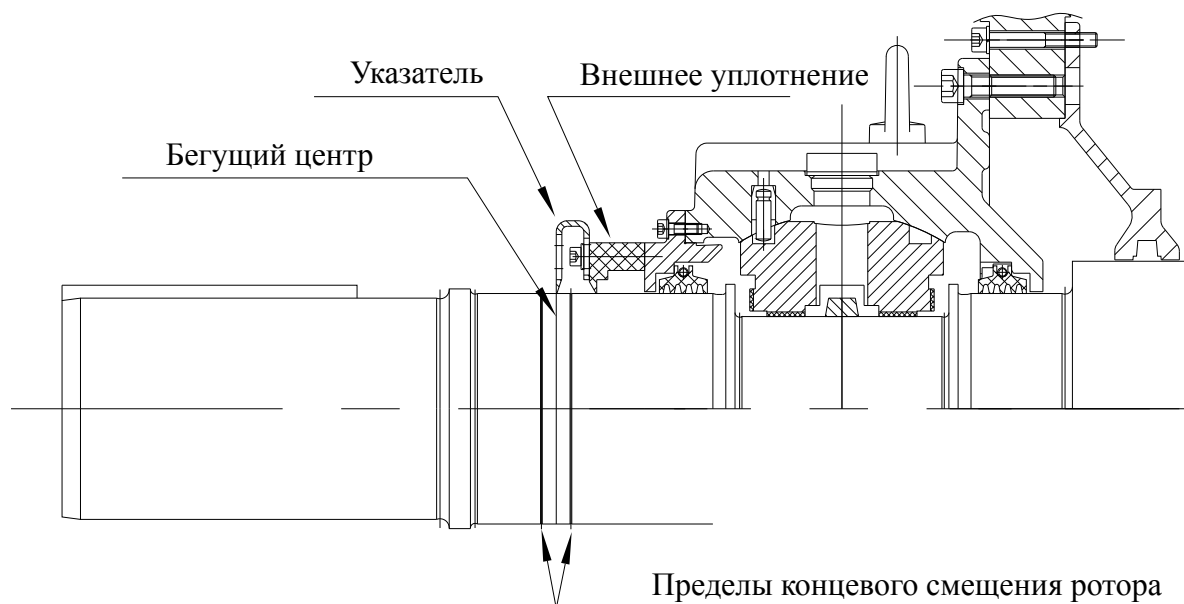


**Рисунок 3-5 Монтаж выступающей плиты**

ПРИМЕЧАНИЕ: На рисунке *Рисунок 3-5 Монтаж выступающей плиты* показано, как выступающая плита установлена на бетонном фундаменте, такую же выступающую плиту можно установить на стальном фундаменте.

**\*\*\*Следующие параграф и рисунок для подшипников определенного типа:  
подшипник скольжения с осевым смещением**

Подшипник скольжения на конце D оснащен указателем бегущего центра, который отмечен бороздкой на вале. На вале есть также бороздки, указывающие на механические пределы концевой смещения ротора. Положение правильное, когда стрелка указателя совпадает с бороздкой бегущего центра, проточенной на вале, см. *Рисунок 3-6 Отметки на вале и указатель бегущего центра*. Следует отметить, что бегущий центр не обязательно совпадает с магнитным центром, так как вентилятор может оттянуть ротор от магнитного центра.



**Рисунок 3-6 Отметки на вале и указатель бегущего центра**

## 3.6.4 Корректировка теплового расширения

### 3.6.4.1 Общая информация

Температурные изменения имеют существенное влияние на выравнивание и поэтому при выравнивании их необходимо учитывать. Во время установки машины ее температура ниже, чем в условиях работы. По этой причине центр вала находится выше, то есть значительно дальше от лап во время работы, чем во время простоя.

Поэтому можно применить выравнивание с тепловой компенсацией, зависящей от рабочей температуры ведомой машины, от типа муфты, от расстояния между машинами и т. д.

### 3.6.4.2 Тепловой рост вверх

Тепловой рост расстояния между лапой и центром вала электрической машины можно приблизительно вычислить по следующей формуле:

$$\Delta H = \alpha \cdot \Delta T \cdot H \text{ где}$$

$$\Delta H = \text{тепловой рост [мм]}$$

$$\alpha = 10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

$$\Delta T = 40 \text{ K}$$

$$H = \text{высота вала [мм]}$$

ПРИМЕЧАНИЕ: Рассматривать тепловой рост ведомой машины в отношении электрической машины, чтобы определить общий тепловой рост.

### 3.6.4.3 Тепловой осевой рост

Тепловой осевой рост необходимо учитывать, если движение по оси подшипника на неприводном конце заблокировано. Для определения того, какой из концов заблокирован, следует обратиться к размерным чертежам.

Ожидаемый тепловой осевой рост ротора пропорционален длине корпуса статора и может быть приблизительно вычислен по формуле:

$$\Delta L = \alpha \cdot \Delta T \cdot L \text{ где}$$

$$\Delta L = \text{тепловой рост [мм]}$$

$$\alpha = 10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

$$\Delta T = 50 \text{ K (для АМА, АМВ, АМК, АМІ), 80 K (для АМН, НХР, МЗВМ, МЗГМ)}$$

$$L = \text{длина корпуса [мм]}$$

ПРИМЕЧАНИЕ: Проверить, чтобы постоянное свободное осевое движение было возможно между полумуфтами (за исключением глухих муфт), чтобы допустить осевое тепловое расширение вала машины без повреждения подшипников.

## 3.6.5 Окончательное выравнивание

### 3.6.5.1 Общая информация

Ниже описан процесс окончательного выравнивания с помощью циферблатных индикаторов, хотя в данный момент на рынке существует более точное измерительное оборудование. Причиной использования циферблатных индикаторов в данном тексте явилась необходимость представления теории выравнивания.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Измерения необходимо выполнять только после надлежащего шиммирования и затягивания фиксирующих болтов.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Измерения окончательного выравнивания следует записывать для последующего использования.

### 3.6.5.2 Выезд полумуфт

Процедура наладки начинается с измерения выезда полумуфт. Это измерение показывает любые неточности вала и/или полумуфт.

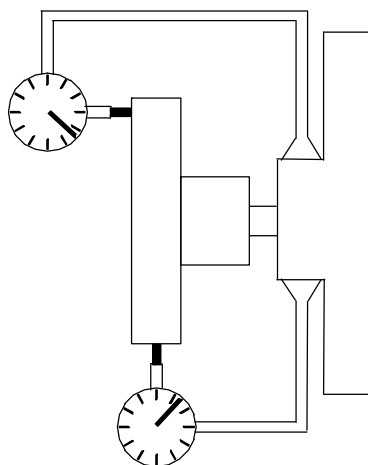
Выезд полумуфт в отношении гнезда подшипника машины замеряется. Установить индикаторы, как показано на рисунке: *Рисунок 3-7 Измерение выезда полумуфты*. Точно так же проверить выезд полумуфт ведомой машины в отношении гнезда подшипника машины.

Простое плечо рычага необходимо для поворота ротора машины с подшипником скольжения.

**\*\*\*Следующее примечание для типа подшипника: подшипники скольжения**

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Перед поворотом подшипники скольжения необходимо заполнить маслом.

Допустимая погрешность выезда составляет менее 0.02 мм (0.8 мил).



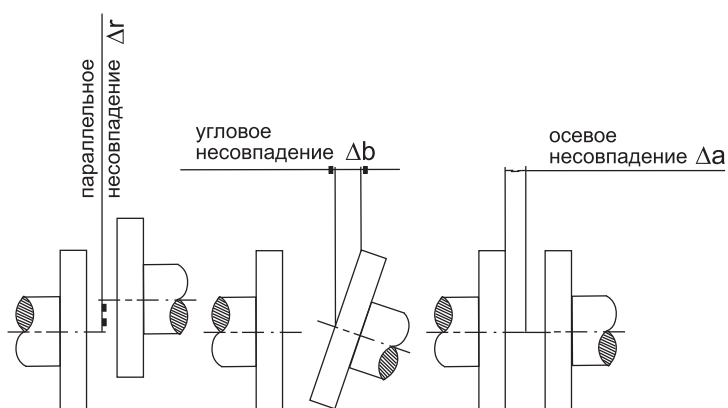
*Рисунок 3-7 Измерение выезда полумуфты*

### 3.6.5.3 Параллельное, угловое и осевое выравнивание

После грубой установки машины, как указано в разделах: *главе 3.6.2 Грубая нивелировка* и *главе 3.6.3 Грубое выравнивание*, можно приступать к окончательному выравниванию. Данная операция должна быть произведена предельно осторожно. В противном случае, это может привести к значительным вибрациям и повреждениям ведомых и ведущих машин.

Выравнивание производится в соответствии с рекомендациями изготовителя муфты. Необходима параллельная, угловая и осевая регулировки положения машины. В некоторых стандартах даны рекомендации по регулировке муфт, например, в BS 3170:1972 "Гибкие муфты для электропередачи".

В соответствии с общепринятой практикой параллельное и угловое смещение не должно превышать 0,05 - 0,10 мм, а осевое смещение - не более 0,10 мм, см. *Рисунок 3-8 Определение смещения*. Соответственно допустимый выезд составляет 0,10-0,20 мм для параллельного и углового смещения.



**Рисунок 3-8 Определение смещения**

### 3.6.5.4 Наладка

Выравнивание машины следует производить в соответствии с приведёнными ниже правилами.

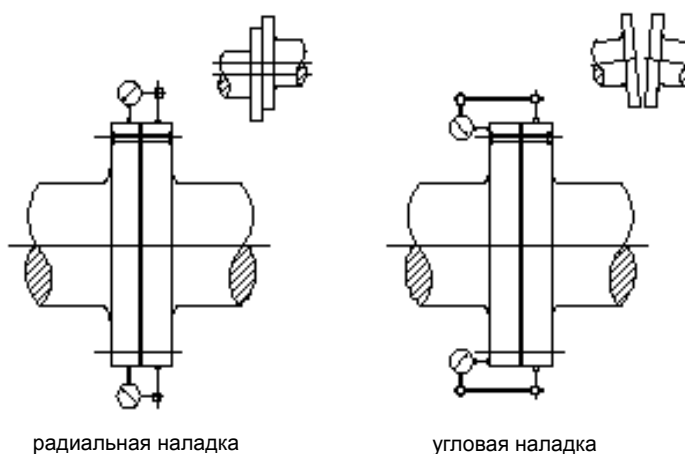
1. Машина должна стоять на винтовых домкратах
2. Прокрутить ротор и проверить осевое концевое смещение, см. *главе 3.6.3 Грубое выравнивание*

**\*\*\*Следующее примечание для типа подшипника: подшипники скольжения**

ПРИМЕЧАНИЕ: Перед поворотом подшипники скольжения необходимо заполнить маслом.

3. Установить регулировочное оборудование. Если используются индикаторы, то стрелку на циферблате следует установить примерно посередине шкалы. Проверить

жёсткость кронштейнов индикатора, чтобы предотвратить опасность прогибания, см  
*Рисунок 3-9 Проверка выравнивания с помощью индикаторов*



**Рисунок 3-9 Проверка выравнивания с помощью индикаторов**

4. Замерить и записать показания для параллельного, углового и осевого смещения в четырех различных положениях: верхнем, нижнем, правом и левом, т.е. через каждые 90° одновременного поворота обоих валов. Показатели следует записать
5. Вертикальное выравнивание производится подкручиванием винтовых домкратов или подъемом гидравлических домкратов. Для упрощения вертикальной регулировки винтовые домкраты устанавливаются в лапах горизонтально установленной машины, см. *Рисунок 3-3 Вертикальное положение лапы машины*. На точность регулировки выравнивания машины иногда влияет тепловое расширение корпуса, см. *главе 3.6.4 Корректировка теплового расширения*
6. Измерить расстояние между низом лапы машины и опорной плитой и установить соответствующие сплошные крепления или цельные клины задвижки или подготовить необходимое количество регулировочных прокладок
7. Подложить сплошные крепления или регулировочные прокладки под лапу машины. Ослабить винтовые домкраты и затянуть крепёжные болты
8. Ещё раз проверить выравнивание. При необходимости откорректировать
9. Завести тетрадь для записи последующих проверок
10. Перезатянуть гайки и заблокировать их сварочным швом со стежками или сильным ударом кернера
11. Скрепить шпонками лапу машины для облегчения последующего нового монтажа машины, см. *главе 3.4.7.1 Скрепление шпонками на лапе машины*.

### 3.6.5.5 Допустимое смещение

Определить допуски при выравнивании невозможно, так как на это влияет большое количество факторов. Слишком большие допуски приводят к вибрации и могут привести к повреждению подшипников или к другим неисправностям. Поэтому рекомендуется выдерживать как можно меньшие допуски. Максимальные допустимые смещения

приведены в таблице: *Таблица 3-1 Рекомендуемые допустимые смещения* Для определения смещения, см. *Рисунок 3-8 Определение смещения*.

ПРИМЕЧАНИЕ: Допуски, указанные производителем муфты, отражают допуски для муфт, а не для выравнивания ведущей-ведомой машины. Допуски, указанные производителем муфты, должны быть приняты за правило при выравнивании только в том случае, если они меньше, чем максимальные допустимые смещения, приведенные в таблице: *Таблица 3-1 Рекомендуемые допустимые смещения*.

**Таблица 3-1. Рекомендуемые допустимые смещения**

Информация по муфтам		Допустимое смещение		
Муфта Диаметр	Тип муфты	Параллельное $\Delta r$	Угловое $\Delta b$	Осевое $\Delta a$
100 – 250 мм (4 – 10")	Жесткий фланец	0,02 мм (0,8 мила)	0,01 мм (0,4 мила)	0,02 мм (0,8 мила)
	Механизм	0,05 мм (2 мила)	0,03 мм (1 мила)	0,05 мм (2 мила)
	Гибкий	0,10 мм (4 мила)	0,05 мм (2 мила)	0,10 мм (4 мила)
250 – 250 мм (10 – 20")	Жесткий фланец	0,02 мм (0,8 мила)	0,02 мм (0,8 мила)	0,02 мм (0,8 мила)
	Механизм	0,05 мм (2 мила)	0,05 мм (2 мила)	0,05 мм (2 мила)
	Гибкий	0,10 мм (4 мила)	0,10 мм (4 мила)	0,10 мм (4 мила)

### 3.7 Уход после монтажа

Если машина не эксплуатируется в течение долгого периода времени после монтажа, необходимо принять те же меры, которые приведены в разделе: *главе 2.6.1 Краткосрочное хранение (менее 2 месяцев)* Следует помнить о 10 поворотах вала как минимум раз в 3 месяца и заполнении самосмазывающихся подшипников маслом. Если имеется внешняя вибрация, муфту вала необходимо открыть и установить соответствующие резиновые прокладки под лапу машины.

**\*\*\*Следующее примечание для типа подшипника: роликовый подшипник**

ПРИМЕЧАНИЕ: Внешняя вибрация может повредить вращающиеся поверхности подшипника, что сократит срок его функционирования.

**\*\*\*Следующее примечание для типа подшипника: подшипник скольжения**

ПРИМЕЧАНИЕ: Внешняя вибрация может повредить скользящие поверхности подшипника, что сократит срок его функционирования.

## Раздел 4 Механические и электрические соединения

---

### 4.1 Общее

Механические и электрические соединения выполняются после завершения монтажа и выравнивания. Механические соединения включают в себя подключение воздухопроводов, водяных труб и/или системы подачи масла там, где это используется.

Электрические соединения включают подключение силового и дополнительных кабелей, кабелей заземления и подключение возможных внешних двигателей вентиляторов.

Для того, чтобы определить необходимые меры, следует ознакомиться с размерными чертежами, схемой соединений и техническими данными, прилагаемыми к машине.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Дополнительные монтажные отверстия и резьбу нельзя сверлить и нарезать через корпус машины, чтобы не повредить машину.

### 4.2 Механические соединения

**\*\*\*Следующий раздел для метода охлаждения: направленный воздух**

#### 4.2.1 Подключение охлаждающего воздуха

Машины, разработанные под систему с охлаждающим потоком воздуха к и/или от машины с воздухопроводами, имеют соединительные фланцы, как указано в размерных чертежах.

Прочистить воздухопроводы прежде, чем подключать их к машине, и проверить их на предмет внутренних помех. Заделать стыки с помощью подходящих прокладок. Проверить возможные утечки в воздухопроводах после их подсоединения.

**\*\*\*Следующий раздел для метода охлаждения: воздушно-водяной и с водоохлаждающим корпусом**

#### 4.2.2 Подключение охлаждающей воды

**\*\*\*Следующий раздел для метода охлаждения: воздушно-водяной**

##### 4.2.2.1 Воздушно-водяной охладитель

Машины, оснащенные воздушно-водяными теплообменниками, имеют фланцы, специфицированные в стандартах DIN 633 или ANSI B 16.5. Подсоединить фланцы и заделать стыки соответствующей прокладкой. Прежде, чем запустить машину, необходимо включить воду.



**\*\*\*Следующий раздел для метода охлаждения: водоохлаждаемый корпус**

## 4.2.2.2 Водоохлаждаемый корпус

Стальной корпус водоохлаждаемой конструкции предназначен для использования только с закрытой циркуляцией свежей воды. Фланцы в цикле охлаждающей воды выполнены в соответствии со спецификациями Заказчика и определены в размерных чертежах.

Охлаждающая вода циркулирует в каналах в корпусе машины. Корпус и каналы выполнены из углеродистой стали в соответствии со стандартом EN 10025: S235 JRG2, соответствующим DIN 17100 - RSt 37-2. Этот материал подвержен коррозии в соленых и сточных водах. Продукты коррозии и грязный осадок могут забить проход в трубах для потока воды. Поэтому очень важно использовать в системе охлаждения чистую обработанную воду.

Стандартные показатели для охлаждающей воды, используемой в системе охлаждения:

- |                                   |              |
|-----------------------------------|--------------|
| • pH                              | 7.0 - 9.0    |
| • Щелочность (CaCO <sub>3</sub> ) | ≥ 1 mmol/kg  |
| • Хлорид (Cl)                     | < 20 мг/кг   |
| • Сульфат                         | < 100 мг/кг  |
| • Концентрация KMnO <sub>4</sub>  | < 20 мг/кг   |
| • Концентрация Al                 | < 0,3 мг/кг  |
| • Концентрация Mn                 | < 0.05 мг/кг |

В большинстве случаев обычная водопроводная вода, то есть вода для бытового употребления, соответствует всем приведенным здесь показателям.

В охлаждающую воду нужно добавить ингибитор, защищающий систему охлаждения от коррозии, загрязнения и, когда это необходимо, от замерзания. Все материалы, соприкасающиеся с охлаждающей водой (трубы, теплообменники, и т. д.), должны быть учтены при выборе подходящего ингибитора.

Рекомендуемый ингибитор:

Производитель ASHLAND

Продукт RD-25

подходит для стали, меди, алюминия и многих других материалов.

Использовать только соответствующие и высококлассные соединительные детали и уплотнения для подсоединения машины к водяному циклу. После подсоединения труб и проводов проверить возможные утечки.

**\*\*\*Следующий раздел для типа подшипника: подшипник скольжения**

## 4.2.3 Подача масла в подшипники скольжения

Машины с системой смазки потоком оборудованы фланцами для масляных трубопроводов и, возможно, манометрами и индикаторами потока масла. Установить все необходимые масляные трубопроводы и подсоединить устройства циркуляции масла.

Смонтировать систему подачи масла рядом с машиной на одинаковом расстоянии от каждого подшипника. Прежде чем подсоединять трубопроводы к подшипникам следует

проверить систему подачи масла, для чего необходимо пропустить через нее промывочное масло. После этого снять масляный фильтр и промыть его.

Масляный контейнер должен быть изготовлен таким образом, чтобы внутри трубопровода возврата масла от контейнера к подшипнику не могло образоваться давление.

Установить и подсоединить трубки подачи масла к подшипникам. Установить трубки отвода масла, идущие вниз от подшипников под минимальным углом 15°, что соответствует уклону величиной 250 – 300 мм/м. Уровень масла внутри подшипника будет возрастать, если уклон трубок будет слишком малым; масло будет протекать слишком медленно от подшипника к масляному контейнеру, в результате чего могут появиться протечки масла или нарушения потока масла.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Не сверлить отверстия в корпусе в ходе установки труб или любого другого оборудования, так как этим можно нанести серьезный ущерб машине.

Заполнить систему подачи масла соответствующим типом масла с нужным показателем вязкости. Тип масла и его вязкость указаны на размерных чертежах. При малейших сомнениях относительно чистоты масла использовать сетку с 0,01 мм (0,4 мила) для фильтрации масла от постороннего мусора.

Перед тем, как запускать машину, необходимо включить подачу масла и проверить циркуляцию масла на предмет возможных утечек. Когда уровень масла достигнет специального окошка, его можно считать нормальным.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Подшипники поставляются без смазочных материалов.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Работа машины без смазочных материалов приведет к немедленному повреждению подшипников.

**\*\*\*Следующий раздел для типа кожуха: Eх р**

#### 4.2.4 Подключение продувочных труб

Машины типа EЕх р или Eх р защищены от взрывов с помощью герметизации. Машины оснащены системой контроля, в которую входят устройство контроля воздуха и перепускной клапан. Система работает на чистом сжатом воздухе, который используется в качестве защитного газа. Перед началом работ машину следует продуть для устранения опасных газов. Во время работы в машине поддерживается повышенное давление для предотвращения попадания в нее опасных газов.

Продувание и подача сжатого воздуха подсоединены к фланцу, которым снабжено устройство подачи воздуха. Давление в подаче воздуха должно сохраняться на уровне от 4 до 8 бар. Скорость потока при продувании и герметизации указана в сертификате Eх. Дополнительная информация о системе контроля представлена в техническом руководстве Поставщика.

#### 4.2.5 Установка датчиков вибраций

Если устанавливаемые датчики вибраций выступают из корпуса машины, они поставляются в неустановленном виде, чтобы исключить повреждения в процессе транспортировки.

Для ввода датчиков вибрации в работу необходимо выполнить следующее:

1. Отсоедините снятые с оборудования датчики вибрации от их кабелей.
2. Выверните заглушки щита из резьбовых монтажных отверстий на торцевом щите машины.
3. Нанесите на монтажные поверхности соответствующий антикоррозионный состав для защиты этих поверхностей от ржавчины.
4. Установите датчики вибрации в резьбовые монтажные отверстия. Момент затяжки зависит от типа применяемого датчика:
  - РYM TRV18: 10 Нм
  - РYM 330400\_ : 3,3 Нм
  - РYM 330500\_ : 4,5 Нм
5. В конце монтажной операции подсоедините кабели к датчику вибрации.

**\*\*\*Следующий раздел относится к типу защиты: Ex e и Ex n**

#### 4.2.6 Условия для продувки воздухом

В зависимости от классификации Ex двигатель может быть оборудован штуцерами для подвода воздуха. Если это так, выполните подсоединения, как показано ниже.

Для получения более подробной информации см. *Предпусковая вентиляция* в начале руководства.

### Подсоединения для машин АМА/АМІ

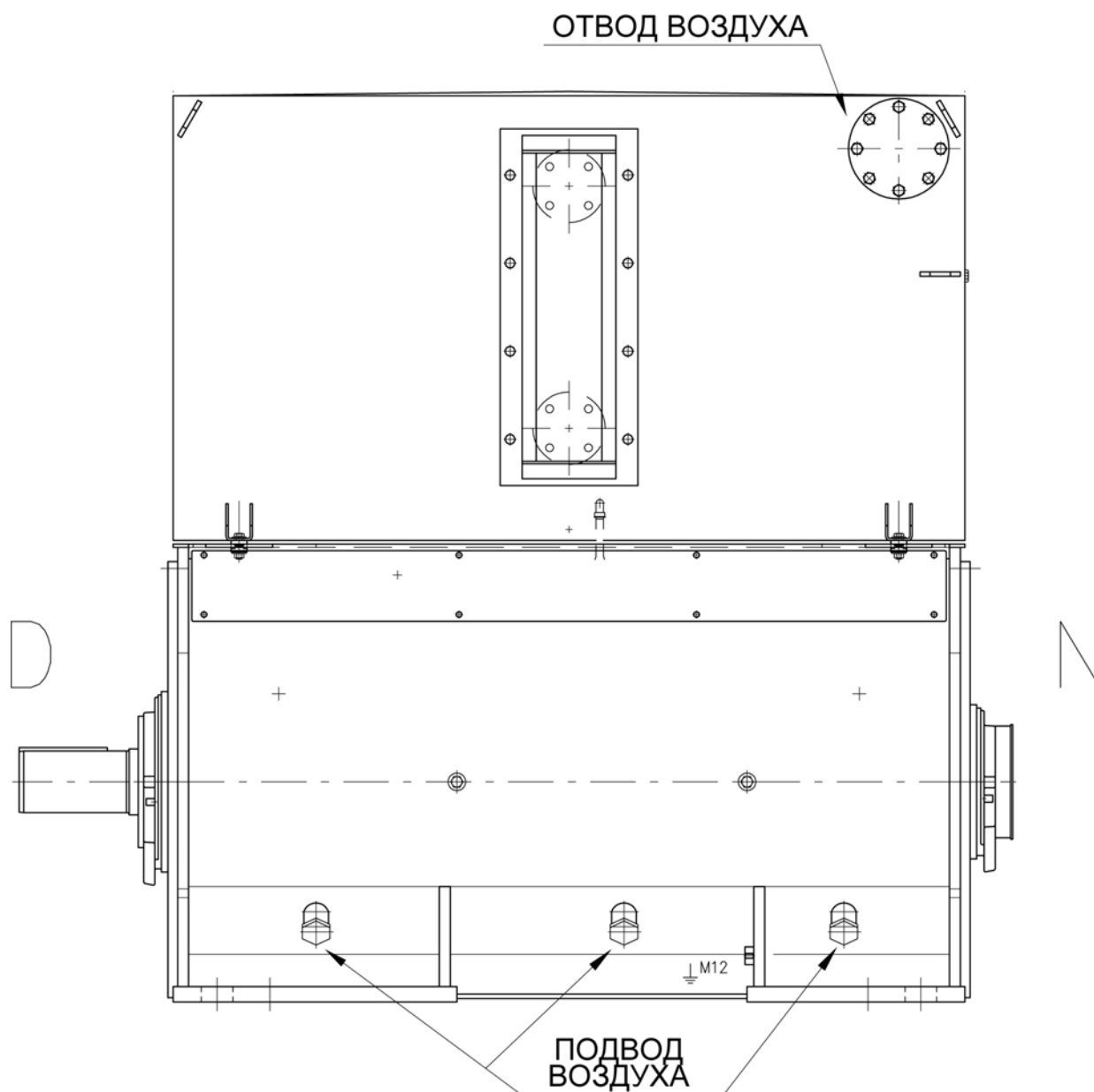


Рисунок 4-1 4-1 Подсоединения для машин АМА/АМІ

- Подвод воздуха: подсоедините только к одной стороне корпуса при помощи трех штуцеров.
- Отвод воздуха: подсоедините к охладителю на одной стороне.

### Подсоединения для машин HXR

Подвод воздуха и отвод воздуха должны подсоединяться на противоположной стороне и на противоположных сторонах двигателя.

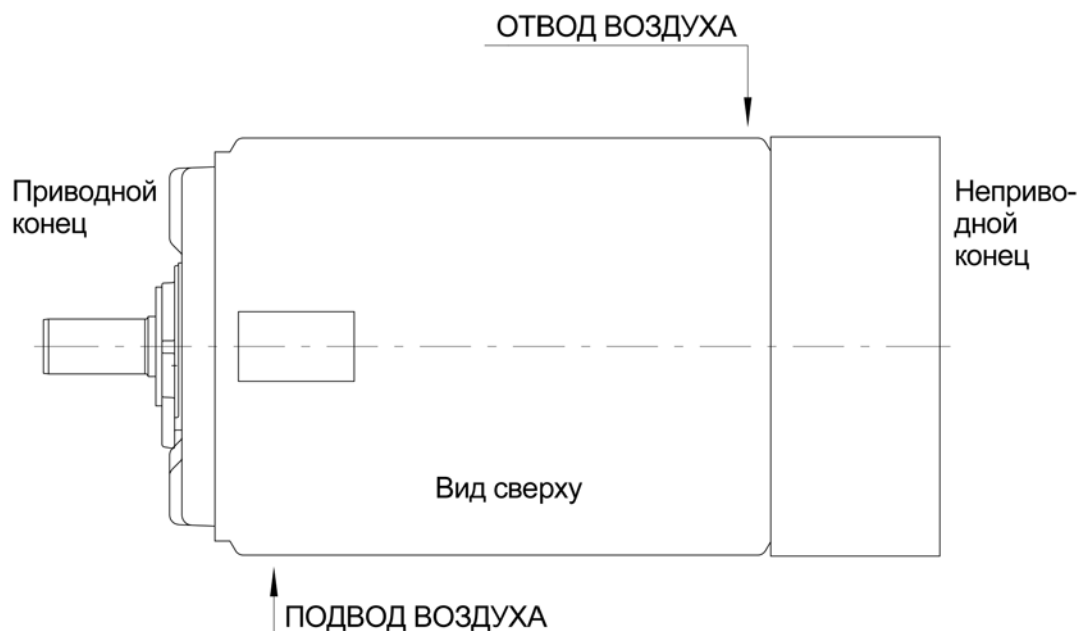


Рисунок 4-2 Места подсоединения подвода и отвода воздуха для машин HXR

**\*\*\*Следующий раздел относится к типу подшипника: Антифрикционный подшипник со смазкой масляным туманом**

#### 4.2.7 Подвод масляного тумана к роликовому подшипнику

Машины со смазкой масляным туманом оборудованы трубными штуцерами. Подсоединить устройства циркуляции масла.

Смонтировать систему подачи масла рядом с машиной. Прежде чем подсоединять трубопроводы к подшипникам, необходимо проверить систему подачи масла, для чего необходимо пропустить через нее промывочное масло. После этого необходимо снять масляный фильтр и промыть его.

Смонтировать и подсоединить трубки подвода и отвода масла к подшипникам.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Нельзя просверливать отверстия в корпусе во время монтажа трубопроводов или другого оборудования, так как это может серьезно повредить машину.

Заполнить систему подачи масла соответствующим маслом нужной вязкости. Правильные тип и вязкость масла указаны в габаритном чертеже. Если вы не уверены, что масло чистое, отфильтруйте от него мусор при помощи сетки с ячейкой величиной 0,01 мм.

Прежде чем запускать машину, необходимо включить подачу масла и проверить масляный контур на предмет возможных протечек.

ПРИМЕЧАНИЕ: Подшипники поставляются без смазочных материалов.

ПРИМЕЧАНИЕ: Нельзя запускать машину без смазки, так как это приведет к повреждению подшипников.

## 4.3 Электрические соединения

### 4.3.1 Общая информация

Все указанные в разделе *Инструкции по технике безопасности* в начале руководства инструкции следует соблюдать.

Прежде чем приступить к работе, необходимо тщательно продумать монтаж электрических соединений. Схемы подключений, полученные с машиной, должны быть изучены до начала работ по установке. Очень важно проверить, чтобы напряжение питания и частота соответствовали значениям, указанным в информационной табличке машины.

Напряжение и частота сети должны находиться в определенных пределах в соответствии с применяемым стандартом. Обратите внимание на значения в информационной табличке и соединительной схеме в распределительной коробке. Дополнительная информация представлена в технических данных машины.

ПРИМЕЧАНИЕ: Перед установкой необходимо убедиться в том, что входящие кабели изолированы от питающей сети. Все кабели должны быть заземлены.

ПРИМЕЧАНИЕ: Проверить всю информацию на табличке, особенно напряжение и подключение обмотки.

#### **\*\*\*Следующий параграф для типа ротора: ротор с постоянным магнитом**

Машины предназначены для использования только с приводами переменной скорости, т.е. с питанием от преобразователей частоты. Преобразователь частоты должен быть предназначен для работы с синхронной машиной с постоянным магнитом. Если есть сомнения в совместимости синхронной машины с постоянным магнитом и преобразователя частоты, обратитесь в Отдел продаж компании ABB.

### 4.3.2 Безопасность

Все электротехнические работы должны выполняться только обученным персоналом. Необходимо соблюдать следующие инструкции безопасности:

- Отключить все оборудование от питания, включая дополнительное оборудование
- Обеспечить предохранение от произвольного подключения оборудования к питанию
- Проверить, чтобы все детали были изолированы от соответствующей подачи
- Подключить все детали к заземлению и замкнуть схемы
- Накрыть или обеспечить барьеры от деталей под напряжением в непосредственной близости от места работ
- Если вторичная цепь трансформатора тока размыкается, примите меры для предотвращения ее размыкания в ходе эксплуатации.

**\*\*\*Следующий маркер для типа ротора: ротор с постоянным магнитом**

- Синхронные машины с постоянными магнитами вырабатывают напряжение при вращении вала. Прежде чем открыть распределительную коробку, следует обеспечить невозможность вращения вала. Не открывать и не прикасаться к незащищенным клеммам во время вращения вала. Следовать инструкциям в разделе: *Инструкции по технике безопасности* в начале руководства.

### 4.3.3 Измерение сопротивления изоляции

Перед тем, как запустить машину в первый раз, после долгого периода простоя или в связи с текущим ремонтом оборудования, сопротивление изоляции машины необходимо измерить, см. *главе 7.6.4 Тест на сопротивление изоляции*.

### 4.3.4 Варианты главной распределительной коробки

Внутри главной распределительной коробки не должно быть грязи, влаги и постороннего мусора. Сама коробка, кабельные сальники и неиспользуемые входные кабельные отверстия должны быть закрыты от проникновения грязи и воды.

Главная распределительная коробка оснащена сливной пробкой в нижней части коробки. Во время транспортировки и хранения пробка должна быть открыта так, чтобы половина пробки находилась внутри, а другая половина снаружи. Во время работы машины пробка должна быть закрыта, но время от времени ее следует открывать. Если коробка поворачивалась после доставки, функционирование сливной пробки необходимо проверить, и, если необходимо, установить заново в нижнюю часть коробки.

Некоторые основные распределительные коробки можно поворачивать на 90 градусов. Перед поворотом проверить, чтобы длина кабелей между обмоткой статора и распределительной коробкой была достаточной.

#### 4.3.4.1 Поставка без главной распределительной коробки

Если машина поставляется без главной распределительной коробки, кабели подключения статора должны быть перед вводом в эксплуатацию защищены заземленной оболочкой. Эта конструкция должна иметь такой же или более высокий класс защиты и сертификации для применения в опасных зонах, что и машина.

Во избежание повреждения, кабели подключения статора должны быть укорочены так, чтобы свести к минимуму возможность их свободного перемещения. Поставщик распределительного устройства несет ответственность за обеспечение соответствующего крепежа для кабелей подключения статора. При покладке кабелей подключения статора должно обеспечиваться достаточное свободное пространство во избежание их перегрева. Кабели подключения статора не должны соприкасаться с острыми кромками. Минимальный радиус изгиба кабеля подключения статора равняется его наружному диаметру, умноженному на шесть.

### 4.3.5 Изоляционные расстояния подсоединений основного питания

Подключения кабелей основного питания должны быть разработаны с учетом сложных условий эксплуатации, в которых изоляторы могут подвергаться загрязнению, увлажнению и импульсному перенапряжению. Для обеспечения долгой и бесперебойной

работы важно, чтобы длина изоляции и длина пути тока утечки были достаточными. Минимальная длина изоляции и длина пути тока утечки должны соответствовать повышенным требованиям, которые зависят от:

- Местных требований
- Стандартов
- Классификационных норм
- Классификации опасной зоны.

Длина изоляции и пути тока утечки применяются к изоляционным расстояниям между двумя разными фазами, а также к изоляционным расстояниям между одной фазой и землей. Изоляционное воздушное расстояние - это кратчайшее расстояние по воздуху между двумя точками с различным электрическим потенциалом (напряжением). Длина пути тока утечки является кратчайшим расстоянием по прилежащим поверхностям между двумя точками с разным электрическим потенциалом (напряжением).

#### 4.3.6 Кабели основного питания

Размеры входных кабелей должны быть адекватными максимальному току нагрузки и соответствовать местным стандартам. Оконечные кабельные муфты должны быть подходящего типа и размера. Необходимо проверить подсоединение ко всем устройствам.

Для обеспечения надежности работы соединения кабеля основного питания должны быть надежно герметизированы. Дополнительная информация в приложении: *Приложение Типовое подключение магистрального силового кабеля.*

#### **\*\*\*Следующее примечание для типа кожуха: все машины для опасных зон**

ПРИМЕЧАНИЕ: Для машин типа Ex кабельные сальники и вводы для подающих кабелей должны быть сертифицированы (Ex). Сальники и вводы не входят в комплект поставки.

ПРИМЕЧАНИЕ: Перед монтажом необходимо проверить изоляцию входящих кабелей от подающей сети и заземление всех кабелей.

Статорные оконечные муфты помечены буквами U, V и W в соответствии с IEC 60034-8 или T1, T2, и T3 в соответствии с NEMA MG-1. Нейтральная оконечная муфта помечена буквой N (IEC) или T0 (NEMA). Распалубка, стыковка и изолирование высоковольтных кабелей должны осуществляться в соответствии с инструкциями производителя кабеля.

Кабели необходимо оснастить опорой, чтобы на шины распределительной коробки не было никакого давления.

ПРИМЕЧАНИЕ: Проверить порядок фаз через схему соединений.

#### **\*\*\*Следующий параграф для типа ротора: ротор с постоянным магнитом**

ПРИМЕЧАНИЕ: Синхронные машины с постоянным магнитом необходимо оснастить кабелями, используя экранированные симметричные кабели и кабельные сальники, обеспечивающие крепление на 360° (также используется название EMC).



**\*\*\*Следующий параграф для типа ротора: контактные кольца**

#### 4.3.7 Вторичные кабели для машин с фазным ротором

Гнездо контактного кольца на неприводном конце машины служит распределительной коробкой для вторичных кабелей и имеет тот же уровень защиты, что и машина.

Кабели можно подсоединить с любой стороны. Подключение сделано к оконечным муфтам ротора на оконечном щитке, который спроектирован для работы с шестью кабельными наконечниками на фазу. Оконечные муфты обозначены буквами К, L и М в соответствии с публикацией IEC 60034-8.

ПРИМЕЧАНИЕ: Прежде, чем подключать кабели, внимательно изучить схему соединения, прилагаемую к машине.

#### 4.3.8 Вспомогательная распределительная коробка

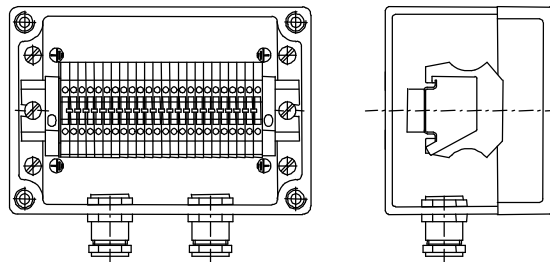
Вспомогательные распределительные коробки прикреплены к корпусу машины в зависимости от дополнительного оборудования и требований Заказчика. Их положение показано на размерных чертежах машины.

Вспомогательные распределительные коробки оснащены контактными колодками и кабельными сальниками, см.

*Рисунок 4-3 Типичная вспомогательная распределительная коробка.* Максимальный размер проводников обычно ограничен 2,5 мм<sup>2</sup> (0,004 кв. дюйма), а напряжение ограничено до 750 В. Кабельные сальники подходят для кабелей с диаметром 10 – 16 мм (0,4” – 0,6”).

**\*\*\*Следующее примечание для типа кожуха: все машины для опасных зон**

ПРИМЕЧАНИЕ: Для машин типа Ex кабельные сальники и вводы для подающих кабелей должны быть сертифицированы (Ex). Сальники и вводы не входят в поставку.



*Рисунок 4-3 Типичная вспомогательная распределительная коробка*

#### 4.3.8.1 Подключение дополнительного оборудования

Подключение осуществляется в соответствии со схемой соединения.

ПРИМЕЧАНИЕ: Прежде, чем подключать кабели, внимательно изучить схему соединения, прилагаемую к машине. До ввода в эксплуатацию необходимо проверить подсоединение и функционирование дополнительного оборудования.

ПРИМЕЧАНИЕ: Когда машина отключена, пометить оконечные муфты дополнительного оборудования, которое обычно находится под напряжением, соответственно.

#### 4.3.8.2 Подключение внешнего вентиляторного электропривода

Внешний вентиляторный электропривод обычно представляет из себя трехфазный асинхронный двигатель. Соединительная коробка обычно расположена на корпусе вентиляторного двигателя. На информационной табличке внешнего вентиляторного двигателя указаны показатели используемого напряжения и частоты. Направление вращения вентилятора указано стрелкой на фланце основной машины.

ПРИМЕЧАНИЕ: Произвести визуальную проверку направления вращения внешнего вентиляторного двигателя (вентилятора) перед тем, как запустить машину. Если вентиляторный мотор вращается не в том направлении, порядок фаз мотора должен быть изменен.

#### 4.3.9 Заземление

Корпус машины, основная распределительная коробка, вспомогательная распределительная коробка и дополнительное оборудование должны быть заземлены. Соединения с землей и подача питания должны защищать корпус машины от опасного электрического потенциала (напряжение).

ПРИМЕЧАНИЕ: Прежде, чем машина будет подключена к подающему напряжению, заземление следует проводить в соответствии с местными нормами.

ПРИМЕЧАНИЕ: Гарантия не распространяется на подшипники, которые были повреждены в результате неправильного заземления или кабелепроводки.

Проставить на машине и распределительных коробках знаки заземления в соответствии с действующими национальными стандартами.

**\*\*\*Следующий раздел для типа установки: привод с регулируемой скоростью**

#### 4.3.10 Требования к машинам с питанием от преобразователя частоты

Согласно нормам директивы EMC (89/336/ ЕЕС, с дополнением 93/68/ЕЕС) требуется, чтобы машины переменного тока (АС) с питанием от преобразователя частоты устанавливались с экранированными кабелями, как указано ниже. За дополнительной информацией о других эквивалентных кабелях обращаться к местному представителю фирмы ABB.

### 4.3.10.1 Основной кабель

Основной кабель электропитания между машиной и преобразователем частоты должен представлять собой симметричный трехпроводной экранированный кабель, который должен соответствовать требованиям ограничений по вредным электромагнитным излучениям, установленным в стандарте вредных выбросов промышленной окружающей среды EN 50081-2. Более подробные сведения приведены в руководстве ABB «*Grounding and cabling of the drive system*» (3AFY 61201998 REV C).

### 4.3.10.2 Заземление основного кабеля

Для того, чтобы соответствовать нормам EMC, требуется высокочастотное заземление основного кабеля. Это достигается с помощью заземления экранов кабеля на 360° на входах кабеля в машине и в преобразователе частоты. Заземление в машине можно произвести с помощью системы кабельного транзита EMC ROX SYSTEM для экранированных установок.

ПРИМЕЧАНИЕ: Высокочастотное заземление 360° входов кабеля выполнено для погашения электромагнитных помех. Кроме того, экраны кабеля должны быть подсоединены к защитному заземлению (PE), чтобы соответствовать всем нормам безопасности.

### 4.3.10.3 Дополнительные кабели

Дополнительные кабели должны быть экранированы, чтобы соответствовать требованиям EMC. Особые кабельные сальники следует использовать для высокочастотного заземления на 360° кабельных экранов на входах.

## Раздел 5 Ввод в эксплуатацию и запуск

---

### 5.1 Общее

Отчет о вводе в эксплуатацию является решающим инструментом для дальнейшего обслуживания, ремонта и диагностики неисправностей в машине.

Ввод в эксплуатацию нельзя считать завершенным до составления и регистрации приемлемого отчета о вводе в эксплуатацию.

Отчет о вводе в эксплуатацию должен быть в наличии при заявлении рекламаций для получения гарантии на машину. Контактная информация указана в разделе: *главе 9.1.3 Контактная информация отдела обслуживания электродвигателей и генераторов.*

Рекомендуемый отчет о вводе в эксплуатацию можно найти в приложении: *Приложение ОТЧЕТ О ВВОДЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ.*

### 5.2 Проверка механического монтажа

Проверить выравнивание машины до ввода её в эксплуатацию:

- Проверить отчет о выравнивании и удостовериться в том, что оно произведено в соответствии с рекомендуемыми ABB правилами, приведенными в разделе: *главе 3.6 Выравнивание*
- Протокол о выравнивании следует включить в отчёт о вводе в эксплуатацию

Убедиться в надёжном крепеже машины к фундаменту:

- Удостовериться в удовлетворительном состоянии фундамента, в отсутствии трещин
- Проверить затяжку крепежных болтов.

При необходимости провести дополнительную проверку:

- Прежде чем запустить ротор, проверить, чтобы система смазки была включена и функционировала
- По возможности произвести прокрутку ротора вручную и убедиться в том, что ротор вращается свободно, без посторонних звуков
- Проверить сборку основной распределительной коробки и системы охлаждения
- Проверить места соединения маслопровода и трубопровода охлаждения на предмет их протекания в момент функционирования системы
- Проверить давление и циркулирование потока масла и охлаждающей жидкости.

### 5.3 Измерение сопротивления изоляции

Перед тем, как запустить машину в первый раз, после долгого периода простоя или в связи с текущим ремонтом оборудования, сопротивление изоляции машины необходимо измерить, см. *главе 7.6.4 Тест на сопротивление изоляции.*

## 5.4 Проверка монтажа электрооборудования

Кабели питания могут быть постоянно подключены к муфтам основной распределительной коробки после измерения сопротивления изоляции статора, см. *главе 7.6.4 Тест на сопротивление изоляции*.

Проверить подключение кабелей питания:

- Проверить правильность момента затяжки болтов кабельных наконечников.
- Убедиться в правильной прокладке кабелей.
- Убедиться в правильном снятии натяжения кабелей.
- Проверить подключение дополнительного оборудования.

ПРИМЕЧАНИЕ: Если машина поставляется без главной распределительной коробки, см. *главе 4.3.4.1 Поставка без главной распределительной коробки*.

### \*\*\*Следующее примечание для типа *кожуха*: все машины для опасных зон

ПРИМЕЧАНИЕ: Если нагреватель для защиты от конденсации без автоматического регулятора включается сразу же после отключения двигателя, примите необходимые меры для регулирования температуры внутри корпуса двигателя. Нагреватели для защиты от конденсации могут работать только в условиях регулируемой температуры.

## 5.5 Контрольное и защитное оборудование

### 5.5.1 Общая информация

Машина оснащена термодетекторами, которые подключаются к системе защиты и контроля за температурой. Расположение и тип, а также установки для данных датчиков можно найти в размерных чертежах и схеме соединения.

Сигнальный уровень температуры для термометров сопротивления (RTD, Pt-100) должен быть установлен на максимально низком уровне. Уровень может определяться на основании результатов теста или отмеченной операционной температуры. Аварийный температурный сигнал можно установить на 10K (20°F) выше, чем операционная температура машины во время максимальной нагрузки при наивысшей температуре воздуха.

Если используется двухфункциональная система мониторинга, нижний уровень обычно используется как аварийный сигнальный уровень, а высший - как уровень размыкания.

ПРИМЕЧАНИЕ: В случае расцепления машины, причина, по которой это произошло, должна быть выявлена и устранена до повторного запуска машины. В случае аварийного сигнала выявить причину и отрегулировать ситуацию. Использовать руководство по диагностике неисправностей, см. *главе 8.1 Диагностика неисправностей*.

### \*\*\*Следующее примечание для типа *ротора*: ротор с постоянным магнитом

ПРИМЕЧАНИЕ: Синхронные машины с постоянным магнитом оснащены элементами сопротивления Pt100 и терморезисторами. Использование этих

защитных элементов обязательно для предупреждения риска перегрузки машины.

## 5.5.2 Температура обмотки статора

### 5.5.2.1 Общее

Обмотки статора изготовлены в соответствии с классом нагревостойкости F, который имеет предельно допустимую температуру 155°C (300°F). Высокая температура будет способствовать старению изоляции и сокращению срока функционирования обмотки. Поэтому необходимо полностью продумать решение об уровнях расцепления температуры и аварийных сигналах для обмотки.

### 5.5.2.2 Термометры сопротивления

#### Рекомендуемые предельные температурные установки:

Для определения температурных установок, см. схему соединений, поставленную вместе с машиной. При установке температурного сигнала рекомендуется использовать метод, описанный в разделе: *главе 5.5.1 Общая информация*.

### 5.5.2.3 Терморезисторы

Если машина оснащена терморезисторами (PTC), операционная температура терморезисторов указана в схеме соединений. Операционная функция может быть выбрана из аварийного или расцепительного сигнала. Если машина оснащена шестью терморезисторами, можно соответственно использовать оба: аварийный и расцепительный сигналы.

## 5.5.3 Терморегулирование подшипников

### 5.5.3.1 Общее

Подшипники могут быть оснащены термометрами для мониторинга температуры подшипников. Вязкость используемого смазочного вещества или масла будет меньше под действием более высокой температуры. Когда вязкость падает ниже определенного предела, способность к образованию смазывающей пленки внутри подшипника снижается, подшипник выходит из строя, что может привести к повреждению вала.

Если машина оснащена термометрами сопротивления, температуру подшипников необходимо, если это возможно, контролировать непрерывно. Если температура подшипника внезапно начинает повышаться, машину немедленно следует отключить, так как рост температуры может указывать на повреждение подшипника.

### 5.5.3.2 Термометры сопротивления

#### Рекомендуемые предельные температурные установки:

Для определения температурных установок, см. схему соединений, поставленную вместе с машиной. При установке температурного сигнала рекомендуется использовать метод, описанный в разделе: *главе 5.5.1 Общая информация*.

### 5.5.3.3 Терморезисторы

Если роликовые подшипники оснащены терморезисторами (РТС), операционная температура терморезисторов указана в схеме соединений. Операционная функция может быть выбрана из аварийного или расцепительного сигнала. Если роликовые подшипники оснащены двумя терморезисторами, можно соответственно использовать оба: и аварийный и расцепительный сигналы.

### 5.5.4 Защитное оборудование

Машину необходимо защитить от различных аварийных ситуаций, повреждений и перегрузок, которые могут вывести машину из строя. Защита должна соответствовать инструкциям и правилам, касающимся той страны, в которой машина используется.

Значения параметров машины для установок реле указаны в документе "Технические данные машины", который включен в документацию, прилагаемую к машине.

ПРИМЕЧАНИЕ: Производитель машины не несет ответственности за регулировку защитного оборудования на рабочем месте.

## 5.6 Первый испытательный пуск

### 5.6.1 Общее

Первый испытательный пуск - это стандартная процедура после завершения монтажа и наладки и осуществления всех необходимых механических и электрических подключений, проведения процедуры ввода в эксплуатацию и активизации защитных устройств.

ПРИМЕЧАНИЕ: Если возможно, первый запуск производится с разъединенной муфтой между ведущей и ведомой машиной. Нагрузка машины в любом случае должна быть предельно низкой.

### 5.6.2 Меры предосторожности перед первым испытательным пуском

Визуальная проверка машины и ее дополнительного оборудования необходима перед первым испытательным пуском. Следует проверить, чтобы все необходимые меры, проверки и наладки были произведены.

Перед испытательным пуском необходимо произвести следующие проверки и измерения:

- Если полумуфта не установлена, ключ удлинения вала необходимо заблокировать или снять

#### **\*\*\*Следующий маркер для типа подшипника: подшипник скольжения**

- Резервуары для масла в подшипнике скольжения и возможные системы подачи масла заполнены соответствующим типом масла до нужного уровня. Система подачи масла включена

**\*\*\*Следующий абзац относится к типу подшипника: Роликовый подшипник**

- Проверните ротор вручную и проверьте на слух, нет ли подозрительных шумов в подшипниках. Проворачивание ротора с рукавными подшипниками можно выполнять с помощью обычного рычага

**\*\*\*Следующий абзац относится к типу подшипника: Роликовый подшипник со смазкой масляным туманом**

- Система подачи масла заполнена маслом рекомендуемого типа до необходимого уровня. Система подачи масла включается.

**\*\*\*Следующий маркер для типа охлаждения: воздушно-водяной**

- В машинах с водяным охлаждением необходимо включить охлаждающую воду. Герметичность фланцев и охлаждающего устройства проверена
- Подключения кабелепроводки, кабелей и шин проверены и соответствуют схеме соединений
- Проверены заземления и соответствующие устройства
- Реле запуска, контроля, защиты и аварийного сигнала каждого устройства проверены
- Сопротивление изоляции обмоток и прочее оборудование проверено
- Щитки машины установлены, створки вала подогнаны друг к другу
- Машина и помещение очищены

**\*\*\*Следующий маркер для типа кожуха: Ex p**

- Кожух машины Ex продут и загерметизирован. См. инструкции к системе продува и герметизации.

## 5.6.3 Запуск

Первый запуск должен длиться не более одной (1) секунды, во время которой проверяется направление вращения машины. Направление вращения возможных внешних вентиляторных моторов также проверяется. Необходимо убедиться, чтобы вращающиеся детали не соприкасались со стационарными деталями.

ПРИМЕЧАНИЕ: Если машина не оснащена смещенными по оси подшипниками и машина запущена расцепленной, совершенно нормально, что вал будет двигаться вдоль оси до стабилизации.

### 5.6.3.1 Направление вращения

Цель первого запуска машины - проверить направление ее вращения. Машина должна вращаться в том направлении, как показано стрелкой на корпусе или на крышке вентилятора. Направление вращения внешнего вентиляторного мотора показано стрелкой около вентиляторного мотора. Машиной можно управлять только при определенном направлении вращения. Направление вращения показано на информационной табличке, см. приложение: *Приложение Расположение информационных табличек*.

Машины, разработанные для функционирования в реверсном режиме, отмечены двунаправленной стрелкой на информационной табличке, а также на корпусе машины.



Если желаемое направление вращения по какой-либо причине отличается от разработанного для машины, охлаждающие вентиляторы во внутреннем и/или внешнем охладительном цикле должны быть заменены, как и отметка на информационной табличке.

Чтобы изменить направление вращения, поменяйте фазы питания.

**\*\*\*Следующий раздел для типа ротора: контактные кольца**

### 5.6.3.2 Запуск машин с контактными кольцами

Машины с фазным ротором не могут управляться без стартера. Стартер, как правило, представляет переменное сопротивление, подключенное к каждой фазе ротора через контактные кольца. Установка стартера выполнена в соответствии с требуемыми пусковым крутящим моментом и силой тока. Запуск обычно осуществляется с номинальной силой тока и номинальным крутящим моментом.

Во время запуска сопротивление стартера снижено, а скорость пробивного крутящего момента сдвинута к более высокой скорости. Скорость машины всегда находится между фактической скоростью пробивного крутящего момента и синхронной скоростью. Операции между простым и пробивным крутящим моментом или срыв потока во время запуска запрещены.

ПРИМЕЧАНИЕ: Если перед запуском машины не была произведена проверка регулировки всего токосъемного привода, это может привести к серьезным неполадкам! Все соединения стартера и их функционирование также следует проверить.

ПРИМЕЧАНИЕ: Устройство подъема щеток должно находиться в положении запуска перед пуском машины.

**\*\*\*Следующий раздел для типа кожуха: Ex p**

### 5.6.3.3 Пуск машин с защитой типа Ex p

Взрывозащита машин с защитой типа Ex p в ходе работы обеспечивается путем герметизации кожуха. Перед герметизацией кожух машины следует продуть чистым воздухом. Подробные инструкции по продуву и герметизации оборудования при вводе в эксплуатацию приведены в отдельном руководстве. В случае возникновения заметной утечки воздуха из кожуха машины, негерметичные места соединения деталей должны быть соответствующим образом уплотнены.

Система продувки и герметизации должна быть включена в систему блокировки пуска. Подключите сигнальные цепи датчиков тревоги и состояния блока к системе управления главным автоматическим предохранителем. При этом пуск машины будет невозможен до завершения продувки и герметизации ее кожуха.

## 5.7 Первый ход машины

После первого успешного испытательного запуска муфта между ведущей и ведомой машиной должна быть соединена, а машина должна быть запущена заново.

## 5.7.1 Контроль за первым ходом машины

Когда машина работает в первый раз, следует проверить соответствие ее работы. Уровень вибрации, температура обмоток и подшипников и другое оборудование часто контролируется. Если машина функционирует как и положено, ее можно оставить работать на более долгое время.

Проверить операционную нагрузку машины путем сравнения текущей нагрузки со значением, указанным на информационной табличке машины.

Записать показатели температуры, выданные термодетекторами обмоток и, если имеются, подшипников. Регулярно проверять температуру и следить, чтобы она оставалась ниже предельного уровня. Рекомендуется постоянный контроль за температурой.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Если термодетектор сопротивления (RTD, Pt-100) или его эквивалент не доступны, температура поверхности зоны подшипника должна быть, по возможности, замерена. Температура подшипника приблизительно на 10°C (20°F) выше, чем температура поверхности.

В случае любых отклонений от нормальной операции, напр. повышенная температура, шум или вибрация, отключить машину и определить причину отклонений. Если необходимо, проконсультируйтесь с изготовителем машины.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Не расцеплять защитные устройства во время работы машины или во время поиска причины несоответствующего функционирования машины.

## 5.7.2 Проверки работы машины

В течение первых дней работы машины очень важно вести наблюдение за машиной на случай любых изменений в вибрации, уровня температуры или появления посторонних шумов.

## 5.7.3 Подшипники

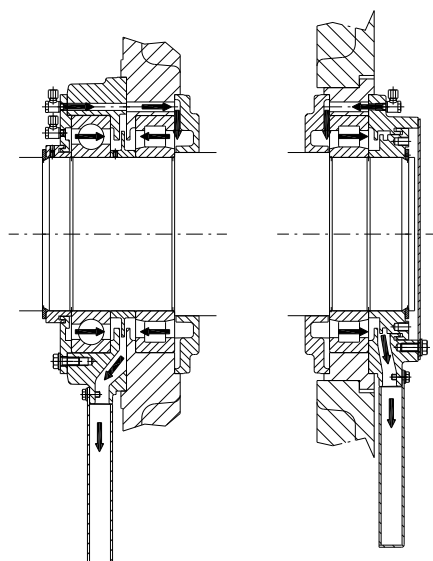
Вращающиеся электрические машины производства АВВ оснащены роликовыми подшипниками или подшипниками скольжения.

**\*\*\*Следующий раздел для типа подшипника: роликовый подшипник**

### 5.7.3.1 Машины с роликовыми подшипниками

В случае установки новой машины или машины, которая не эксплуатировалась более 2 месяцев, заполните подшипники новым смазочным веществом сразу после запуска. При этом в подшипники подается новая смазка и выдерживается интервал повторной смазки.

Новую смазку необходимо подавать во время работы машины до тех пор, пока старая смазка или избыток новой смазки не выйдет через смазочный канал внизу корпуса подшипника, см. *Рисунок 5-1 Пример смазочного канала, проходящего через подшипниковый узел горизонтальной машины.*



**Рисунок 5-1 Пример смазочного канала, проходящего через подшипниковый узел горизонтальной машины**

ПРИМЕЧАНИЕ: При первоначальной смазке может потребоваться подавать смазочный материал несколько раз (в 3–10 раз больше объема, указанного на табличке смазки).

ПРИМЕЧАНИЕ: Повторную смазку следует произвести не позднее, чем через 12 месяцев после первой.

Тип используемой оригинальной смазки указан на табличке подшипника на машине. Допустимые типы смазочных веществ указаны в главе 7.5.3 Роликовые подшипники.

ПРИМЕЧАНИЕ: Не смешивайте смазочные материалы! В подшипнике должен быть только один тип смазки, а не смесь нескольких смазочных материалов.

Сначала температура подшипников будет повышаться из-за избыточного смазочного вещества. Через несколько часов избыток смазки будет выведен через смазочный клапан, и температура подшипника вернется к нормальному рабочему уровню.

Если есть возможность, после нескольких часов работы машины измерьте вибрации или значения электродвигателя вращения шпинделя (значения SPM) в ниппелях SPM и запишите показатели для последующего использования.

**\*\*\*Следующий раздел для типа подшипника: подшипник скольжения**

### 5.7.3.2 Машины с подшипниками скольжения

Проверить, чтобы ни одна из вращающихся деталей не соприкасалась со стационарными деталями. Проверить через специальное окошко уровень масла внутри подшипника. Он должен соответствовать середине окошка, но до тех пор, пока уровень масла остается в пределах окошка, он считается допустимым.

На первых этапах эксплуатации следует регулярно проверять уровень масла и температуры подшипников. Это особенно важно для самосмазывающихся подшипников. Если температура подшипников внезапно начинает расти, машину нужно немедленно остановить и выявить причину повышения температуры до того, как заново ее запустить. Если не найдена логическая причина с помощью измерительного оборудования, рекомендуется открыть подшипник и проверить его состояние. Если на машину распространяются гарантийные обязательства, необходимо связаться с заводом-производителем, прежде чем принимать какие-либо меры.

Для самосмазывающихся подшипников вращение масляного кольца проверяется через специальное окошко сверху подшипника. Если масляное кольцо не вращается, машину необходимо немедленно остановить, так как остановка масляного кольца может привести к поломке подшипника.

Для подшипников, смазываемых потоком, давление подачи масла регулируется с помощью запорного клапана и измерительной диафрагмы. Обычное давление подачи составляет  $125 \text{ кПа} \pm 25 \text{ кПа}$  (18 фунтов/кв. дюйм  $\pm$  4 фунта/кв. дюйм). Это обеспечивает надлежащий поток масла в подшипнике. Использование более высокого давления подачи не принесет пользы, зато может привести к утечке масла в подшипнике. Интенсивность маслотока также специфицирована в размерных чертежах.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Система смазки должна быть построена так, чтобы давление внутри подшипника было равно атмосферному (внешнему) давлению. Давление воздуха, поступающего в подшипник через входные или выходные масляные трубы, может привести к утечкам масла.

## 5.7.4 Вибрации

Более полное описание вибраций см. в разделе: *главе 7.4.2 Вибрация и шум*.

## 5.7.5 Уровни температуры

Температуру подшипников, обмоток статора и охлаждающего воздуха следует измерять во время работы машины.

Температура обмоток и подшипников может достигнуть стабильного уровня только после нескольких (4-8) часов работы при полной нагрузке.

Температура обмоток статора зависит от нагрузки машины. Если полная нагрузка не достигнута во время запуска или через небольшой период времени после начала работы, показатель достигнутой нагрузки и температуру необходимо занести в отчет о вводе в эксплуатацию.

Информацию по рекомендуемым настройкам уровней аварийной сигнализации и отключения см. в главной схеме электрических соединений.

**\*\*\*Следующий раздел для типа охлаждения: воздушно-воздушный и воздушно-водяной**

## 5.7.6 Теплообменники

Перед запуском проверить надежность соединений и отсутствие утечек в системе. После того, как машина отработала некоторое время, систему охлаждения необходимо

проверить. Убедиться, чтобы охлаждающая жидкость, если используется, и воздух циркулировали без помех.

**\*\*\*Следующий раздел для типа ротора: контактные кольца**

### 5.7.7 Контактные кольца

Проверить, чтобы щетки на контактных кольцах не вырабатывали искру.

## 5.8 Отключение

Отключение машины зависит от конкретной сборки, но можно выделить общие правила:

- Сократить нагрузку приводного оборудования, если используется
- Открыть главный выключатель
- Включить возможные антиконденсаторные нагреватели, если они автоматически не включаются через выключатель

**\*\*\*Следующий маркер для типа охлаждения: воздушно-водяной и с водоохлаждающим корпусом**

- В машинах с водяным охлаждением отключить поток охлаждающей воды во избежание конденсации внутри машины.

## Раздел 6 Эксплуатация

---

### 6.1 Общее

Обеспечение бесперебойной работы машины требует постоянного и тщательного контроля за ней.

Перед запуском машины следует обязательно проверить, чтобы:

- Подшипники были смазаны или заполнены маслом до необходимого уровня в соответствии с техническими спецификациями производителя и размерными чертежами
- Функционировала охлаждающая система
- Кожух машины был прочищен и при необходимости герметизирован
- Не проводилось техническое обслуживание
- Персонал, задействованный в работе с машиной, и оборудование были подготовлены к пуску машины.

См. описание процедуры пуска в разделе: *главе 5.6.3 Запуск*.

В случае каких-либо отклонений от нормального режима эксплуатации, напр., повышенной температуры, шумов или вибраций, отключить машину и выяснить причину неполадки. Если необходимо, проконсультируйтесь с изготовителем машины.

ПРИМЕЧАНИЕ: Если машина работает под нагрузкой, ее поверхности могут нагреваться.

**\*\*\*Следующее примечание для типа ротора: ротор с постоянным магнитом**

ПРИМЕЧАНИЕ: Перегрузка машины может привести к размагничиванию постоянного магнита и к повреждению обмоток.

### 6.2 Нормальные условия работы

Машины производства АВВ разработаны индивидуально для работы в нормальных рабочих условиях в соответствии со стандартами IEC или NEMA, спецификациями Заказчика и внутренними стандартами АВВ.

Условия работы, в частности, максимальная температура воздуха и максимальная рабочая высота специфицированы в эксплуатационной спецификации, входящей в проектную документацию. Фундамент не должен подвергаться внешним вибрациям, во внешнем воздухе не должно быть пыли, солей, агрессивных газов и разъедающих веществ.

ПРИМЕЧАНИЕ: Инструкции по технике безопасности приведены в разделе *Инструкции по технике безопасности* и должны соблюдаться постоянно.

## 6.3 Количество пусков

Допустимое количество последовательных пусков подающих машин прямого действия во многом зависит от характеристики нагрузок (кривая крутящего момента против ротационной скорости, инерции), а также от типа и конструкции машины. Большое количество и/или слишком тяжелые запуски ведут к аномальному повышению температуры и напряжению, что ведет к ускорению состаривания и ненормальному сокращению срока эксплуатации или даже к поломке машины.

Информацию о допустимых последовательных или ежегодных запусках можно получить из эксплуатационной спецификации или проконсультировавшись по этому вопросу с производителем. Характеристики нагрузки агрегата необходимы для определения пусковой частоты. В качестве руководства можно указать максимальное количество пусков типичной установки на уровне 1000 пусков в год.

Следует использовать систему контроля, подсчитывающую количество пусков, и определить интервалы обслуживания, исходя из эквивалентных часов эксплуатации, см. *главе 7.3 Программа техобслуживания*.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Инструкции по технике безопасности приведены в разделе *Инструкции по технике безопасности* и должны соблюдаться постоянно.

## 6.4 Контроль

Технический персонал должен регулярно производить проверку машины. Это означает обязательную проверку машины и соответствующего оборудования на слух, на ощупь и запах для того, чтобы научиться распознавать неполадки в нормальном функционировании машины.

Такой контроль необходим для наиболее полного ознакомления технического персонала с оборудованием. Это очень важно для своевременного обнаружения и устранения неполадок.

Различие между контролем и техническим обслуживанием незначительное. Обычный контроль за работой включает регистрацию таких эксплуатационных данных, как нагрузка, температура и вибрация. Эти данные являются полезной основой для последующего техобслуживания и ремонта.

- В течение начального периода эксплуатации (- 200 часов) контроль должен быть интенсивным. Температуры подшипников и обмоток, нагрузка, ток, охлаждение, смазка и вибрация должны проверяться регулярно.
- В течение следующего периода эксплуатации (200 - 1000 часов) рекомендуется ежедневная проверка. Необходимо вести дневник осмотра машины, который хранится у Заказчика. Регулярность проверок можно увеличить, если машина постоянно и стабильно эксплуатируется.

Необходимые контрольные бланки приведены в приложении: *Приложение ОТЧЕТ О ВВОДЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ*.

### 6.4.1 Подшипники

Температура и смазка подшипников должны тщательно контролироваться, см. подробнее в разделе: *главе 5.7.3 Подшипники*.

## 6.4.2 Вибрации

Уровень вибрации в ведущих-ведомых машинах должен находиться под наблюдением, см. подробнее в разделе: *главе 7.4.3 Вибрация корпусов подшипников*.

## 6.4.3 Температуры

Температуру подшипников, обмоток статора и охлаждающего воздуха необходимо проверять во время работы машины, см. подробнее в разделе: *главе 5.7.5 Уровни температуры*.

**\*\*\*Следующий раздел для типа охлаждения: воздушно-воздушный и воздушно-водяной**

## 6.4.4 Теплообменник

Проверить, чтобы все подключения были прочно закреплены и не было утечек в системе. Убедиться, чтобы охлаждающая жидкость, если используется, и воздух циркулировали без помех.

**\*\*\*Следующий раздел для типа ротора: контактные кольца**

## 6.4.5 Токосъемник

Следить за износом угольных щеток и менять изношенные на новые. Проверять, чтобы щетки не образовывали искру.

Убедиться, чтобы поверхности контактных колец были гладкими. Если они не гладкие, следует обработать их на токарном станке. В идеальных условиях ровный слой коричневой патины установится на контактных кольцах уже в первые часы работы.

Проверить герметичность гнезда контактного кольца. Гнездо должно быть защищено от попадания воды, жирной смазки, масла или пыли.

## 6.5 Обслуживание

Операционное обслуживание включает в себя запись операционной информации: нагрузки, температуры и колебаний. Эти данные являются полезной основой для последующего техобслуживания и ремонта.

## 6.6 Отключение

Когда машина не находится в работе, антиконденсатные нагреватели должны быть отключены там, где они используются. Это необходимо, чтобы избежать конденсационного эффекта внутри машины.

**\*\*\*Следующий параграф для типа охлаждения: воздушно-водяной и с водоохлаждающим корпусом**

В машинах с охлаждающей водой, подача охлаждающей воды должна быть отключена, чтобы избежать конденсационного эффекта внутри машины.

ПРИМЕЧАНИЕ: Напряжение может быть подано на распределительную коробку для нагревательного элемента.



## Раздел 7 Техническое обслуживание

---

### 7.1 Профилактическое обслуживание

Вращающаяся электрическая машина, как правило, является важным компонентом более крупной установки и, если проверка и техосмотр осуществляются своевременно, будет надежна в эксплуатации и выработает весь положенный срок.

Поэтому техническое обслуживание необходимо для того, чтобы:

- Обеспечить надежное функционирование машины без возникновения каких-либо непредвиденных ситуаций или необходимости вмешательства
- Оценивать и планировать операции обслуживания с целью минимизации простоев.

Различие между контролем и техническим обслуживанием незначительное. Обычные контроль и техобслуживание включают в себя запись эксплуатационных данных, в том числе: нагрузки, температуры, вибрации, проверку смазки и измерение сопротивления изоляции.

После ввода в эксплуатацию или технического обслуживания проверка должна вестись интенсивно. Температуры подшипников и обмоток, нагрузка, ток, охлаждение, смазка и вибрация должны проверяться регулярно.

Данный раздел включает рекомендации относительно программы техобслуживания и рабочие инструкции по проведению типичных сервисных операций. Следует внимательно ознакомиться с приведенными инструкциями и рекомендациями и использовать их как основу при планировании программы техобслуживания. Следует заметить, что приведенные в данном разделе рекомендации представляют минимальный уровень обслуживания. Интенсификация обслуживания и контроля позволит увеличить надежность машины и долгий срок ее службы.

Информация, полученная в ходе контроля и обслуживания, полезна для оценки и планирования дополнительного сервисного обслуживания. В том случае, если полученная информация сигнализирует о неисправности, инструкции, представленные в разделе: *главе 8 Диагностика неисправностей*, помогут в определении места и причины проблемы.

Компания АВВ рекомендует привлекать экспертов к разработке программы техобслуживания, а также к непосредственной работе и диагностике возможных неисправностей. Организация, занимающаяся послепродажным обслуживанием электродвигателей и генераторов компании АВВ, будет рада предложить свою помощь в решении этих вопросов. Контактную информацию отдела послепродажного обслуживания можно найти в *главе 9.1.3 Контактная информация отдела обслуживания электродвигателей и генераторов*.

Важной составляющей профилактического обслуживания является наличие необходимого комплекта запасных частей. Чтобы критически важные запчасти были всегда под рукой, лучше всего хранить их на складе. Готовые комплекты запчастей можно заказать в отделе послепродажного обслуживания компании АВВ, см. *главе 9.1.3 Контактная информация отдела обслуживания электродвигателей и генераторов*.

## 7.2 Меры техники безопасности

Перед работой с любым электрическим оборудованием во избежание несчастных случаев следует ознакомиться с основными требованиями по электробезопасности, а также с местными правилами техники безопасности. Работы должны вестись в соответствии с указаниями лица, ответственного за безопасность.

Рабочие, проводящие техобслуживание электрического оборудования и установок должны быть квалифицированными специалистами. Персонал должен быть обучен и ознакомлен со спецификой процедур техобслуживания и тестов вращающихся электрических машин.

### \*\*\*Следующие три параграфа для типа кожуха: все машины для опасных зон

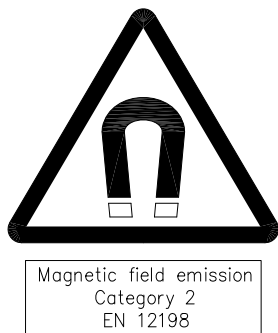
Машины для опасных зон эксплуатации разработаны так, чтобы соответствовать официальным требованиям в отношении предотвращения взрывоопасности. Если машина неправильно используется, плохо подключена или ее конструкция подверглась изменению, даже весьма незначительному, ее надежность может вызывать сомнения.

Стандарты относительно подключения и использования электрических аппаратов в опасных условиях следует соблюдать, особенно это касается национальных стандартов по монтажу (см. стандарты: IEC 60079-14, IEC 6000-17 и IEC 6007-19). Только подготовленный персонал, ознакомленный с данными стандартами, может работать с указанным типом техники.

Отключить и заблокировать оборудование до начала работы на машине или приводном оборудовании. Убедиться, чтобы в ходе работы окружающая атмосфера оставалась взрывозащищенной.

Основные инструкции по безопасности см. в разделе *Инструкции по технике безопасности*.

### \*\*\*Следующее примечание для типа ротора: ротор с постоянным магнитом



**ПРИМЕЧАНИЕ:** Машины с постоянным магнитом вырабатывают напряжение при вращении вала. Прежде чем открыть распределительную коробку, следует обеспечить невозможность вращения вала. Не открывать и не прикасаться к незащищенным клеммам во время вращения вала. Соблюдать *Инструкции по технике безопасности*.

### \*\*\*Следующее примечание для типа установки: привод с регулируемой скоростью

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Полюсы машины с преобразователем частоты могут находиться под напряжением даже в том случае, когда машина не находится в работе.

## 7.3 Программа техобслуживания

Данный раздел представляет рекомендуемую программу техобслуживания для машин фирмы АВВ. Данная программа является общей и должна рассматриваться как самый необходимый уровень обслуживания. Обслуживание должно быть более интенсивным, если того требуют сложные условия эксплуатации или требуется повышенная надежность. Следует также заметить, что даже при выполнении данной программы обслуживания нельзя забывать об обычном контроле и наблюдениях за состоянием машины.

Следует также отметить, что несмотря на то, что программы обслуживания, приведенные ниже, были разработаны для отдельных машин, они могут включать в себя ссылки на такое дополнительное оборудование, которое есть только в некоторых машинах.

Программа техобслуживания включает четыре уровня, которые становятся актуальными в зависимости от срока эксплуатации машины. Объем работы и время простоя может варьироваться, поэтому уровень 1 включает быстрый визуальный осмотр, а уровень 4 - более тщательные измерения и замену деталей. Более подробная информация о комплектах запасных деталей, которые применяются при разных уровнях техобслуживания, представлена в разделе: *главе 9.2 Запасные части для вращающихся электрических машин*. Рекомендуемые интервалы технического обслуживания можно посмотреть в таблице: *Таблица 7-1*. Рекомендации по эксплуатационным часам в данном разделе даны в эквиваленте к эксплуатационным часам (Eq. h), которые можно рассчитать по формуле:

**\*\*\*Следующий параграф для типа установки: привод с регулируемой скоростью**

*Эквивалентные часы эксплуатации (Eq. h) = Действительные часы эксплуатации*

**\*\*\*Следующий параграф для типа установки: привод с постоянной скоростью**

*Эквивалентные часы эксплуатации (Eq. h) = Действительные часы эксплуатации +  
Количество пусков x 20*

### Уровень 1 (L1)

Уровень 1 или L1 включает визуальные проверки и мелкий ремонт. Цель технического обслуживания данного уровня – проведение быстрой проверки возможных проблем до того, как они начнут перерастать в серьезные неполадки и незапланированный перерыв на ремонт. Этот уровень также позволяет определить те вопросы, на которые следует обратить внимание в ходе следующего более объемного техосмотра.

Обслуживание может длиться предположительно 4 - 8 часов, в зависимости от типа и установки машины, а также глубины осмотра. Набор инструментов, применяемых на данном уровне, включает обычные рабочие инструменты, в т.ч. гаечные ключи и отвертки. На этапе подготовки следует открыть инспекционные щитки. При выполнении данного вида обслуживания желательно иметь в наличии, как минимум, эксплуатационный набор запасных частей. О наборах запчастей см. *главе 9.2.5 Рекомендуемые запчасти в различных наборах*.

Первый уровень 1 следует провести после 4 000 эквивалентных часов эксплуатации или через шесть месяцев после ввода машины в эксплуатацию. Далее техобслуживание уровня L1 следует проводить ежегодно в середине срока между техобслуживаниями уровня L 2, см. таблицу: *Таблица 7-1*.

## Уровень 2 (L2)

Уровень 2 или L2 включает проверки, тесты и незначительные операции техобслуживания. Цель данного уровня – выявить, имеются ли проблемы в работе машины и произвести небольшой ремонт для обеспечения бесперебойной работы.

Данный уровень техобслуживания может длиться приблизительно 8 - 16 часов, в зависимости от типа и установки машины, а также количества необходимых сервисных операций. В набор рабочих инструментов на данном этапе должны входить обычные рабочие инструменты, разномер, динамометрический ключ и тестер сопротивления изоляции. На этапе подготовки следует открыть инспекционные защитные покрытия и подшипники, если требуется. Запасные части, применяемые на этом уровне обслуживания, включены в эксплуатационный набор запасных частей. О наборах запчастей см. *главе 9.2.5 Рекомендуемые запчасти в различных наборах*.

Первое техобслуживание уровня L2 нужно провести после 8 000 эквивалентных часов эксплуатации или через год после ввода машины в эксплуатацию. Далее обслуживание уровня L2 следует проводить ежегодно или после каждых 8 000 эквивалентных часов эксплуатации, см. таблицу: *Таблица 7-1*.

## Уровень 3 (L3)

Уровень 3 или L3 включает проведение более обширных проверок, тестов и более крупных мер обслуживания, чем уровни L1 и L2. Цель данного уровня – решить возникшие проблемы и заменить изношенные детали.

Данный уровень технического обслуживания занимает предположительно 16 - 40 часов, в зависимости от типа и установки машины, а также от количества заменяемых деталей и объема работ. Набор необходимых инструментов включает те же инструменты, что и уровень L2, и, кроме того, еще и эндоскоп и осциллограф. На подготовительном этапе следует открыть инспекционные защитные покрытия, подшипники и водяной охладитель, если он используется. Запасные части, применяемые на этом уровне обслуживания, включены в рекомендуемый набор запасных частей. О наборах запчастей см. *главе 9.2.5 Рекомендуемые запчасти в различных наборах*.

Техобслуживание уровня L3 следует проводить после каждых 24 000 эквивалентных часов эксплуатации или с интервалом от трех до пяти лет. Проведение техобслуживания уровня L3 заменяет запланированные по графику уровни L1 или L2 и устраняет необходимость их проведения, см. таблицу: *Таблица 7-1*.

## Уровень 4 (L4)

Уровень 4 или L4 включает проведение крупных проверок и ремонтных операций. Цель данного этапа - вернуть машине надежное рабочее состояние.

Данный уровень техобслуживания занимает приблизительно 40 - 80 часов в зависимости от состояния машины и необходимых восстановительных мер. Набор необходимых инструментов включает те же инструменты, что и уровень L3, и, кроме того еще и оборудование для съема ротора. Подготовительные операции включают в себя открытие инспекционных щитков, подшипников и водяного охладителя, если имеется, и снятия ротора.

Номенклатуру запасных частей, необходимых для этого уровня обслуживания, требуется определить до начала работ. Потребуется, как минимум, рекомендуемый набор запасных частей. Запчасти, включенные в капитальный набор запасных частей, обеспечат быстрое и успешное выполнение этого вида обслуживания.

Техобслуживание уровня L4 следует проводить после каждых 80 000 эквивалентных часов эксплуатации. Проведение техобслуживания уровня L4 заменяет запланированные по графику уровни L1, L2 или L3 и устраняет необходимость их проведения, см. таблицу: Таблица 7-1.

### 7.3.1 Рекомендуемая программа техобслуживания

Аббревиатуры, используемые в программе техобслуживания:

- V = Визуальная проверка
- C = Чистка
- D = Разборка и сборка
- R = Восстановление оборудования или замена
- T = Тестирование и измерение.

Не все процедуры подходят для каждой машины.

Таблица 7-1. Интервалы проведения техобслуживания

Объект техобслуживания	ИНТЕРВАЛЫ ТЕХОБСЛУЖИВАНИЯ				Проверка/Тест
	Эквивалентные часы эксплуатации или временной период, в зависимости от того, что наступит первым				
	L1	L2	L3	L4	
	4 000 Eq. h	8 000 Eq. h	24 000 Eq.h	80 000 Eq.h	
	12 000 Eq. h	16 000 Eq. h			
	20 000 Eq. h				
	28 000 Eq. h				
	S года	ежегодно	через 3-5 лет	капремонт	

#### 7.3.1.1 Основная конструкция

Объект техобслуживания	L1	L2	L3	L4	Проверка/Тест
Работа машины	V / T	V / T	V / T	V / T	Запуск, отключение, измерение вибраций, холостой ход
Монтаж и фундамент	V	V / T	V / T	V / T / D	Трещины, ржавчина, выравнивание
Наружная поверхность	V	V	V	V	Ржавчина, утечки, состояние
Крепления	V	V / T	V / T	V / T	Герметичность всех креплений
Анкерные болты	V	V	V / T	V / T	Крепление, состояние

### 7.3.1.2 Подключение основного питания

Объект техобслуживания	L1	L2	L3	L4	Проверка/Тест
Кабелепроводка высокого напряжения	V	V / T	V / T	V / T / D	Износ, крепление
Подключение высокого напряжения	V	V / T	V / T	V / T / D	Окисление, крепление
Принадлежности распределительной коробки, то есть конденсаторы защиты от перенапряжений, разрядники и трансформаторы тока	V	V	V	V	Общее состояние
Кабельные транзиты	V	V	V	V	Состояние кабелей, подключенных к машине, и внутри машины

### 7.3.1.3 Статор и ротор

Объект техобслуживания	L1	L2	L3	L4	Проверка/Тест
Сердечник статора	V	V	V	V / C	Фиксация, трещины, швы
Изоляция обмотки статора	V	V / T	V / T / C	V / T / C	Износ, чистота, сопротивление изоляции, тест на обратную изоляцию (тест на высокое напряжение)
Выступы катушки статора	V	V	V	V	Повреждения изоляции
Опоры катушки статора	V	V	V	V	Повреждения изоляции
Пазовые клинья статора	V	V	V	V	Движение, герметичность
Конечные затворы статора	V	V	V	V	Фиксация, изоляция
Измерительные устройства	V	V	V	V	Состояние кабелей и крепления
Изоляция обмотки ротора	V	V / T	V / T / C	V / T / C	Износ, чистота, сопротивление изоляции
Противовесы ротора	V	V	V	V	Движение
Центр вала	V	V	V	V	Трещины, коррозия
Подсоединения в роторе	V	V	V / T	V / T	Фиксация, общее состояние
Заземленные щетки	V	V	V	V	Работа и общее состояние

ПРИМЕЧАНИЕ: Не рекомендуется разбирать полностью закрытые машины для проверок изнутри чаще, чем раз в 3-5 лет (L3).

### 7.3.1.4 Вспомогательные элементы

Объект техобслуживания	L1	L2	L3	L4	Проверка/Тест
Элементы Pt-100 (статор, охлаждающий воздух, подшипник)	V	V / T	V / T	V / T	Сопротивление
Нагреватели для устранения конденсации	V	V / T	V / T	V / T	Работа, сопротивление изоляции
Кодовые датчики	V	V	V / T	V / T	Работа, общее состояние, юстировка
Дополнительные распределительные коробки	V	V / T	V / T	V / T	Общее состояние, клеммы, состояние проводки

\*\*\*Следующая таблица для типа ротора: контактные кольца

### 7.3.1.5 Токоъемник

Объект техобслуживания	L1	L2	L3	L4	Проверка/Тест
Сборка	V	V / C	V / C	V / C	Монтаж, изоляция
Держатели щеток	v	V / T	V / T	V / T	Наладка
Щетки	V	V / T	V / T	V / T	Образование дуги, зазор
Подводка кабеля к контактным кольцам	V	V	V	V	Износ, образование дуги
Контактные кольца	V / T	V / T	V / T	V / T	Износ, закругленность, патина
Щеточный механизм	V	V / T	V / T	V / T	Сопротивление изоляции
Элементы Pt-100	V	V / T	V / T	V / T	Сопротивление
Нагреватели для устранения конденсации	V	V / T	V / T	V / T	Работа, сопротивление изоляции
Датчики положения	V	V	V / t	V / T	Работа, общее состояние, наладка
Дополнительные распределительные коробки	V	V / T	V / T	V / T	Общее состояние, выводы, состояние электропроводки



### 7.3.1.6 Система смазки и подшипники

\*\*\*Следующая таблица для типа подшипника: роликовый подшипник

Объект техобслуживания	L1	L2	L3	L4	Проверка/Тест
Подшипник в работе	T	T	T / R	T / R	Общее состояние, дополнительные шумы, вибрация
Избыточность консистентной смазки	V	V / C	V / C	V / C	Состояние, очистка, опорожнение резервуара для отработанного масла
Повторная смазка	V	V / R	V / R	V / R	В соответствии с информацией на табличке
Уплотнения	V	V / D	V / D	V / D	Утечка
Изоляция подшипника	V / C	V / C	V / C / T	V / C / T	Отсутствие грязи на концевых щитках, сопротивление изоляции

\*\*\*Следующая таблица для типа подшипника: подшипник скольжения

Объект техобслуживания	L1	L2	L3	L4	Проверка/Тест
Подшипник в сборе	V	V / T	V / T	V / T	Фиксация, общее состояние
Кожухи подшипников	V	V	V / T / D	V / T / D	Общее состояние, износ
Уплотнения и сальники	V	V	V / T / D	V / T / D	Утечка
Изоляция подшипника	V	V / T	V / T / D	V / T / D	Состояние, сопротивление изоляции
Смазочный трубопровод	V	V	V / T / D	V / T / D	Утечка, работа
Смазочное масло	V / R	V / R	V / R	V / R	Количество, качество, поток
Масляное кольцо	V	V	V	V	Эксплуатация
Регулятор маслосток	V	V / T	V / T	V / T / D	Эксплуатация
Масляный бак	V	V / C	V / C	V / C	Чистота, утечка
Подъемная система	V	V / T	V / T	V / T	Эксплуатация
Охладитель/нагреватель масла	T	T	T	T	Температура масла

### 7.3.1.7 Охлаждающая система

\*\*\*Следующая таблица для типа охлаждения: открытый воздух

Объект техобслуживания	L1	L2	L3	L4	Проверка/Тест
Вентилятор(ы)	V	V	V	V	Работа, состояние
Фильтры	V / C	V / C	V / C / R	V / C / R	Отсутствие грязи, работа
Воздуховоды	V	V / C	V / C	V / C	Отсутствие грязи, работа

\*\*\*Следующая таблица для типа охлаждения: воздушно-воздушный

Объект техобслуживания	L1	L2	L3	L4	Проверка/Тест
Вентилятор(ы)	V	V	V	V	Работа, состояние
Трубы	V	V / C	V / C	V / C	Отсутствие грязи, работа
Каналы	V	V / C	V / C	V / C	Отсутствие грязи, работа
Ребра плиты	V	V / C	V / C	V / C	Общее состояние
Демпферы вибрации	V	V	V	V	Состояние и профиль

\*\*\*Следующая таблица для типа охлаждения: воздушно-водяной

Объект техобслуживания	L1	L2	L3	L4	Проверка/Тест
Теплообменник	V	V	V	V	Утечка, работа, тест на давление
Вентилятор	V	V	V	V	Работа, состояние
Трубы	V	V / C	V / C	V / C	Чистота, коррозия
Каналы	V	V / C	V / C	V / C	Отсутствие грязи, работа
Концевые шкафы	V	V / C	V / C	V / C	Утечка, состояние
Уплотнения и сальники	V	V / C	V / C	V / C	Утечка, состояние
Ребра плиты	V	V / C	V / C	V / C	Общее состояние
Демпферы вибрации	V	V	V	V	Состояние и профиль
Защитные аноды			V / C	V / C	Состояние, активность
Регулятор водяного потока	V / T	V / T	V / T	V / T	Эксплуатация

## 7.4 Обслуживание основных конструкций

Чтобы обеспечить продолжительный срок функционирования основной конструкции машины, внешнюю поверхность машины нужно содержать в чистоте и регулярно проверять на предмет ржавчины, утечек и других дефектов. Грязь на внешних поверхностях машины подвергает корпус коррозии и может повлиять на охлаждение машины.

### 7.4.1 Упругость креплений

Упругость креплений следует проверять регулярно. Особое внимание необходимо обратить на заливку раствора, анкерные болты и части ротора, которые должны быть всегда надежно затянуты. Ослабление креплений в этих деталях может привести к внезапному и существенному повреждению всей машины.

Основные значения моментов затяжки приведены в таблице: *Таблица 7-2*.

*Таблица 7-2. Основные моменты затяжки*

Размер	Момент затяжки в нм (фунт-фут) Класс свойств 8.8 для болтов			
	Смазан [нм]	Смазан [фунт-фут]	Сухой [нм]	Сухой [фунт-фут]
M 4	2.7	2.0	3.0	2.2
M 5	5.0	3.7	5.5	4.1
M 6	9	6.6	9.5	7.0
M 8	22	12	24	18
M 10	44	32	46	34
M 12	75	55	80	59
M 14	120	88	130	96
M 16	180	130	200	150
M 20	360	270	390	290
M 24	610	450	660	490
M 27	900	660	980	720
M 30	1200	890	1300	960
M 36	2100	1500	2300	1700
M 39	2800	2100	3000	2200
M 42	3400	2500	3600	2700
M 48	5200	3800	5600	4100

ПРИМЕЧАНИЕ: Значения в таблице: *Таблица 7-2* даны общие и не распространяются на такие элементы, как диоды, опорные изоляторы, подшипники, полюсы кабелей или полюсные крепления, концевые шины, импульсные

разрядники, конденсаторы, преобразователи тока, мосты выпрямителя и тиристора. Значения таблицы также являются вторичными, если в другой части данного руководства приведены иные значения.

## 7.4.2 Вибрация и шум

Высокий или повышенный уровень вибрации указывает на изменение состояния машины. Нормальный уровень вибрации зависит от области применения, типа и фундамента машины. Ниже приведены некоторые типичные причины, которые могут вызвать высокий уровень вибрации или шума:

- Информацию по центровке см. в *главе 3 Установка и выравнивание*
- Информацию по воздушному зазору см. в *главе 3 Установка и выравнивание*
- Износ и повреждение подшипника
- Информацию по вибрации от подсоединенного машинного оборудования см. в *главе 3 Установка и выравнивание*
- Информацию по ослаблению затяжки крепежного оборудования или анкерных болтов см. в *главе 3 Установка и выравнивание*
- Дисбаланс ротора
- Соединительная муфта.

## 7.4.3 Вибрация корпусов подшипников

Приведенные ниже инструкции основаны на стандарте ISO 10816-3:1998 Механическая вибрация - Оценка вибрации машины путем замеров на невращающихся деталях: Часть 3: Промышленные машины с номинальной мощностью более 15 кВт и номинальными скоростями вращения между 120 об/мин и 15000 об/мин при измерении на месте эксплуатации.

### 7.4.3.1 Процедура измерений и рабочие условия

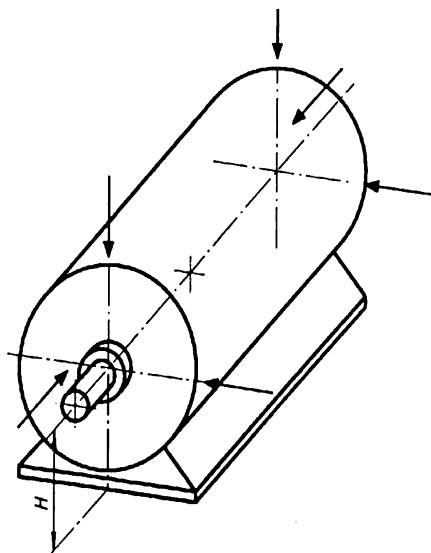
#### Измерительное оборудование

Измерительное оборудование должно подходить для измерения широкополосной среднеквадратической вибрации с плоской характеристикой диапазона частоты от не менее 10 Гц до 1 000 Гц, в соответствии с требованиями стандарта ISO 2954. В зависимости от критериев вибрации, могут понадобиться измерения смещения и скорости или их комбинации (см. ISO 10816-1).- Тем не менее, для машин со скоростью, достигающей 600 об/мин. или менее, нижний предел плоской характеристики диапазона частоты не должен превышать 2 Гц.

#### Места измерений

Измерения обычно выполняются на открытых частях машины, доступ к которым не затруднен. Необходимо обеспечить, чтобы измерения в разумных пределах представляли собой показания вибраций гнезда подшипника, а не включали в себя какие-либо местные резонансные вибрации или усиления. Места и направления измерений вибраций должны быть такими, чтобы они обеспечивали адекватную чувствительность к динамическим силам машины. Обычно для этого требуются два ортогональных радиальных места

измерений на каждой крышке или корпусе подшипника, как показано на *Рисунок 7-1 Точки замера*. Датчики могут быть размещены в любом угловом положении на гнезде подшипника. Вертикальные и горизонтальные направления обычно являются предпочтительными для машин горизонтального монтажа. Для вертикальных или наклонных машин место, которое дает максимальные показания вибрации, должно быть одним из тех, которые применяются. В некоторых случаях можно порекомендовать измерить также вибрацию и в осевом направлении. Специальные места и направления должны быть запротоколированы при проведении измерений.



*Рисунок 7-1 Точки замера*

#### 7.4.3.2 Классификация в соответствии с гибкостью опоры

При классификации гибкости опор в особых направлениях используется два варианта:

- жесткие опоры
- гибкие опоры

Эти опорные условия определяются соотношением между гибкостью машины и фундамента. Если наименьшая собственная частота комбинированной системы машины и фундамента в направлении измерения будет выше, чем ее главная частота возбуждения (это в большинстве случаев частота вращения) на величину не менее 25 %, то опорная система может считаться жесткой в этом направлении. Все другие опорные системы могут считаться гибкими.

В тех случаях, когда класс системы машина-опора невозможно без затруднений определить при помощи чертежей и расчетов, его можно определить испытанием. Электрические машины больших и средних размеров с малой скоростью вращения обычно будут иметь жесткие опоры.

### 7.4.3.3 Оценка

Стандарт ISO 10816-1 дает основное описание двух критериев оценки, используемых для определения сложности вибрации в разных классах машин. Один из критериев затрагивает амплитуду наблюдаемой широкополосной вибрации; второй - изменения амплитуд, независимо от того, увеличиваются они или уменьшаются.

#### Зоны оценки

Следующие зоны определены для выработки качественной оценки вибрации данной машины и предоставления рекомендаций по допустимым мерам.

Зона А: Вибрации машин, только что введенных в эксплуатацию, обычно прекращаются на этом этапе.

Зона В: Машины с вибрацией в пределах этой зоны обычно считаются приемлемыми для неограниченной длительной работы.

Зона С: Машины с вибрацией в пределах этой зоны обычно считаются неудовлетворительными для безостановочной длительной работы. Как правило, машина может работать в этих условиях в течение ограниченного периода времени до тех пор, пока не представится благоприятная возможность для принятия мер по устранению этих условий.

Зона D: Значения вибраций в пределах этой зоны обычно считаются настолько жесткими, что они приведут к повреждению машины.

**Таблица 7-3. Классификация зон жесткости вибраций для больших машин с номинальной мощностью свыше 300 кВт и не более 50 МВт; электрические машины с высотой вала H/315 мм или более**

Класс опоры	Законтурная зона	Среднеквадратическая скорость [мм/сек.]
Жесткий	A/B	2.3
	B/C	4.5
	C/D	7.1
Гибкий	A/B	3.5
	B/C	7.1
	C/D	11.0

#### Эксплуатационные пределы

Обычно на практике для режимов длительной работы устанавливают эксплуатационные пределы вибраций. Эти пределы принимают формат сигналов ТРЕВОГА и ОТКЛЮЧЕНИЕ.

Таблица 7-4 показывает значения включения сигналов ТРЕВОГА и ОТКЛЮЧЕНИЕ для машин на основании эксплуатационного опыта для аналогичных машин. По прошествии определенного периода времени будет установлено стабильное основное значение вибрации на месте эксплуатации, после чего должна быть соответствующим образом отрегулирована настройка сигнала ТРЕВОГА (см. стандарт ISO 100816-3).

**Таблица 7-4. Значения скорости вибрации в мм/с, среднеквадратическое, для включения сигналов ТРЕВОГА и ОТКЛЮЧЕНИЕ при вибрации гнезда подшипника.**

Класс опоры	Включение ТРЕВОГА	ОТКЛЮЧЕНИЕ
	[mm/s]	[mm/s]
Жесткий	3.4	7.1
Гибкий	5.3	11.0

ПРИМЕЧАНИЕ: Эти значения являются стандартными, и они могут быть откорректированы при наличии дополнительной информации в отношении типа машины и области ее применения.

## 7.4.4 Вибрация вала

Более подробные инструкции для относительных вибраций вала можно найти в стандарте ISO 7919-1:1996 Механическая вибрация машин вращения - Измерения на вращающихся валах и оценочные критерии: Часть 1: Общие руководящие указания и Часть 3: Подсоединенная промышленная машина. Значения вибраций для включения сигналов ТРЕВОГА и ОТКЛЮЧЕНИЕ машины при вибрациях валов зависят от типов машин, и поэтому эти значения должны запрашиваться у завода.

## 7.5 Техобслуживание подшипников и систем смазки

Данный раздел рассказывает о наиболее важных аспектах техобслуживания подшипников и системы смазки.

**\*\*\*Следующие разделы для типа подшипника: подшипник скольжения**

### 7.5.1 Подшипники скольжения

В нормальных рабочих условиях подшипники скольжения почти не требуют ухода. Для обеспечения надежности работы уровень масла и объем утечки масла должны регулярно проверяться.

#### 7.5.1.1 Уровень масла

Уровень масла в самосмазывающемся подшипнике скольжения следует регулярно проверять. Он должен соответствовать середине окошка, но до тех пор, пока уровень масла остается в пределах окошка, он считается допустимым.

При необходимости заполнить соответствующим смазочным веществом, см. *главе 7.5.2.4 Качество масла.*

Уровень масла для подшипников скольжения, смазываемых потоком, соответствует уровню масла для самосмазывающихся подшипников. В подшипниках, смазываемых потоком, смотровое масляное окошко следует заменить на выходной масляный фланец.

### 7.5.1.2 Температура подшипника

Температура подшипника измеряется с помощью термодетекторов сопротивления Pt-100. Если температура поднимается выше аварийного предела, это может быть вызвано повышенными потерями в подшипнике или снижением мощности охлаждения, и зачастую сигнализирует о проблеме в машине или в системе смазки, и поэтому требует тщательного изучения.

Причины аномальной температуры подшипника могут быть различными, но некоторые из них указаны в разделе: *главе 7.5.2 Смазка подшипников скольжения* или *главе 8.1.2 Система смазки и подшипники*. Если повышение температуры сопровождается повышением уровня вибрации, проблема может быть также связана с выравниванием машины, см. *главе 3 Установка и выравнивание* или с неполадками створок подшипника, и в этом случае подшипник необходимо разобрать и проверить.

## 7.5.2 Смазка подшипников скольжения

Машины оснащены подшипниками скольжения сверхдолгого срока эксплуатации с условием постоянного функционирования смазки и соответствия типа и качества используемого масла рекомендациям компании ABB, а также инструкциям по замене масла.

### 7.5.2.1 Температура масла для смазки

Корректная температура масла, используемого для смазки, особенно важна для поддержания соответствующей рабочей температуры подшипника и для обеспечения эффективности смазки и нужной вязкости масла. Для машин, оснащенных маслоподачей, плохое функционирование охладителя или нагревателя масла и неправильный маслосток могут привести к проблемам с температурой масла. Для всех подшипников корректное качество и количество масла необходимо проверить при появлении температурных проблем. Дополнительную информацию можно найти в разделах: *главе 7.5.2.3 Рекомендуемые контрольные значения для масла* и *главе 7.5.2.4 Качество масла*.

ПРИМЕЧАНИЕ: Минимальная температура окружающей среды при пуске (без подогревателя масла): 0°C (32° F).

### 7.5.2.2 Контроль за смазочным веществом

В течение первого года работы рекомендуется брать пробы масла примерно после 1000, 2000 и 4000 часов работы. Пробы необходимо отправлять поставщику масла для анализа. На основе результатов можно определить регулярность замены масла.

После первой замены качество масла можно проанализировать примерно в середине и в конце интервала между заменами масел.

### 7.5.2.3 Рекомендуемые контрольные значения для масла

Масло, используемое для смазки, должно быть проверено по следующим аспектам:

- Произвести визуальную проверку на цвет, мутность и посторонние вещества в пробирке. Масло должно быть чистым или слегка мутноватым. Мутность не должна быть следствием попадания воды



- Наличие воды не должно превышать 0,2%
- Первоначальная вязкость должна сохраняться с допуском  $\pm 15\%$
- В масле не должно быть сора, по чистоте оно должно соответствовать стандартам ISO 4406 класс 18/15, или NAS 1638 класс 9
- Уровень металлического загрязнения должен быть менее 100 PPM (частиц на миллион). Тенденция повышения данного показателя означает износ подшипника
- Общий уровень кислотности (TAN) не должен превышать 1 мг КОН на грамм масла. Не следует путать показатель TAN с показателем TBN (общая базисная величина)
- Понюхать масло. Резкий кислый или жженный недопустим.

Проверку масла следует организовать через несколько дней после первого испытательного пуска двигателя, перед первой заменой масла и, соответственно, при необходимости. Если замена масла произведена сразу после ввода в эксплуатацию, его можно использовать повторно после очистки от мелкой стружки путем фильтрации или обработки в центрифуге.

В сложных случаях пробу масла следует отправить в лабораторию для определения вязкости, уровня кислотности, пенообразования и т. д.

#### 7.5.2.4 Качество масла

Подшипники разработаны для работы с одним из перечисленных ниже качеств масла.

Масла, приведенные ниже, включают следующие добавки:

- Антикоррозионная и антиокислительная присадка
- Противопенный состав
- Средство против износа.

ПРИМЕЧАНИЕ: Уточнить необходимое качество масла в информационной табличке и на размерных чертежах.

	<b>ISO VG 22</b> Вязкость 22 сСт при 40 °C	<b>ISO VG 32</b> Вязкость 32 сСт при 40 °C	<b>ISO VG 46</b> Вязкость 46 сСт при 40 °C	<b>ISO VG 68</b> Вязкость 68 сСт при 40 °C	<b>ISO VG 100</b> Вязкость 100 сСт при 40 °C
<b>Экологически безопасные масла:</b>					
Aral	Vitam EHF 22	-	Vitam EHF 46	-	-
Mobil	-	EAL Hydraulic Oil 32	EAL Hydraulic Oil 46	-	-
Shell	-	Naturelle HF-E 32	Naturelle HF-E 46	Naturelle HF-E 68	-
<b>Минеральные масла:</b>					
Aral	Vitam GF 22	Vitam GF 32	Vitam GF 46	Vitam GF 68	Degol CL 100 T
BP	Energol CS 22	Energol CS 32	Energol CS 46	Energol CS 68	Energol CS 100
Castrol	Hyspin AWS 22	Hyspin AWS 32	Hyspin AWS 46	Hyspin AWS 68	Hyspin AWS 100
Chevron	Texaco Rando HDZ 22	Texaco Rando HDZ 32	Texaco Rando HDZ 46	Texaco Rando HDZ 68	Texaco Rando HDZ 100
Esso	Nuto H 22	Terrestic T 32	Terrestic T 46	Terrestic T 68	-
Klüber		LAMORA HLP 32	LAMORA HLP 46	LAMORA HLP 68	CRUCOLAN 100
Mobil	Velocite Oil No. 10	DTE Oil Light	DTE Oil Medium	DTE Oil Heavy Medium	DTE Oil Heavy
Shell	Tellus S 22	Tellus S 32	Tellus S 46	Tellus S 68	Tellus S 100
Total	Azolla ZS 22	Azolla ZS 32	Azolla ZS 46	Azolla ZS 68	Azolla ZS 100

### 7.5.2.5 График замены минеральных масел

Для самосмазывающихся подшипников допускается регулярность чистки с заменой масла приблизительно через 8000 часов работы и примерно через 20000 часов работы для подшипников с системой циркуляции масла.

Более короткие интервалы могут быть необходимы в том случае, если машина часто запускается, наблюдается высокая температура масла или повышенная загрязненность масла от внешних факторов.

Правильный интервал замены масла указан на информационной табличке подшипника и на размерных чертежах, см. *главе 2.1.2 Информационная табличка*.

**\*\*\*Следующий раздел для типа подшипника: роликовый подшипник**

## 7.5.3 Роликовые подшипники

### 7.5.3.1 Конструкция подшипника

В нормальных рабочих условиях роликовые подшипники почти не требуют ухода. Для обеспечения надежной работы подшипники необходимо регулярно смазывать высококачественными смазками для роликовых подшипников.

### 7.5.3.2 Информационная табличка

Все машины снабжены информационными табличками, прикрепленными к корпусу машины. Информационные таблички содержат информацию о подшипниках, а именно:

- Тип подшипника
- Используемое смазочное вещество
- Интервалы смазки и
- Количество смазочного вещества.

Дополнительную информацию по табличке можно найти в разделе: *главе 2.1.2 Информационная табличка.*

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Очень важно придерживаться информации, указанной в табличке, при эксплуатации и техническом обслуживании машины.

### 7.5.3.3 Регулярность смазки

Роликовые подшипники в электрических машинах нужно смазывать регулярно. Интервалы смазки указаны в информационной табличке.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Независимо от интервалов, подшипники необходимо смазывать не реже раза в год.

Интервалы смазки рассчитаны на рабочую температуру 70°C (160°F). Если рабочая температура ниже или выше, чем предполагается, интервалы смазки должны меняться соответственно. Более высокая рабочая температура сокращает интервал смазки.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Повышение температуры воздуха соответственно ведет к повышению температуры подшипника. Показатели интервала смазки должны быть сокращены вдвое по отношению к каждому повышению температуры подшипника на 15°C (30°F) и могут один раз быть увеличены вдвое при снижении температуры подшипника на 15°C (30°F).

#### **Интервалы смазки для приводов преобразователей частоты**

При работе на повышенной скорости, например, в установках с преобразователями частоты, или на пониженной скорости с высокой нагрузкой необходимо уменьшить интервал между смазками или использовать специальное смазочное вещество. В подобных ситуациях следует проконсультироваться с отделом обслуживания электродвигателей и генераторов компании ABB.

ПРИМЕЧАНИЕ: Предельную конструкционную скорость машины нельзя превышать.  
Годность подшипников к работе на высокой скорости следует уточнить.

### 7.5.3.4 Повторная смазка

Смазку всех роликовых подшипников на вращающихся электрических машинах необходимо обновлять, см. *главе 7.5.3.3 Регулярность смазки*. Смазка может быть выполнена вручную или при помощи автоматической системы. В любом случае, необходимо проверить, чтобы достаточное количество соответствующей смазки было нанесено на подшипники с достаточными интервалами времени.

ПРИМЕЧАНИЕ: Смазка может вызвать раздражение кожи или воспаление глаз.  
Соблюдать все правила техники безопасности при работе со смазкой, предписанные производителем.

#### Смазка подшипников вручную

Машины, пригодные для смазки вручную, оснащены ниппелями смазочных шприцев. Для того, чтобы предотвратить попадание посторонних частиц в подшипник, ниппели смазочных шприцев, а также окружающее пространство необходимо тщательно очистить перед непосредственной смазкой.

#### Смазка вручную в ходе работы машины

Смазка в ходе работы машины:

- Проверить, чтобы применяемая смазка была соответствующей
- Очистить ниппели смазочных шприцев и пространство вокруг них
- Проверить, чтобы смазочный канал был открыт, если снабжен рычагом, открыть его.
- Уложить определенное количество соответствующего типа смазки в подшипник
- Дать машине поработать 1-2 часа, чтобы весь избыток смазки был выведен из подшипника. Температура подшипника может временно увеличиться в течение этого времени.
- Если снабжен рычагом, закрыть его.

ПРИМЕЧАНИЕ: Помнить о подвижных деталях машины во время смазки.

#### Смазка вручную во время остановки машины

Желательно обновлять смазку во время работы машины. Если это невозможно или существует какая-либо опасность, обновление смазки следует производить во время остановки машины. В таком случае:

- Проверить, чтобы применяемая смазка была соответствующей
- Остановить машину
- Очистить ниппели смазочных шприцев и пространство вокруг них
- Проверить, чтобы смазочный канал был открыт, если снабжен рычагом, открыть его.
- Уложить только половину смазки соответствующего типа в подшипник
- Включить машину на полной скорости на несколько минут

- Остановить машину
- После того, как машина остановлена, уложить определенное количество нужного типа смазки в подшипник
- Дать машине поработать 1-2 часа, чтобы весь избыток смазки был выведен из подшипника. Температура подшипника может временно увеличиться в течение этого времени.
- Если снабжен рычагом, закрыть его.

#### **Автоматическая смазка**

На рынке представлено большое количество различных систем автоматической смазки. Компания АВВ рекомендует использовать только электромеханические системы смазки. Качество смазки, закладываемой в подшипник, необходимо проверять не менее раза в год: смазка должна по виду и запаху отвечать новой смазке. Отделение основного масла от мыла недопустимо.

ПРИМЕЧАНИЕ: Если используется автоматическая система обновления смазки, следует удвоить показатель количества требуемого смазочного вещества, указанный на информационной табличке.

### **7.5.3.5 Смазка для подшипников**

Очень важно использовать смазку высокого качества и соответствующей мыльной основы. Это позволяет обеспечить долгий и надежный срок работы подшипников.

Новая смазка должна обладать следующими свойствами:

- быть специальной смазкой для роликовых подшипников;
- быть смазкой высокого качества на мыльной основе с содержанием лития и минерального или РАО-масла;
- иметь вязкость основного масла на уровне от 100 до 160 cSt при 40 °C (105 °F);
- иметь консистенцию уровня NLGI от 1,5 до 3; для вертикальных машин или машин, смонтированных в условиях высокой температуры, рекомендуется уровень NLGI от 2 до 3;
- иметь постоянный уровень температуры от -30 °C (-20 °F) до как минимум +120 °C (250 °F).

Смазку с требуемыми свойствами можно приобрести у всех основных изготовителей смазочных материалов. Если производство смазки изменилось или ее совместимость неизвестна, необходимо проконсультироваться с заводом-производителем оборудования компании АВВ, см. *главе 9.1.3 Контактная информация отдела обслуживания электродвигателей и генераторов.*

ПРИМЕЧАНИЕ: Не смешивайте смазочные материалы! В подшипнике должен быть только один тип смазки, а не смесь нескольких смазочных материалов.

ПРИМЕЧАНИЕ: Рекомендуется использовать добавки к смазкам. Однако перед этим необходимо получить письменные гарантии производителя смазочного вещества с подтверждением того, что использование добавок не приведет к неисправности подшипников или изменению свойств

смазочного вещества при рабочей температуре. Это особенно важно для добавок типа EP.

ПРИМЕЧАНИЕ: Использование смазочных материалов с содержанием примесей EP не рекомендуется.

#### **Рекомендуемая консистентная смазка для роликовых подшипников**

ABB рекомендует использовать любой из указанных ниже высокоэффективных смазочных составов.

На основе минерального масла:

- Esso Unirex N2, N3 (на основе комплексного соединения лития).

На основе синтетического масла:

- Fag Arcanol Temp 110 (на основе комплексного соединения лития);
- Klüber Klüberplex BEM 41-132 (на специальной литиевой основе);
- Lubcon Turmogrease Li 802 EP (на литиевой основе);
- Mobil Mobilith SHC 100 (на основе комплексного соединения лития);
- Shell Gadus S5 V100 2 (на основе комплексного соединения лития);
- Total Multiplex S 2 A (на основе комплексного соединения лития).

При использовании смазочных составов со свойствами, отличными от указанных выше, интервалы повторной смазки следует уменьшить вдвое.

#### **Смазка роликовых подшипников для экстремальных температур**

Если рабочая температура подшипника превышает 100 °C (210 °F), следует проконсультироваться с заводом-производителем оборудования компании ABB по вопросу подходящих смазочных веществ.

### **7.5.3.6 Техническое обслуживание подшипников**

Срок эксплуатации подшипников предположительно меньше, чем срок эксплуатации электрической машины. Поэтому подшипники следует регулярно менять.

Техобслуживание роликовых подшипников требует особой тщательности, использования специальных инструментов и надлежащей организации для обеспечения более долгого срока функционирования новых установленных подшипников.

Во время техобслуживания подшипников следует:

- Обеспечить невозможность попадания грязи или посторонних веществ в подшипники в течение всего времени проведения технического обслуживания
- Подшипники промыть, высушить и предварительно смазать соответствующим высококачественным смазочным веществом для роликовых подшипников до сборки
- Разборка и монтаж подшипников не приведет к их повреждению. Подшипники следует снимать с помощью съемников и устанавливать с нагреванием, либо с помощью специальных инструментов, предназначенных для этой цели.

Если требуется заменить подшипники, обратитесь в отдел обслуживания электродвигателей и генераторов компании ABB. Контактную информацию отдела

электродвигателей и генераторов можно найти в главе 9.1.3 Контактная информация отдела обслуживания электродвигателей и генераторов.

## 7.5.4 Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции подшипников

Проверка сопротивления изоляции подшипника входит в обслуживание и первично осуществляется на заводе во время окончательной сборки и тестирования. Эту процедуру необходимо проводить также во время всех обширных капремонтов машины. Хорошая изоляция необходима для устранения возможности циркулирования токов подшипника, которые могут быть индуцированы напряжениями вала. Изоляция подшипника не приводного конца отрезает контур тока подшипника и, таким образом, устраняет риск поломки подшипника, связанный с токами подшипника.

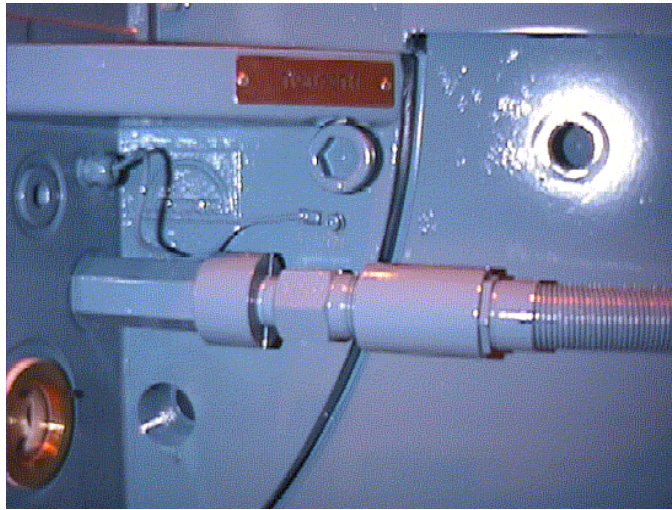
Оба конца вала не должны быть изолированы от корпуса, поскольку "плавающий" вал будет иметь неопределенный электрический потенциал относительно окружающих элементов оборудования и, поэтому, может оказаться причиной повреждений. Однако, для того, чтобы облегчить тестирование изоляции подшипника не приводного конца, подшипник приводного конца, как правило, также изолируется. Эта изоляция короткозамкнута кабелем заземления во время обычного рабочего режима; см. *Рисунок 7-2 Кабель заземления подшипника приводного конца (D)*.

ПРИМЕЧАНИЕ: Не все машины снабжены изолированными подшипниками.

ПРИМЕЧАНИЕ: Машины с изолированными подшипниками снабжены наклейкой, указывающей на изолированный подшипник.

### 7.5.4.1 Порядок выполнения

В машинах с изолированным подшипником на приводном конце короткозамкнутый кабель заземления в подшипнике приводного конца необходимо снять до проведения теста на сопротивление изоляции подшипника не приводного конца. Если подшипник приводного конца не изолирован, необходимо произвести проверку сопротивления изоляции подшипника на не приводном конце путем снятия створок подшипника приводного конца или экрана подшипника и поднятия вала. Этим можно нейтрализовать возможность электрического контакта между валом и любой другой деталью, например, корпусом или кожухом подшипника.



**Рисунок 7-2 Кабель заземления подшипника приводного конца (D)**

Во всех машинах любые установленные по выбору щетки заземления вала, щетки замыкания на землю ротора и муфта (если она сделана из проводящего материала) должны быть сняты. Измерить сопротивление изоляции от вала до земли, используя не более 100 В пост. тока, см. *Рисунок 7-3 Измерение сопротивления изоляции подшипника скольжения* и *Рисунок 7-4 Измерение сопротивления изоляции роликового подшипника*. Точки замера изоляции подшипника на рисунках обведены кружком.

Сопротивление изоляции считается удовлетворительным, если показатель сопротивления превышает  $10\text{ к}\Omega$ ..



**Рисунок 7-3 Измерение сопротивления изоляции подшипника скольжения**



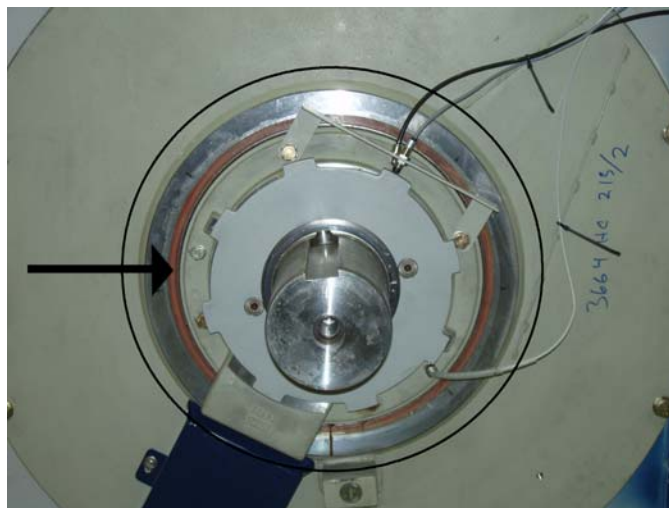


*Рисунок 7-4 Измерение сопротивления изоляции роликового подшипника*

**\*\*\*Следующий раздел для типа подшипника: роликовый подшипник**

#### **7.5.4.2 Отсутствие грязи на изоляции подшипников**

Элементы изоляции подшипников расположены в концевых щитках. Для того, чтобы исключить снижение сопротивления изоляции из-за оседания на поверхности изоляции посторонних частиц (соли, грязи), необходимо регулярно проверять состояние изоляции подшипника и поверхности концевой щитка вокруг нее, и при необходимости, чистить. См. *Рисунок 7-5 Изоляция подшипника и поверхность концевой щитка* где показаны участки, которые нужно регулярно контролировать и поддерживать в чистом состоянии. Эти участки обведены на рисунке, а изоляция подшипника отмечена стрелкой.



*Рисунок 7-5 Изоляция подшипника и поверхность концевой щитка*

## 7.6 Техническое обслуживание обмоток статора и ротора

Обмотки вращающихся электрических машин подвержены электрическому, механическому и термическому воздействию. Обмотки и изоляция постепенно стареют и повреждаются в результате этих воздействий. Поэтому срок службы машины зачастую зависит от надежности изоляции.

Большую часть процессов, ведущих к неполадкам, можно предупредить или хотя бы задержать, соблюдая правила техобслуживания и регулярное тестирование. В данном разделе приводится общее описание производства основных операций обслуживания и тестирования.

Во многих странах отдел обслуживания ABB предлагает полный комплекс сервисного обслуживания, который включает в себя и обширное тестирование.

Во ходе техобслуживания электрической обмотки необходимо соблюдать основные меры предосторожности при работе с электричеством, а также соответствующие местные нормы во избежание опасных ситуаций. Дополнительная информация в разделе *главе 7.2 Меры техники безопасности*.

Независимые тесты и инструкции по проведению техобслуживания можно найти в следующих международных стандартах:

1. IEEE Std. 43-2000, IEEE Recommended Practice for Testing Insulation Resistance of Rotating Machines
2. IEEE Std. 432-1992, IEEE Guide for Insulation Maintenance for Rotating Electrical Machinery (5 hp to Less Than 10 000 hp)

### 7.6.1 Принципы техники безопасности при техобслуживании обмоток

Опасные этапы техобслуживания обмоток включают:

- Работу с опасными растворами, лаками и смолами. Опасные вещества необходимы для чистки и лакировки обмоток. Эти вещества могут быть опасны для органов дыхания, при попадании в рот или при любом контакте с кожей или другими органами. При попадании опасного вещества на кожу необходимо обратиться за квалифицированной медицинской помощью
- Работа с легковоспламеняющимися растворами и лаками. Данные опасные вещества может использовать только авторизованный персонал с соблюдением всех правил техники безопасности
- Тестирование под высоким напряжением (HV). Тесты на высокое напряжение должны проводиться только авторизованным персоналом с соблюдением всех правил техники безопасности.

Опасными веществами, используемыми при техобслуживании обмоток, являются:

- Уайт-спирит: раствор
- Трихлорэтан 1.1.1: раствор
- Отделочный лак: раствор и смола
- Клейкая смола: эпоксидная смола.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Существуют специальные рекомендации по работе с опасными веществами в ходе техобслуживания. Эти рекомендации следует соблюдать.

Некоторые общие меры безопасности во время техобслуживания обмоток:

- Не вдыхать пары; обеспечить достаточную циркуляцию воздуха на рабочем месте или пользоваться маской для лица.
- Пользоваться защитными очками, обувью, каской, перчатками и специальным защитным костюмом. Всегда использовать защитные кремы
- Оборудование для распыскивания лака, корпус двигателя и обмотки должны быть заземлены на время распыскивания лака
- Соблюдать технику безопасности при работе в шахтах и тесных помещениях
- Тест на высокое напряжение должен производить только обученный для этой работы специалист
- Не курить, не есть и не пить на рабочем месте.

См. бланк тестирования обмотки в приложении: *Приложение ОТЧЕТ О ВВОДЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ*.

## 7.6.2 Время проведения техобслуживания

Существует три основных принципа относительно времени проведения техобслуживания обмоток:

- Техобслуживание обмоток должно осуществляться в комплексе с общим обслуживанием машины
- Обслуживание следует проводить только по необходимости
- Машины особо важного назначения должны обслуживаться намного чаще, чем менее важные машины. Это также касается тяжелых приводов и обмоток, которые быстрее загрязняются.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Практическое правило: тест на сопротивление изоляции необходимо проводить раз в год. Этого должно быть достаточно для большинства машин в большинстве рабочих условий. Остальные тесты необходимо проводить только при возникновении проблем.

Программа техобслуживания для всей машины, включая обмотки, представлена в разделе: *главе 7.3 Программа техобслуживания*. Тем не менее, программа техобслуживания должна соответствовать обстоятельствам Заказчика, то есть сервисное обслуживание других машин и рабочие условия вместе с рекомендуемой регулярностью должны соблюдаться.

## 7.6.3 Корректная рабочая температура

Корректная температура обмоток обеспечивается за счет содержания в чистоте внешних поверхностей машины, обеспечения функционирования системы охлаждения и контроля за температурой охлаждающего вещества. Если вещество излишне охлаждается, вода может начать конденсироваться в машине. Это может намочить обмотку и ухудшить сопротивление изоляции.

**\*\*\*Следующий параграф для типа охлаждения: открытый воздух**

Для машин с охлаждающим воздухом особенно важна чистота воздушных фильтров. Регулярность чистки и замены воздушных фильтров должны быть определены в соответствии с местными условиями эксплуатации.

Рабочие температуры статора должны поддерживаться термодетекторами сопротивления. Значительные температурные различия между детекторами могут сигнализировать о повреждении обмоток. Проверить, чтобы изменения были связаны со сдвигом измерительного канала.

## **7.6.4 Тест на сопротивление изоляции**

В ходе основной работы по техобслуживанию и перед первым запуском машины или после долгого периода простоя, необходимо произвести измерение сопротивления изоляции обмоток статора и ротора.

Показатели сопротивления изоляции дают информацию о влажности и загрязненности изоляции. На основе этих данных можно произвести необходимую чистку и сушку.

В новых машинах с сухими обмотками сопротивление изоляции очень высокое. Сопротивление, однако, может быть очень особенно низким, если машина подвергалась неправильной транспортировке и хранению, а также влажности или неверно эксплуатировалась.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Обмотки должны быть немедленно заземлены после измерений, чтобы предотвратить опасность электрошока.

### **7.6.4.1 Пересчет значений измеренного сопротивления изоляции**

Для возможности сравнения полученных значений сопротивления изоляции, значения установлены на отметке 40°C. Действительное значение конвертировано на соответствующий уровень в 40°C при помощи нижеследующей диаграммы. Использование данной диаграммы должно быть ограничено до температур, достаточно близких к стандартному значению в 40°C, так как большие отклонения от него могут в результате привести к поломкам.

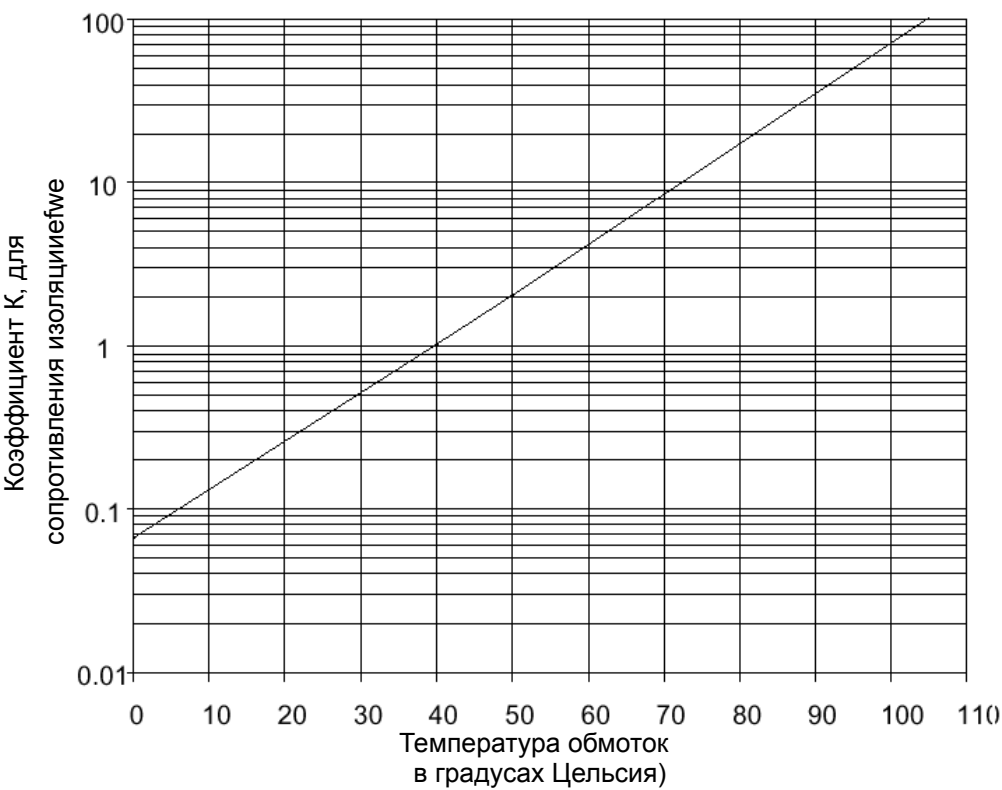


Рисунок 7-6 Корреляция между сопротивлением изоляции и температурой

R = Значение сопротивления изоляции при определенной температуре

R40 = Эквивалентное сопротивление изоляции при 40°C

**R40 = k x R**

Пример:

$R = 30 \text{ м}\Sigma\text{?}, \text{ замеренных при } 20^{\circ}\text{C}$

$k = 0,25$

$R40 = 0,25 \times 30 \text{ м}\Sigma\text{?} = 7,5 \text{ м}\Sigma\text{?}$

Таблица 7-5. Показания температуры в градусах Цельсия (°C) и в градусах Фаренгейта (°F)

°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
°F	32	50	68	86	104	122	140	158	176	194	212	230

7.6.4.2 Общие положения

Необходимо учесть следующие обстоятельства перед принятием решения о каких-либо мерах, связанных с результатами тестов на сопротивление изоляции:

- Если полученные значения считаются слишком низкими, обмотку необходимо очистить и высушить. Если это не помогает, необходимо обратиться за помощью к специалистам
- Если предполагается, что машина была подвержена воздействию влаги, ее необходимо тщательно высушить независимо от полученного значения сопротивления изоляции
- Значение сопротивления изоляции будет сокращаться с подъемом температуры обмотки
- Сопротивление сокращается вдвое на каждые повышения температуры в 10 ... 15 К.

ПРИМЕЧАНИЕ: Сопротивление изоляции в тестовом отчете, как правило, значительно выше, чем значения, полученные на рабочем месте.

### 7.6.4.3 Минимальные значения сопротивления изоляции

Критерии обмоток в нормальных условиях:

В общем, значения сопротивления изоляции сухих обмоток должны значительно превышать минимальные значения. Точные значения привести невозможно, так как значения сопротивления изоляции зависят от типа машины и местных условий. Кроме того, на сопротивление изоляции влияет возраст и активность эксплуатации машины. Поэтому нижеследующие значения могут рассматриваться только как ориентировочные.

Пределы сопротивления изоляции, приведенные ниже, имеют силу при 40 °C и при использовании тест-напряжения в течение 1 минуты и более.

- Ротор

Для асинхронных машин с намотанным ротором:  $R_{(1-10 \text{ мин. при } 40^\circ\text{C})} > 5 \text{ м}\Sigma?$

ПРИМЕЧАНИЕ: Угольная пыль на контактных кольцах и голых медных поверхностях снижают значения сопротивления изоляции ротора.

- Статор

Для новых статоров:  $R_{(1-10 \text{ мин. при } 40^\circ\text{C})} > 1000 \text{ м}\Sigma?$ . Если замер проходит в условиях повышенной теплоты и влажности, значения  $R_{(1-10 \text{ мин. при } 40^\circ\text{C})}$  выше 100 мΣ? можно считать удовлетворительными

Для используемых статоров:  $R_{(1-10 \text{ мин. при } 40^\circ\text{C})} > 100 \text{ м}\Sigma?$

ПРИМЕЧАНИЕ: Если приведенные здесь значения не достигнуты, причина низкого сопротивления изоляции должна быть выявлена. Низкое значение сопротивления изоляции вывано обычно повышенной влажностью или наличием грязи, в то время как действительная изоляция не повреждена.

### 7.6.4.4 Измерение сопротивления изоляции обмотки статора

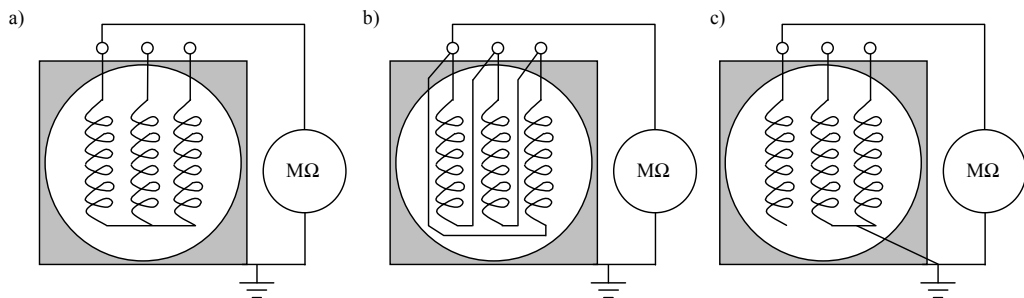
Сопротивление изоляции измеряется с помощью измерителя сопротивления изоляции. Тест-напряжение составляет 1000 В постоянного тока. Тест длится 1 минуту, после чего записывается значение сопротивления изоляции. Прежде, чем приступать к тесту на сопротивление изоляции, следует предпринять следующие меры:

- Проверьте, чтобы вторичные подключения трансформаторов тока (СТ), включая свободные сердечники, были закрыты. См. *Рисунок 7-7 Подсоединение обмоток статора для измерений сопротивления изоляции*
- Проверить, чтобы все кабели подачи питания были отключены
- Проверить, чтобы корпус машины и обмотки статора, которые не участвуют в измерении, были заземлены
- Измерить температуру обмоток
- Все термодетекторы сопротивления заземлены
- Возможное заземление трансформаторов напряжения (используется редко) должно быть снято.

Измерение сопротивления изоляции должно производиться в распределительной коробке. Обычно тест распространяется на все обмотки в группе, в таком случае измеритель подключен между корпусом машины и обмоткой, см. *Рисунок 7-7 Подсоединение обмоток статора для измерений сопротивления изоляции*. Корпус заземлен и три фазы обмотки статора остаются подключенными на нейтральную точку, см. *Рисунок 7-7 Подсоединение обмоток статора для измерений сопротивления изоляции*.

Если измеренное сопротивление изоляции всей обмотки ниже заданного и фазовые обмотки могут легко разъединиться друг от друга, каждую фазу можно измерить отдельно, но это возможно не во всех машинах. В таких случаях прибор подключен между корпусом машины и одной из обмоток. Корпус и две фазы, которые не измеряются, заземлены; см. *Рисунок 7-7 Подсоединение обмоток статора для измерений сопротивления изоляции*.

Если фазы измеряются отдельно, все точки звезды системы обмоток должны быть сняты. Если точку звезды компонента невозможно снять, как в типичных трехфазных трансформаторах напряжения, необходимо снять весь компонент.



**Рисунок 7-7 Подсоединение обмоток статора для измерений сопротивления изоляции**

**a) Измерение сопротивления изоляции для обмотки с соединением звездой**

**b) Измерение сопротивления изоляции для обмотки с соединением треугольником**

**c) Измерение сопротивления изоляции для одной фазы обмотки. 'MΩ' указывает на измеритель сопротивления изоляции.**

После измерения сопротивления изоляции фазы обмотки должны быть немедленно заземлены для разгрузки.

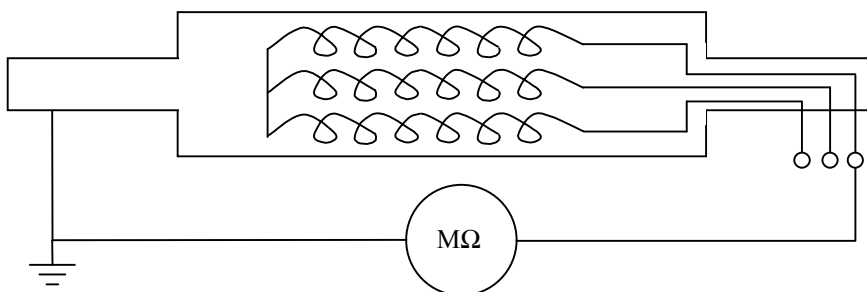
\*\*\*Следующий раздел для типа ротора: контактные кольца

#### 7.6.4.5 Измерение сопротивления изоляции обмотки ротора

Сопротивление изоляции обмотки ротора измеряется с помощью измерителя сопротивления изоляции. Тест-напряжение обмоток ротора должно составлять 1000 В постоянного тока. Следует предпринять следующие меры:

- Проверить, чтобы все кабели подачи питания были отключены от основной подачи
- Проверить, чтобы кабели соединения устройства контактного кольца были отключены от питания
- Проверить, чтобы корпус машины и обмотки статора были заземлены
- Вал должен быть заземлен
- Фазы обмотки ротора, не участвующие в измерениях, заземлены. Обмотка ротора может быть внутри подсоединена треугольником или звездой. В таком случае нет возможности измерять фазы обмотки по отдельности
- Подключения угольных щеток проверены и находятся в порядке
- Проверено измерительное устройство
- Температуры обмотки статора измерены и рассматриваются как эталонное значение для температуры обмотки ротора.

Измеритель сопротивления изоляции подключен между всей обмоткой ротора и валом машины, см. *Рисунок 7-8 Измерение сопротивления изоляции обмотки ротора*. После измерения обмотки ротора фазы обмотки ротора должны быть немедленно заземлены для разгрузки.



*Рисунок 7-8 Измерение сопротивления изоляции обмотки ротора*

На схеме ротор представлен с соединением звездой.

#### 7.6.5 Измерение сопротивления изоляции для комплектующих

Для обеспечения правильной работы защитных устройств и другого вспомогательного оборудования машин, их состояние может быть определено с помощью проверки сопротивления изоляции. Данная процедура подробно описана в *главе 7.6 Техническое обслуживание обмоток статора и ротора*. Контрольное напряжение для нагревательных приборов (нагревателей) должно составлять 500 вольт постоянного тока, а для других вспомогательных устройств – 100 вольт постоянного тока. Измерения сопротивления изоляции для датчиков Pt-100 или бесконтактных датчиков не рекомендуются.



## 7.6.6 Индекс поляризации

В тесте на индекс поляризации сопротивление изоляции измеряется после применения напряжения в течение 15 секунд и 1 минуты (или 1 минуты и 10 минут). Тест на индекс поляризации менее зависим от температуры, чем сопротивление изоляции. Когда температура обмотки ниже 50°C (122°F), ее можно рассматривать как независимую от температуры. Высокая температура может вызвать непредвиденные изменения поляризационного индекса, поэтому его не следует использовать при температуре выше 50°C (122°F).

Грязь и влага, попадающие в обмотку, обычно снижают сопротивление изоляции и поляризационный индекс, а также их зависимость от температуры. В этом случае кривая на рисунке: *Рисунок 7-6 Корреляция между сопротивлением изоляции и температурой* станет более изогнутой. Обмотки с открытыми путями тока утечки особенно подвержены влиянию грязи и влажности.

Существуют четкие правила определения минимального показателя сопротивления изоляции, обеспечивающие безопасный запуск двигателя. Поляризационный индекс (PI) обычно варьируется между 1 и 4. Если обмотки влажные и загрязнены, поляризационный индекс составляет примерно 1.

Минимальное значение PI для обмоток статора класса F составляет более 2.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Если сопротивление изоляции обмотки на уровне нескольких тысяч мΩ, индекс поляризации не является существенным критерием для определения состояния изоляции и может не учитываться.

$$PI = \frac{R_{1\min}}{R_{15s}} \text{ or } \left( \frac{R_{10\min}}{R_{1\min}} \right)$$

## 7.6.7 Прочие операции техобслуживания

Как правило, обмотки производства АВВ надежны в эксплуатации и в дополнение к регулярному наблюдению за ними требуют только чистки время от времени и сушки, как описано выше. При возникновении нестандартных ситуаций и необходимости ухода рекомендуется прибегнуть к профессиональной помощи. Организация послепродажного обслуживания компании АВВ предлагает помощь в вопросах обслуживания обмоток электрических машин, контактную информацию можно найти в разделе: *главе 9.1.3 Контактная информация отдела обслуживания электродвигателей и генераторов.*

**\*\*\*Следующие разделы для типа ротора: контактные кольца**

## 7.7 Техобслуживание контактных колец и щеточного механизма

Машина с контактными кольцами будет нормально функционировать только в том случае, если контактные кольца и щеточная установка регулярно проверяются и обслуживаются.

## 7.7.1 Уход за контактными кольцами

Поверхности контактных колец должны быть отполированными и чистыми. Контактные кольца необходимо проверять, а изоляционные поверхности очищать. В результате износа щеток образуется угольная пыль, что легко создает проводящий мост над изоляционными поверхностями. Между контактными кольцами могут возникать электроразряды, а также вспышки, которые могут привести к остановке работы машины. Контактная поверхность колец вместе с щетками образуют патину, которая заметна по характерному цвету. Это нормальное явление, и во многих случаях помогает работе щеток. Поэтому не следует классифицировать образование патины как неисправность и очищать ее.

### 7.7.1.1 Период простоя

Если машина долгое время простаивает, щетки следует поднять вверх. Во время транспортировки, хранения, монтажа или долгих нерабочих периодов скользящие поверхности контактных колец могут поцарапаться или загрязниться. Перед новым запуском машины скользящие поверхности следует проверить и очистить.

### 7.7.1.2 Износ

В случае, если контактные кольца станут шершавыми или неровными, их следует отшлифовать или обточить. Асимметричность диаметра отверстия должна составлять не более 1,0 мм, но местами допускается не более 0,2 мм. Если контактные кольца изношены или сильно подгорели, следует установить новые.

Измерить эксцентricность контактных колец с помощью циферблатного измерительного прибора. Измерительная точка находится на контактном кольце или внешней поверхности щетки. Фиксируются наибольший и наименьший показатели за один оборот вала. Разница максимального и минимального значений не должна превышать 1,0 мм, а местами составлять не более 0,2 мм. Разница внешних диаметров двух контактных колец может составлять не более 2 мм.

## 7.7.2 Уход за щеточным механизмом

Щеточный механизм необходимо проверять, а изоляционные поверхности очищать.

В результате износа щеток образуется угольная пыль, что легко создает проводящий мост над изоляционными поверхностями. Угольную пыль лучше всего удалять со щеточного механизма пылесосом.

### 7.7.2.1 Давление щетки

Давление щетки должно распределяться равномерно по всей контактной поверхности, т. е. щетка должна подстраиваться под форму контактного кольца. Давление щетки является одним из наиболее важных отдельных факторов функционирования щеток. Давление должно составлять 18-20 мН/мм<sup>2</sup> (180 - 200 г/см<sup>2</sup>). Для измерения давления щетки воспользуйтесь пружинным динамометром. Закрепить динамометр на конце рычага, прижимающего щетку, и потянуть динамометр в радиальном направлении до тех пор, пока давление на щетку не исчезнет. Для наглядности между щеткой и рычагом давления следует использовать кусок бумаги, см. *Рисунок 7-9 Проверка давления щетки с помощью динамометра.*

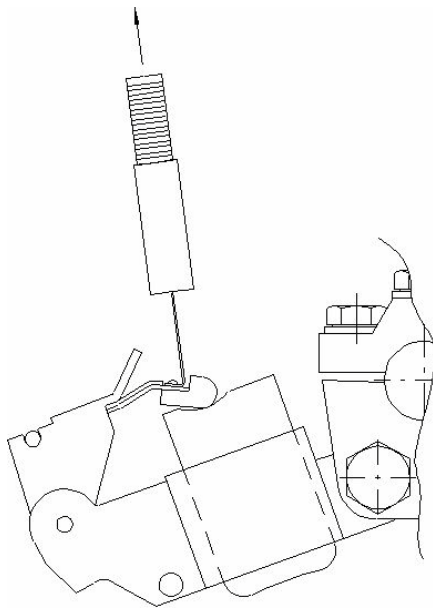


Рисунок 7-9 Проверка давления щетки с помощью динамометра

**\*\*\*Следующие разделы для типа охлаждения: открытый воздух, воздушно-водяной, воздушно-воздушный**

## 7.8 Техобслуживание охлаждающих устройств

Охлаждающие устройства, как правило, не требуют особого ухода, но рекомендуется регулярно проверять их состояние с целью обеспечения бесперебойной работы.

**\*\*\*Следующий раздел для типа охлаждения: открытый воздух**

### 7.8.1 Инструкции по обслуживанию машин с охлаждающим вентилятором

Охлаждающий воздух обычно циркулирует через вентилятор и/или через ротор. Вентилятор может быть установлен на валу или управляться отдельным двигателем. Возможно также подключение давления внешнего воздуха. В зависимости от дизайна машины, циркуляция может быть симметричной или асимметричной, перемещенной по оси. Охлаждающий воздух должен быть предельно чистым, поскольку любая грязь, которая попадает в машину, приводит к загрязненности и сокращает эффективность охлаждения.

Верхние панели стандартных защищенных от влияния погоды машин поставляются с фильтрами или без них в соответствии со спецификациями. По особому заказу верхняя панель оснащена выключателем перепада давления для мониторинга состояния фильтров.

Если обмотки или термодетекторы охлаждающего воздуха показывают аномальные показатели, необходимо произвести проверку охлаждающей системы. Два основных направления технического обслуживания включают проверку состояния воздушных

фильтров и обеспечение хорошей циркуляции воздуха внутри машины. Внутренности машины должны очищаться и проверяться в ходе капремонтов или при возникновении различных проблем.

Другими возможными причинами плохого функционирования охлаждающей системы может явиться повышенная температура внешнего воздуха или высокая температура забираемого воздуха. Кроме того, плохая смазка или неисправность подшипников могут привести к повышенной температуре подшипников.

Явно высокая температура может также быть следствием проблем в системе измерения температуры, см. *главе 8.3.2 Термодетекторы сопротивления Pt-100*.

### 7.8.1.1 Чистка фильтров

Фильтры следует чистить регулярно. Периодичность чистки зависит от чистоты окружающего воздуха. Фильтры требуют чистки, когда термодетекторы обмотки показывают непредусмотренную температуру или когда температура близка к аварийной.

Если используется система контроля за перепадом давления, фильтры необходимо заменять сразу после аварийного сигнала. Аварийный уровень составляет 50% загрязнения поверхности воздушного фильтра. Операторы должны вручную проводить регулярную проверку фильтров.

Для чистки необходимо снять воздушные фильтры. Если окружающий воздух достаточно чист, фильтры можно заменить во время работы машины. Чистку следует производить регулярно пылесосом, сначала со стороны верхнего потока, а затем со стороны разгрузки. Время от времени рекомендуется тщательно промывать фильтры чистой водой, чтобы удалить грязь, которая не отстает при помощи пылесоса. Если в фильтрах много жирной грязи, фильтры следует промывать раствором моющего средства. Моющее средство нужно тщательно смыть, прежде чем устанавливать фильтр обратно, на место его эксплуатации. Следить за тем, чтобы фильтры были установлены в нужном направлении, то есть, чтобы стрелки на корпусе воздушных фильтров указывали направление потока воздуха. Некоторые фильтры могут быть установлены в любом направлении. См. также информацию от производителя воздушных фильтров.

**\*\*\*Следующие разделы для типа охлаждения: воздушно-водяной**

### 7.8.2 Техобслуживание воздушно-водяных теплообменников

Если термодетекторы показывают нормальную рабочую температуру, а индикаторы утечки не сигнализируют об утечках, в подобных случаях не требуется никакого дополнительного контроля за системой охлаждения.

**\*\*\*Следующие разделы для типа охлаждения: воздушно-воздушный**

### 7.8.3 Техобслуживание воздушных теплообменников

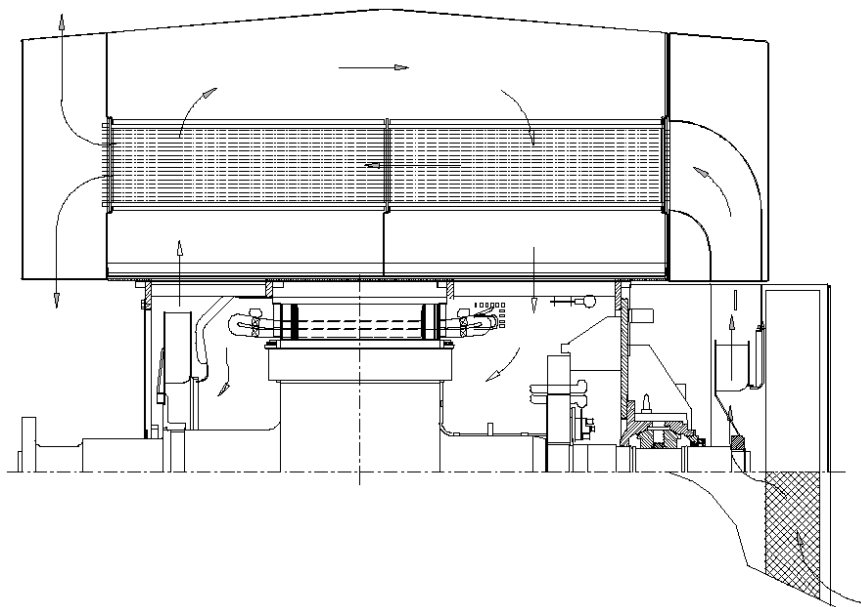
В машине установлено охлаждающее устройство. Воздушные трубы в теплообменнике обычно выполнены из алюминия.

#### 7.8.3.1 Циркуляция воздуха

Внутренний воздух обычно циркулирует через вентилятор и/или через ротор. Вентилятор может быть установлен на вале или управляться отдельным двигателем. В зависимости

от дизайна машины, циркуляция может быть симметричной или асимметричной, перемещенной по оси.

Внешний поток воздуха обычно создается вентилятором, установленным на валу или управляемым отдельным двигателем. Возможно также подключение давления внешнего воздуха.



**Рисунок 7-10 Поток охлаждающего воздуха (типичная асимметричная конструкция)**

Машина может быть оснащена термодетекторами для мониторинга внутреннего охлаждающего воздуха. Если детекторы температуры показывают нормальную рабочую температуру, в подобных случаях не требуется никакого дополнительного контроля за системой охлаждения.

Если термодетекторы показывают аномальные или близкие к аварийным значения в обмотке или в охлаждающем воздухе, необходимо произвести проверку охлаждающей системы. Если охладители необходимо очистить, см. инструкции ниже.

### 7.8.3.2 Чистка

Со временем на поверхности охлаждения и стенках труб появляется грязь. Загрязнение снижает эффективность охлаждения. Поэтому теплообменник следует регулярно чистить, в зависимости в каждом конкретном случае от качества охлаждающего воздуха. На начальном этапе эксплуатации теплообменник следует проверять регулярно.

Продуть теплообменник с помощью сжатого воздуха или прочистить его соответствующей щеткой. Не использовать стальную щетку в алюминиевых трубах, так как она может повредить трубы; следует вместо нее пользоваться мягкой круглой щеткой из латунной проволоки.

#### 7.8.4 Техобслуживание внешних вентиляторных двигателей

Внешние вентиляторные двигатели не требуют обслуживания, так как подшипники внешних вентиляторных двигателей смазаны с учетом всего срока своей эксплуатации. Рекомендуется иметь запасной внешний вентиляторный двигатель. Обслуживание двигателя осуществляется в соответствии с инструкциями.

#### 7.9 Ремонт, демонтаж и сборка

Все операции, связанные с ремонтом, демонтированием и сборкой должны производиться квалифицированным персоналом. За дополнительной информацией обращайтесь в отдел послепродажного обслуживания, см. *главе 9.1.3 Контактная информация отдела обслуживания электродвигателей и генераторов*.

**\*\*\*Следующее примечание для типа кожуха: все машины для опасных зон**

ПРИМЕЧАНИЕ: Машины в опасных зонах должны обслуживаться только ремонтными организациями, утвержденными и уполномоченными компанией ABB.

**\*\*\*Ниже приведено примечание для типа ротора: ротор с постоянным магнитом**

ПРИМЕЧАНИЕ: При разборке синхронных машин с постоянным магнитом обязательно обращайтесь за более подробными инструкциями в отдел обслуживания электродвигателей и генераторов компании ABB.

## Раздел 8 Диагностика неисправностей

### 8.1 Диагностика неисправностей

Информация, приведенная в этой главе, поможет в случае рабочей неполадки вращающейся электрической машины, поставленной фирмой ABB. Приведенные ниже таблицы диагностики неисправностей можно использовать для обнаружения и исправления механических, электрических или температурных неполадок, а также неполадок в системе смазки. Все проверки и действия по устранению неполадок должны выполнять только квалифицированные специалисты. При малейшем сомнении необходимо связаться с отделом обслуживания электродвигателей и генераторов компании ABB для получения дополнительной информации или технической помощи, связанной с диагностикой неисправностей и ремонтом оборудования.

#### 8.1.1 Механические неисправности

##### Работа механизмов

Неисправность			
Вибрация	Шум	Возможная причина	Мера
•	•	Неисправность смазочной системы	Проверить качество и количество смазки и работу смазочной системы
•	•	Неисправность подшипников	Проверить состояние подшипника и заменить поврежденные детали
•	•		Открыть и отрегулировать подшипник
•	•	Неисправность вентилятора	Проверить и отремонтировать вентиляторы охлаждения
•	•	Неисправность системы охлаждения	Проверить и отремонтировать систему охлаждения
•	•	Нарушение выравнивания машины	Проверить выравнивание машины
•	•	Дисбаланс ротора или вала	Выполнить балансировку ротора
•	•	Вибрация, вызванная присоединенным оборудованием	Проверить балансировку подключенного оборудования и тип муфты
•	•	Осевая нагрузка, оказываемая присоединенным оборудованием	Проверить выравнивание, а также работу и тип муфты
•	•	Неисправная или неправильно собранная муфта	Проверить работу муфты
•	•	Недостаточная жесткость основания	Укрепить основание согласно инструкций компании ABB
•	•	Неисправность обмоток	Проверить обмотки
•	•	Значительный дисбаланс сети	Проверить соответствие балансировки сети предъявляемым требованиям
•	•	Посторонний материал, влага или пыль внутри машины	Проверить и очистить внутренние части машины, просушить обмотки

## 8.1.2 Система смазки и подшипники

\*\*\*Следующий раздел для типа подшипника: роликовый подшипник

### 8.1.2.1 Система смазки и роликовые подшипники

#### Диагностика неисправностей

Система смазки и антифрикционные подшипники  
консистентная смазка

Неисправность			
		Возможная причина	Мера
Высокая температура обмотки	Высокая температура охлаждающего воздуха		
•	•	Слишком высокая температура внешнего воздуха	Усилить вентиляцию для сокращения тем-ры внешнего воздуха
•	•	Выходящий воздух затягивается обратно	Обеспечить чистое достаточное пространство вокруг машины
•	•	Рядом источник нагрева	Перенести обогреватели, проверить вентиляцию
•	•	Загрязненная внутренность машины	Проверить части машины и воздушные зазоры
•	•	Неверный порядок охлаждения	Проверить состояние охлаждения и сборки оборудования
•	•	Заблокированы входы воздуха	Очистить заборы воздуха от загрязнения
•	•	Засорен воздушный фильтр	Очистить или заменить воздушные фильтры
•	•	Поврежден охлаждающий вентилятор(ы)	Заменить вентилятор(ы)
•	•	Охлаждающий вентилятор вращается не в том направлении	Заменить вентилятор(ы) или изменить направление вращения внешнего вентилятора
•	•	Перегрузка	Проверить управление машины, снять перегрузку
•	•	Повышенная скорость	Проверить скорость и рекоменд. ABB по скорости
•	•	Дисбаланс сети	Проверит, чтобы баланс сети отвечал требованиям
•	•	Неисправные инструменты или система измерений	Проверить измерения, детекторы и электропроводку
•	•	Повреждение обмотки основной машины или возбудителя	Проверить обмотку главной машины и возбудителя



\*\*\*Следующий раздел для типа подшипника: подшипник скольжения

## 8.1.2.2 Система смазки и подшипники скольжения

\*\*\*Следующая таблица для типа подшипника: подшипник скольжения с самосмазкой

### Диагностика неисправностей

Температурные изменения  
воздушно-воздушная система охлаждения

Неисправность			
Высокая температура обмотки	Высокая температура охлаждающего воздуха	Возможная причина	Мера
•	•	Низкие результаты первичного охлаждающего цикла	Поврежденный охлаждающий вентилятор(ы) Вентилятор вращается не в том направлении Загрязнение внутренности машины
•	•		Заменить вентилятор(ы)
•	•		Заменить вентилятор(ы)
•	•		Очистить части машины и воздушные зазоры
•	•	Низкие результаты вторичного охлаждающего цикла	Поврежденный внешний вентилятор Вентилятор вращается не в том направлении
•	•		Заменить вентилятор
•	•		Заменить вентилятор на валу или исправить работу внешнего вентиляторного мотора
•	•		Протекающий охладитель
•	•		Заменить охладитель
•	•	Высокая температура заборного воздуха	Повышенная температура внешнего воздуха Выходящий воздух затягивается обратно
•	•		Усилить вентиляцию для сокращения тем-ры внешнего воздуха
•	•		Обеспечить чистое достаточное пространство вокруг охладителя
•	•		Рядом источник нагревания
•	•		Перенести нагреватели, проверить вентиляцию
•	•	Перегрузка	Установка системы контроля
•	•		Проверить управление машины, удалить перегрузку
•	•	Повышенная скорость	Проверить скорость и реком. АBB по скорости
•	•	Дисбаланс сети	Проверить, чтобы баланс сети отвечал требованиям
•	•	Неисправные инструменты или система измерений	Проверить измерения, детекторы и электропроводку
•	•	Слишком много запусков	Дать машины охладиться перед запуском
•	•	Неисправность обмотки главной машины или возбудителя	Проверить обмотки главной машины и возбудителя

**\*\*\*Следующая таблица для типа подшипника: подшипник скольжения со смазкой потоком**

**Диагностика неисправностей**

Температурные изменения  
воздушно-водная система охлаждения

Неисправность					
Высокая температура обмотки	Высокая температура охлаждающего воздуха	сигнал утечки воды			
			Возможная причина	Мера	
•	•		Низкие результаты первичного охладительного цикла	Поврежденный охладительный вентилятор	Заменить вентилятор
•	•			Вентилятор вращается не в том направлении	Заменить вентилятор на вале или отрегулировать работу внешнего вентиляторного мотора
•	•			Загрязненность внутри машины	Очистить части машины и воздушные зазоры
•	•		Низкие результаты вторичного охладительного цикла	Трубы охладителя заблокированы	Открыть охладитель и очистить трубы
•	•			Поврежденный насос охладителя	Проверить и поменять насос
•	•			Неверная установка регулятора потока	Проверить и отрегулировать поток охладителя
•	•	•		Протекающий коллектор охладителя	Заменить коллектор охладителя
•	•			Воздух внутри охладителя	Слить охладитель через сливной винт
•	•			Открыт аварийный охладительный люк	Плотно закрыть аварийный охладительный люк
•	•		Слишком высокая температура ввода охлаждающей воды		Отрегулировать тем-ру охлаждающей воды
•			Перегрузка	Установка системы контроля	Проверить управление машины, устранить перегрузку
•			Дисбаланс сети		Проверить, чтобы баланс сети отвечал требованиям
•	•	•	Неисправные инструменты или система измерений		Проверить измерения, детекторы и электропроводку
•			Слишком много запусков		Дать машине охладиться перед запуском
•			Повреждение обмотки главной машины или возбудителя		Проверить обмотки главной машины и возбудителя

ПРИМЕЧАНИЕ: Об утечке масла в подшипниках скольжения см. *главе 8.2 Утечка масла в подшипниках скольжения.*

## 8.1.3 Температурные изменения

\*\*\*Следующий раздел для типа охлаждения: открытый или направленный воздух

### 8.1.3.1 Температурные изменения, система охлаждения открытым воздухом

#### Диагностика неисправностей

Температурные изменения  
система охлаждения открытым воздухом

Неисправность			
Высокая температура обмотки	Высокая температура охлаждающего воздуха	Возможная причина	Мера
•	•	Высокая температура заборного воздуха	Слишком высокая температура внешнего воздуха
•	•		Выходящий воздух затягивается обратно
•	•		Рядом источник нагрева
•	•	Неверный поток воздуха	Загрязненная внутренность машины
•	•		Неверный порядок охлаждения
•	•		Заблокированы входы воздуха
•	•		Засорен воздушный фильтр
•	•	Поврежден охлаждающий вентилятор(ы)	Заменить вентилятор(ы)
•	•	Охлаждающий вентилятор вращается не в том направлении	Заменить вентилятор(ы) или изменить направление вращения внешнего вентилятора
•	•	Перегрузка	Установка системы контроля
•	•	Повышенная скорость	Проверить управление машины, снять перегрузку
•	•	Дисбаланс сети	Проверить скорость и рекоменд. АВВ по скорости
•	•	Неисправные инструменты или система измерений	Проверит, чтобы баланс сети отвечал требованиям
•	•	Неисправные инструменты или система измерений	Проверить измерения, детекторы и электропроводку
•	•	Неисправность обмотки	Проверить обмотку

ПРИМЕЧАНИЕ: О повышенных температурах подшипников см. таблицу: Таблица 8.1.2 Система смазки и подшипники.

\*\*\*Следующий раздел для типа охлаждения: воздушно-воздушный

### 8.1.3.2 Температурные изменения, воздушно-воздушная система охлаждения

#### Диагностика неисправностей

Температурные изменения  
воздушно-воздушная система охлаждения

Неисправность				
Высокая температура обмотки	Высокая температура охлаждающего воздуха			
		Возможная причина		Мера
•	•	Низкие результаты первичного охлаждающего цикла	Поврежденный охлаждающий вентилятор(ы)	Заменить вентилятор(ы)
•	•		Вентилятор вращается не в том направлении	Заменить вентилятор(ы)
•	•		Загрязнение внутренности машины	Очистить части машины и воздушные зазоры
•	•	Низкие результаты вторичного охлаждающего цикла	Поврежденный внешний вентилятор	Заменить вентилятор
•	•		Вентилятор вращается не в том направлении	Заменить вентилятор на вале или исправить работу внешнего вентиляторного мотора
•	•		Протекающий охладитель	Заменить охладитель
•	•		Высокая температура заборного воздуха	Повышенная температура внешнего воздуха
•	•	Выходящий воздух затягивается обратно		Обеспечить чистое достаточное пространство вокруг охладителя
•	•	Рядом источник нагревания		Перенести нагреватели, проверить вентиляцию
•	•	Перегрузка	Установка системы контроля	Проверить управление машины, удалить перегрузку
•	•	Повышенная скорость		Проверить скорость и реком. АВВ по скорости
•		Дисбаланс сети		Проверить, чтобы баланс сети отвечал требованиям
•	•	Неисправные инструменты или система измерений		Проверить измерения, детекторы и электропроводку
•		Слишком много запусков		Дать машине охладиться перед запуском
•		Неисправность обмотки		Проверить обмотку

ПРИМЕЧАНИЕ: О повышенных температурах подшипников см. таблицу: Таблица 8.1.2 Система смазки и подшипники.

\*\*\*Следующий раздел для типа охлаждения: воздушно-водяной

### 8.1.3.3 Температурные изменения, воздушно-водяная система охлаждения

#### Диагностика неисправностей

Температурные изменения  
воздушно-водяная система охлаждения

Неисправность			воздушно-водяная система охлаждения		
Высокая температура обмотки	Высокая температура охлаждающего воздуха	сигнал утечки воды			
			Возможная причина	Мера	
•	•		Низкие результаты первичного охладительного цикла	Поврежденный охладительный вентилятор	Заменить вентилятор
•	•			Вентилятор вращается не в том направлении	Заменить вентилятор на вале или отрегулировать работу внешнего вентиляторного мотора
•	•			Загрязненность внутри машины	Очистить части машины и воздушные зазоры
•	•		Низкие результаты вторичного охладительного цикла	Трубы охладителя заблокированы	Открыть охладитель и очистить трубы
•	•			Поврежденный насос охладителя	Проверить и поменять насос
•	•			Неверная установка регулятора потока	Проверить и отрегулировать поток охладителя
•	•	•		Протекающий коллектор охладителя	Заменить коллектор охладителя
•	•			Воздух внутри охладителя	Слить охладитель через сливной винт
•	•			Открыт аварийный охладительный люк	Плотно закрыть аварийный охладительный люк
•	•		Слишком высокая температура ввода охлаждающей воды		Отрегулировать тем-ру охлаждающей воды
•			Перегрузка	Установка системы контроля	Проверить управление машины, устранить перегрузку
•			Дисбаланс сети		Проверить, чтобы баланс сети отвечал требованиям
•	•	•	Неисправные инструменты или система измерений		Проверить измерения, детекторы и электропроводку
•			Слишком много запусков		Дать машине охладиться перед запуском
•			Неисправность обмотки		Проверить обмотку

ПРИМЕЧАНИЕ: О повышенных температурах подшипников см. таблицу: *Таблица 8.1.2 Система смазки и подшипники.*

\*\*\*Следующий раздел для типа охлаждения: реберное охлаждение

### 8.1.3.4 Температурные изменения, реберное охлаждение

#### Диагностика неисправностей

##### Температурные изменения

реберное охлаждение

Неисправность		
	Возможная причина	Мера
Высокая температура обмотки	• Перегрузка	Проверить управление машины, устранить перегрузку
	• Установка системы контроля	
	• Повышенная скорость	Проверить скорость и рекомендации АВВ по скорости
	• Дисбаланс сети	Проверить, чтобы баланс сети отвечал требованиям
	• Неисправные инструменты или система измерений	Проверить измерения, детекторы и электропроводку
	• Слишком много запусков	Дать машине охладиться перед запуском
	• Неисправность обмотки	Проверить обмотку
	• Загрязнение внутренности машины	Очистить части машины
•	Сокращенный поток воздуха	Устранить помехи. Обеспечить необходимый объем потока воздуха, см. <i>Размерный чертеж машины</i>

ПРИМЕЧАНИЕ: О повышенной температуре подшипника см. *главе 8.1.2 Система смазки и подшипники.*

**\*\*\*Следующие разделы для типа подшипника: подшипник скольжения**

## **8.2 Утечка масла в подшипниках скольжения**

Конструкция подшипника скольжения такова, что очень трудно полностью предотвратить утечку масла, поэтому утечки в небольших количествах допускаются.

Однако утечка масла может быть вызвана иными, нежели конструкция подшипника, причинами, например, неправильным показателем вязкости используемого масла, давлением масла внутри подшипника, слишком низким давлением вне подшипника или высокого уровня вибрации в подшипнике.

Если замечена повышенная утечка масла, следует проверить/убедиться в следующем:

- Проверить, чтобы используемое масло соответствовало данным спецификациям.
- Затянуть половинки корпуса подшипника заново и крышку лабиринтного уплотнения. Это особенно важно, если машина простаивала в течение долгого времени
- Измерить вибрацию протекающего подшипника в трех направлениях во время полной нагрузки. Если уровень вибрации высок, корпус подшипника может "ослабнуть" как раз настолько, чтобы позволить маслу смыть уплотнение между половинками корпуса.
- Открыть подшипник, очистить поверхности и установить новое уплотнение между половинками корпуса подшипника
- Проверить, чтобы ничто не могло повлиять на падение давления около подшипника. Конструкция вала или кожуха муфты может, например, явиться причиной низкого давления около подшипника.
- Проверить, чтобы не было повышенного давления внутри подшипника. Повышенное давление может поступить в подшипник через вывод маслопровода от смазочного устройства. Установить сапуны или вытяжки к корпусу подшипника для того, чтобы снизить давление внутри подшипника
- В случае использования системы смазки подшипника потоком проверить, чтобы уклон выводных масляных труб был достаточным.

В случае обнаружения повышенной утечки масла даже после описанных выше и ниже контрольных мер и проверок следует заполнить бланк «Об утечках масла в подшипниках скольжения RENK» (Oil Leakage's at RENK Sleeve Bearings) и отправить его в местный отдел обслуживания электродвигателей и генераторов.

### **8.2.1 Масло**

Для того, чтобы подшипники функционировали как положено, используемое масло должно соответствовать некоторым требованиям, к примеру, по вязкости и чистоте, см. *главе 7.5.2.2 Контроль за смазочным веществом и главе 7.5.2.3 Рекомендуемые контрольные значения для масла.*

#### **Вязкость**

Подшипники предназначены для работы с маслом определенной вязкости, которая указана в документации, прилагаемой к электрической машине.

Неправильная вязкость масла может привести к недостаточной смазке и повреждению подшипников и вала.

## 8.2.2 Подшипники скольжения

Подшипники скольжения, используемые во вращающихся электрических машинах, представляют собой, как правило, “стандартные подшипники”, используемые в различных установках. Поэтому сама конструкция подшипника обычно не может стать причиной утечки масла, и причину этой неполадки следует искать в другом месте.

Тем не менее, подшипник собирается из нескольких частей и соединения между этими частями могут протекать вследствие неправильной сборки или отсутствия герметизирующего состава.

### Гнездо подшипника

Гнездо подшипника состоит из верхней и нижней половинок, которые соединены между собой. Кроме того, на входе вала в гнездо подшипника установлены лабиринтные уплотнения. Эта конструкция не полностью герметична и поэтому допускаются утечки масла в небольших количествах.

Приемлемый объем утечек в самосмазывающихся подшипниках таков, чтобы подшипник не требовал долива масла в промежутках между заменами масла.

Масло может вытекать из подшипника двумя путями:

- Через лабиринтные уплотнения
- Через расходящееся ветвление гнезда подшипника.

### Материал для уплотнений

Для предотвращения утечки масла из подшипника через расходящиеся ветвления в них используется уплотнитель. Компания АВВ рекомендует использовать герметизирующий состав Nylomar Blue Heavy. Можно также использовать Curil T или подобные составы.

## 8.2.3 Проверка подшипника

Если есть подозрение, что утечка масла происходит в самом гнезде подшипника, следует предпринять следующие меры:

1. Загерметизировать заново гнездо подшипника

Это особенно важно во время ввода машины в эксплуатацию или тогда, когда машина долгое время простаивала, так как части могли деформироваться.

Если половинки подшипника закрыты негерметично по отношению друг к другу, масло может смыть уплотнительный состав из расходящегося ветвления. Это, в свою очередь, может привести к утечкам масла.

2. Открыть гнездо подшипника

Гнездо подшипника можно открыть и установить новый затворный состав в расходящееся ветвление. Во время этой процедуры грязь и посторонние вещества не должны проникнуть в подшипник. Расходящее ветвление должно быть полностью очищено прежде, чем будет нанесен тонкий слой затворного состава.



**\*\*\*Следующий раздел для типа подшипника: подшипник скольжения со смазкой потоком**

## 8.2.4 Маслоконтейнер и трубы

Отдельный маслоконтейнер и трубы используются только в системе смазки подшипников потоком.

### Маслоконтейнер

Маслоконтейнер может представлять из себя отдельный контейнер, или, в некоторых случаях, картер дизельного двигателя. В любом случае, контейнер должен находиться ниже подшипников, чтобы масло из подшипника стекало в контейнер.

Маслоконтейнер должен иметь такую конструкцию, чтобы давление не могло попасть в обратную трубу от контейнера к подшипнику.

### Маслопровод

Функция обратных маслопроводов заключается в том, чтобы дать маслу возможность вернуться к масляному баку с минимальным трением. Обычно это достигается путем выбора достаточно большого диаметра трубопровода, чтобы поток масла в обратном направлении не превышал 0,15 м/сек (6 дюймов/сек.) в зависимости от поперечного сечения трубы.

Установить выходные трубы книзу от подшипников с минимальным уклоном 15°, что соответствует уклону в 250 - 300 мм/м (3 – 3S дюймов/фут).

Сборка трубопровода должна производиться таким образом, чтобы указанный выше уклон выдерживался во всех точках трубопровода.

**\*\*\*Следующий раздел для типа подшипника: подшипник скольжения со смазкой потоком**

## 8.2.5 Проверка маслоконтейнера и труб

Если есть подозрения, что утечка масла связана с конструкцией контейнера масла или маслопровода, следует предпринять следующие меры:

### Давление в маслоконтейнере

Атмосферное давление внутри маслоконтейнера необходимо проверить. Давление не должно быть выше давления вне подшипника. Если давление выше, в масляном резервуаре следует установить сапун.

### Маслопровод

Проверить, чтобы трубы были достаточного диаметра, не закупорены, и чтобы уклон был направлен вниз и был достаточным в обратном трубопроводе масла.

## 8.2.6 Использование

Причины утечек в подшипниках, помимо неправильного монтажа, могут быть еще связаны и с неверной эксплуатацией.

**\*\*\*Следующие параграфы для типа подшипника: подшипник скольжения со смазкой потоком**

**Давление масла**

Входное давление масла для каждого подшипника рассчитано в соответствии с желаемым потоком масла, и поэтому давление масла должно регулироваться соответственно в ходе ввода в эксплуатацию.

Конкретные значения давления масла для каждой машины должны сверяться по документации, прилагаемой к машине.

**\*\*\*Следующий параграф для типа подшипника: подшипник скольжения с самосмазкой**

**Уровень масла**

Уровень масла в самосмазывающемся подшипнике скольжения необходимо регулярно проверять, см. *главе 7.5.1.1 Уровень масла*.

**Температура масла**

Корректная температура масла очень важна, чтобы поддерживать рабочую температуру подшипника, для обеспечения эффекта от смазки и корректной вязкости смазочного масла, см. *главе 7.5.2.1 Температура масла для смазки*.

**Вибрации**

Все машины подвержены вибрациям и спроектированы таким образом, чтобы их выдерживать. Большие вибрации могут привести к тому, что некоторые детали подшипника будут функционировать иначе, нежели задумано.

Тяжелые вибрации могут привести к различным отклонениям в масляной пленке между валом и белым металлом, что может привести к поломке подшипника, но редко приводит к утечкам масла.

Тяжелые вибрации могут привести к смещению деталей гнезда подшипника или к “ослаблению”, которого будет достаточно для того, чтобы масло попало в разъемную плоскость между верхней и нижней половинками корпуса подшипника. Вибрации могут привести к тому, что детали гнезда подшипника сместятся по отношению друг к другу. Это может вызвать эффект “насоса” и масло будет накачиваться внутрь и наружу от разъемной поверхности. Это в конечном итоге приведет к удалению уплотнителя и к утечкам из подшипника.

**Давление воздуха внутри подшипника**

Гнездо подшипника негерметично и поэтому любое избыточное давление внутри подшипника будет выходить из гнезда подшипника через лабиринтные уплотнения. При выходе воздух потянет за собой масляный туман, что приведет к утечкам из подшипника.

Причиной избыточного давления внутри подшипника обычно выступает не сам подшипник, а другие компоненты. Наиболее распространенная причина избыточного давления внутри подшипника - избыточное давление внутри обратной масляной трубы.

#### **Давление воздуха вне подшипника**

По примеру избыточного давления внутри подшипника пониженное давление вне подшипника будет “высасывать” воздух из внутренности подшипника и вытягивать заодно масло, что приведет к утечкам.

Пониженное давление внутри подшипника обычно является результатом работы не самого подшипника, а внешних деталей.

Пониженное давление около гнезда подшипника возникает от вращающихся частей, подводящих к себе воздух таким образом, что местное пониженное давление образуется рядом с выходом вала в подшипнике.

### **8.2.7 Проверка в работе**

#### **Масло**

Проверить качество масла.

**\*\*\*Следующий параграф относится к типу подшипника: Рукавный подшипник со смазкой потоком**

Давление масла на входе нужно проверить и соответственно отрегулировать.

Нормальное значение давления масла составляет  $125 \text{ кПа} \pm 25 \text{ кПа}$  ( $1,25 \text{ бар} \pm 0,25 \text{ бар}$ ), но особое значение давления масла для каждой машины следует посмотреть в документации, прилагаемой к машине.

**\*\*\*Следующие параграфы для типа подшипника: подшипник скольжения с самосмазкой**

Проверить уровень масла в подшипнике.

Следует проверить температуру масла. Слишком высокая температура приведет к снижению вязкости масла и, таким образом, масло будет легче удаляться из подшипника.

ПРИМЕЧАНИЕ: Подшипники только с одним термодетектором Pt-100 обычно определяют температуру подшипника, а не масла. Температура масла в среднем на  $10^\circ\text{C}$  ( $20^\circ\text{F}$ ) ниже, чем температура подшипника.

**\*\*\*Следующий параграф относится к типу подшипника: Рукавный подшипник со смазкой потоком**

Нормальная температура масла на входе составляет  $45^\circ\text{C}$ , однако это значение следует проверить по документации, поставленной вместе с машиной.

#### **Вибрации**

Показатели вибрации гнезд подшипников должны измеряться в трех направлениях: осевом, поперечном (горизонтальном) и вертикальном, см. *главе 7.4.3 Вибрация корпусов подшипников*.

#### **Давление воздуха внутри подшипника**

Проверить давление воздуха внутри и вне подшипников.

Избыточное давление, как было сказано выше, обычно является следствием избыточного давления в масляном баке. Избыточное давление в масляном баке перемещается в подшипник через обратные масляные трубы.

Лучше всего измерять давление внутри подшипника через ввод для заливки масла или через смотровое окошко на верху подшипника.

В случае обнаружения избыточного давления внутри подшипника, следует предпринять некоторые меры в указанном порядке:

- Установите сапун в масляный бак, если это возможно. Это не подходит для картеров дизельных двигателей
- Убедиться, чтобы обратные масляные трубы входили в масляный бак ниже уровня масла. Это особенно важно для картеров дизельных двигателей
- Сделайте “водяной затвор” в форме U в обратном маслопроводе
- Установить сапун на верху корпуса подшипника.

### **Давление воздуха вне подшипника**

Давление воздуха около выхода вала из подшипника необходимо проверить. Это особенно важно, если подшипник установлен на фланце в машине или, если вал установлен внутри кожуха или другой конструкции, которая сформировать "радиальный вентилятор" вместе с валом.

Фланцевые подшипники имеют два канала между гнездом подшипника и фланцем. Этого обычно бывает достаточно для компенсации любого пониженного давления около выхода вала из гнезда подшипника. Однако, если по какой-либо причине, в зоне присутствует большое количество пониженного давления, двух каналов может быть недостаточно, и некоторое количество воздуха будет дополнительно высосано из внутренности подшипника. Это может произойти, в частности, в подшипниках скольжения с осевыми упорными удлинителями, так как поток масла в таких подшипниках больше, чем в обычных радиальных подшипниках.

Если есть подозрение или выявлено большое количество пониженного давления, давление воздуха следует измерить около выхода вала из гнезда подшипника.

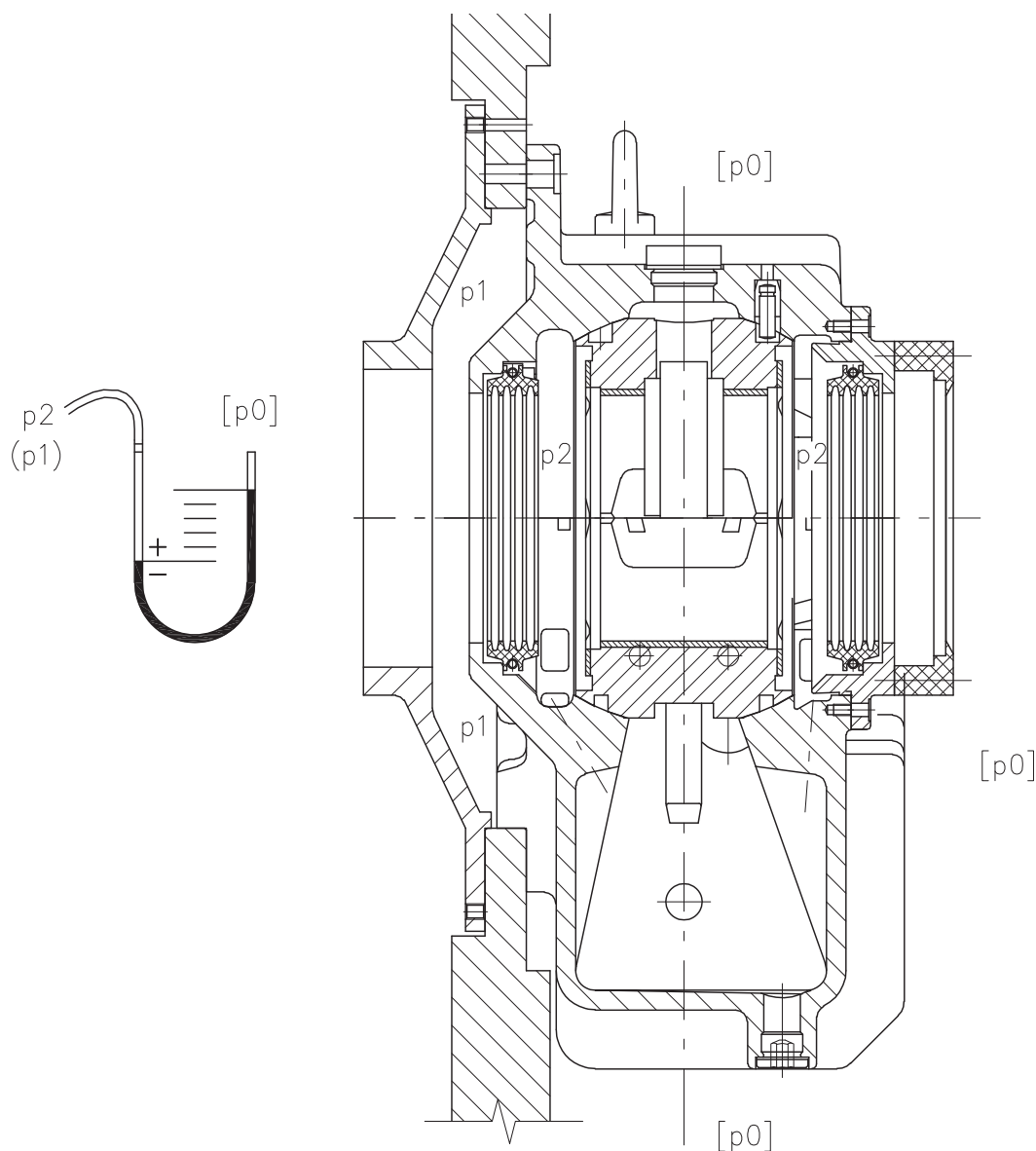
Чтобы проверить, что пониженное давление вне подшипника является причиной утечки, давление вне подшипника ( $p_0$ ), внутри подшипника ( $p_2$ ) и давление в зоне между концевым экраном и уплотнением машины ( $p_1$ ) следует также измерить. При измерении ( $p_1$ ) трубу нужно вставить как можно глубже, а каналы временно закрыть, см. *Таблица 8-1 Проверка давления воздуха внутри и вне подшипника скольжения.*

Для анализа ситуации, показатели  $p_1$  и  $p_2$  нужно сравнить с показателем  $p_0$ , который необходимо измерить без каких-либо помех или турбулентности около машины.

Возможны следующие ситуации:

- $p_0 = p_1 = p_2$ . Если все показатели давления равны, утечка не может быть следствием разности давлений. Необходимо помнить, что было сказано выше о дизельных двигателях
- $p_2 > p_1 (= p_0)$ . Если давление внутри подшипника больше, чем вне его, единственный вариант - избыточное давление внутри подшипника

- $p_2 (= p_0) > p_1$ . Если давление вне подшипника меньше, чем в других местах, значит, около подшипника наблюдается пониженное давление
- $p_2 > p_0 > p_1$ . Если все показатели давления различны, то, возможно, имеет место как избыточное давление внутри подшипника, так и пониженное давление вне подшипника.



**Рисунок 8-1 Проверка давления воздуха внутри и вне подшипника скольжения**

Если выявлен большой объем пониженного давления внутри машины, например, между концевым экраном и уплотнением машины, ситуация затруднительная; как правило, съем уплотнения машины и его повторное восстановление очень сложны.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Для устранения пониженного давления в подшипнике ни в коем случае нельзя устанавливать сапун, так как это только усугубит утечку.

## 8.3 Электрические рабочие характеристики, системы управления и защиты

Электрические рабочие характеристики вращающихся электрических машин в основном определяются состоянием обмоток статора и ротора. Техническое обслуживание обмоток машины описано в *главе 7.6 Техническое обслуживание обмоток статора и ротора*. Данный раздел сконцентрирует внимание на описании поиска и устранения неисправностей систем управления и защиты.

### 8.3.1 Защитные меры

Машина должна быть защищена при помощи как электрических, так и механических систем аварийной сигнализации и отключения машины при появлении опасных условий работы. Некоторые из этих видов защиты могут быть сброшены, и машина может быть запущена вновь после обнаружения неисправности.

Примеры систем защиты, которые, в случае если они выдадут аварийный сигнал или остановят машину, потребуют тщательного расследования неисправности:

- Высокая температура подшипника, см. *главе 7.5 Техобслуживание подшипников и систем смазки*
- Высокая температура обмоток или охлаждающего воздуха, см. *главе 7.6 Техническое обслуживание обмоток статора и ротора* и *главе 8.5 Температурные функции и охлаждающая система*
- Перегрузка по току, дисбаланс тока и напряжения, перенапряжение
- Защита от вибрации, *главе 7.4.2 Вибрация и шум*.

### 8.3.2 Термодетекторы сопротивления Pt-100

Термодетекторы сопротивления Pt-100 являются важной частью в системе мониторинга и защиты состояния машины. Они используются для измерения температуры в обмотках, подшипниках и в охлаждающем воздухе. В детекторах Pt-100 для измерения температуры используется тонкая платиновая нить, которая может повредиться, например, вследствие неправильного обращения или избыточной вибрации.

Следующие симптомы сигнализируют о возможных проблемах в детекторе Pt-100:

- Бесконечное или нулевое сопротивление в детекторе
- Отсутствие измерительного сигнала во время или после запуска
- Существенное различие в значениях сопротивления в одном детекторе.

Если есть подозрение на поломку Pt-100, все показатели должны быть подтверждены в соединительной коробке, путем измерения сопротивления детектора с отключенными кабелями. Все результаты должны быть зарегистрированы. Правильный показатель измерительного тока можно установить по соответствующему детектору Pt-100. Значения сопротивления при разных температурах см. в таблице: *Таблица 8-1 Температурные значения для элементов Pt-100*.

Таблица 8-1. Температурные значения для элементов Pt-100

PT100 RES $\Omega$	TEMP °C	TEMP °F	PT100 RES $\Omega$	TEMP °C	TEMP °F	PT100 RES $\Omega$	TEMP °C	TEMP °F
100.00	0	32.00	127.07	70	158.00	153.58	140	284.00
100.78	2	35.60	127.84	72	161.60	154.32	142	287.60
101.56	4	39.20	128.60	74	165.20	155.07	144	291.20
102.34	6	42.80	129.37	76	168.80	155.82	146	294.80
103.12	8	46.40	130.13	78	172.40	156.57	148	298.40
103.90	10	50.00	130.89	80	176.00	157.31	150	302.00
104.68	12	53.60	131.66	82	179.60	158.06	152	305.60
105.46	14	57.20	132.42	84	183.20	158.81	154	309.20
106.24	16	60.80	133.18	86	186.80	159.55	156	312.80
107.02	18	64.40	133.94	88	190.40	160.30	158	316.40
107.79	20	68.00	134.70	90	194.00	161.04	160	320.00
108.57	22	71.60	135.46	92	197.60	161.79	162	323.60
109.35	24	75.20	136.22	94	201.20	162.53	164	327.20
110.12	26	78.80	136.98	96	204.80	163.27	166	330.80
110.90	28	82.40	137.74	98	208.40	164.02	168	334.40
111.67	30	86.00	138.50	100	212.00	164.76	170	338.00
112.45	32	89.60	139.26	102	215.60	165.50	172	341.60
113.22	34	93.20	140.02	104	219.20	166.24	174	345.20
113.99	36	96.80	140.77	106	222.80	166.98	176	348.80
114.77	38	100.40	141.53	108	226.40	167.72	178	352.40
115.54	40	104.00	142.29	110	230.00	168.46	180	356.00
116.31	42	107.60	143.04	112	233.60	169.20	182	359.60
117.08	44	111.20	143.80	114	237.20	169.94	184	363.20
117.85	46	114.80	144.55	116	240.80	170.58	186	366.80
118.62	48	118.40	145.31	118	244.40	171.42	188	370.40
119.40	50	122.00	146.06	120	248.00	172.16	190	374.00
120.16	52	125.60	146.81	122	251.60	172.90	192	377.60
120.93	54	129.20	147.57	124	255.20	173.63	194	381.20
121.70	56	132.80	148.32	126	258.80	174.37	196	384.80
122.47	58	136.40	149.07	128	262.40	175.10	198	388.40
123.24	60	140.00	149.83	130	266.00	175.84	200	392.00
124.01	62	143.60	150.57	132	269.60	176.57	202	395.60
124.77	64	147.20	151.33	134	273.20	177.31	204	399.20
125.54	66	150.80	152.04	136	276.80	178.04	206	402.80
126.31	68	154.40	152.83	138	280.40	178.78	208	406.40

Существует только два возможных способа восстановления неисправного детектора Pt-100 для статора. Если имеются действующие свободные детекторы в сердечнике статора, их следует задействовать. Если все установленные на заводе детекторы задействованы в работе, можно модифицировать установку нового детектора в лобовом соединении.

**\*\*\*Следующий раздел для типа ротора: контактные кольца**

## 8.4 Контактные кольца и щетки

### 8.4.1 Износ щетки

Если щетки изнашиваются слишком быстро или неравномерно, следует обратить внимание на следующие моменты:

- Сохраняется ли давление щетки в указанных пределах? См.главе 7.7.2.1 *Давление щетки*
- Все ли кабели с гибкими проводниками надежно подключены?
- Изношены ли скользящие поверхности контактных колец?
- Возможно ли, что угольные щетки намокли или замаслились?
- Соответствует ли качество щеток требованиям машины?

По возможности проверять:

- Чтобы щетки находились в хорошем состоянии и свободно двигались в держателях
- Чтобы кабели с гибкими проводниками были в порядке и надежно подсоединены.
- Снимать угольную пыль с помощью пылесоса.

### 8.4.2 Искрообразование в щетках

Возможное искрообразование в щетках можно наблюдать через окошко корпуса контактного кольца. Искрообразование, как правило, является сигналом о неправильном функционировании щеток. Следует немедленно принять меры для устранения искрообразования. Необходимо выявить причины и восстановить режим работы без помех. Возможные причины искрообразования:

- Неадекватные условия нагрузки
- Щетки застряли в своих держателях
- Щетки находятся слишком свободно в держателях
- Терминал щетки подсоединен ненадежно
- Неисправна опора для щеток
- Неверное или неравномерное давление в щетках
- Изношены скользящие поверхности контактных колец
- Тип угольных щеток не соответствует условиям эксплуатации
- Смещение соединений вала
- Машина не сбалансирована
- Неровные зазоры из-за изношенных подшипников.



## 8.5 Температурные функции и охлаждающая система

Существует две фундаментальные причины повышения температуры в машине:

- Снижение эффективности системы охлаждения
- Машина производит повышенное количество тепла.

Если температура машины превышает нормальные показатели, необходимо предпринять меры для определения, какая из вышеперечисленных причин повлияла на этот фактор.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Повышенное производство тепла может стать следствием проблем в обмотке или дисбаланса сети, поэтому в данных ситуациях мероприятия в системе охлаждения не будут иметь желаемого эффекта или могут даже представлять опасность.

Если термодетекторы обмотки или охлаждающего воздуха показывают аномальную температуру, следует проверить систему охлаждения. На систему охлаждения действуют две разные технические операции. Видимая часть - обеспечить бесперебойную и корректную работу теплообменника. Этого можно достичь с помощью периодической чистки и проверки рабочего состояния теплообменника.

Поток воды или воздуха через теплообменник также следует проверить. Если в радиаторе установлен внешний вентиляторный двигатель, его функционирование следует проверить.

Менее видимая деталь, но не менее важная - обеспечить хорошую циркуляцию воздуха в первичной охлаждающей цепи внутри машины. Этого можно достичь с помощью периодической чистки и проверки внутренности машины в промежутке между ремонтами и в случае возникновения проблем.

Другие возможные причины плохой работы теплообменника могут включать повышенную температуру воздуха, высокую температуру заборного воздуха или воды и недостаточный поток воздуха или воды.

Кроме того, плохая смазка или неисправность подшипников могут привести к повышенной температуре подшипников. Явно высокая температура может также быть следствием проблем в системе измерения температуры, см. *главе 8.3.2 Термодетекторы сопротивления Pt-100*.

## Раздел 9 Обслуживание электродвигателей и генераторов

---

### 9.1 Отдел послепродажного обслуживания

Отдел обслуживания электродвигателей и генераторов компании АВВ осуществляет монтаж и ввод в эксплуатацию, проведение технического обслуживания, модернизацию и замену оборудования, а также поставку запасных частей. Основываясь на 120-летнем опыте производства электродвигателей и генераторов, компания предоставляет услуги, помогающие операторам электросетей повышать эффективность работы собственных предприятий и оптимизировать стоимость владения.

Благодаря крупнейшей на рынке глобальной сети обслуживания и возможности проводить ремонт на месте эксплуатации или в уполномоченных сервисных мастерских с привлечением сертифицированных инженеров по обслуживанию компания АВВ предлагает различные варианты обслуживания в соответствии с потребностями клиентов.

#### 9.1.1 Предлагаемые услуги

Компания АВВ предлагает следующие услуги в отношении электродвигателей и генераторов:

- монтаж и ввод в эксплуатацию;
- запасные части;
- техническое обслуживание:
  - профилактическое техобслуживание;
  - техобслуживание по текущему состоянию;
  - контроль состояния;
- ремонт:
  - на месте эксплуатации и в мастерских;
  - дистанционная диагностика неисправностей;
  - техническая поддержка;
- инженерно-консалтинговые услуги;
- усовершенствование, обновление и модернизация;
- замена;
- обучение;
- договоры об обслуживании.

Дополнительную информацию можно получить на веб-сайте [www.abb.com/motors&generators](http://www.abb.com/motors&generators) или в региональном отделе по обслуживанию электродвигателей и генераторов компании АВВ.

## 9.1.2 Поддержка и гарантии

На все электродвигатели и генераторы распространяется заводская гарантия на дефекты компонентов, конструкции, качества изготовления и производства. Условия гарантии и гарантийный срок определяются в договоре купли-продажи.

Обработка гарантийных рекламаций обычно осуществляется по официальным каналам продажи оборудования компании ABB. Гарантийная рекламация всегда должна предъявляться в письменном виде и должна содержать следующие сведения:

- серийный номер машины;
- местоположение машины;
- подробное описание неисправности;
  - изображения, результаты измерений или отчеты, помогающие проанализировать неисправность;
- ожидания клиента;
- контактные данные клиента.

Контактная информация отдела технической поддержки и гарантийного обслуживания приведена в следующей главе. Дополнительные сведения можно найти на веб-сайте [www.abb.com/motors&generators](http://www.abb.com/motors&generators).

## 9.1.3 Контактная информация отдела обслуживания электродвигателей и генераторов

Контактные данные региональных отделов обслуживания приведены на веб-сайте [www.abb.com/motors&generators](http://www.abb.com/motors&generators).

Контактные данные глобального центра технической поддержки (Финляндия):

- Телефон 7:00–17:00 (GMT +2): +358 (0)10 22 11
- Круглосуточная линия поддержки: +358 (0)10 22 21999
- Адрес электронной почты отдела продаж: [machines.service@fi.abb.com](mailto:machines.service@fi.abb.com)
- Адрес электронной почты гарантийного отдела и отдела технической поддержки: [support.machines@fi.abb.com](mailto:support.machines@fi.abb.com)
- Факс: +358 (0)10 22 22544

NOTE: Для справки укажите в электронном письме серийный номер машины (семь цифр, начинающиеся с 46#####) при его наличии.

## 9.2 Запасные части для вращающихся электрических машин

### 9.2.1 Основные сведения по запасным частям

Машины производства компании ABB разработаны и изготовлены с учетом надежности и стойкости в эксплуатации в течение десятков лет. Это условие, однако, подразумевает надлежащую эксплуатацию и техническое обслуживание машин. Обслуживание включает в себя замену частей, подверженных нормальному износу.

Точно определить причину износа возможно не всегда. Различия в износе деталей в значительной степени зависят от их эксплуатации, внешних условий и других особенностей. Поэтому необходимо регулярно проверять состояние деталей, а также иметь на складе достаточное количество запасных частей. Запчасти, хранящиеся на складе, помогут максимально сократить время простоя оборудования. Складские объемы должны быть определены с учетом важности оборудования, доступности определенной запасной детали и рекомендаций изготовителя.

### 9.2.2 Регулярная замена деталей

Если две подвижные поверхности соприкасаются друг с другом, имеет место механический износ. В электрических машинах основной механический износ появляется между вращающимся валом и неподвижными деталями. Роликовые подшипники, гнезда подшипников и масляные кольца в подшипниках скольжения рано или поздно будут подвергнуты износу и потребуют замены, даже в том случае, если смазка осуществлялась по всем правилам. К быстро изнашиваемым деталям также можно отнести запайки, находящиеся в постоянном контакте с вращающимся валом и щетками, щеточными механизмами и контактными кольцами в токосъемнике.

Упомянутые выше детали составляют довольно подробный, хотя и не полный, список механически изнашиваемых деталей. Данные детали имеют четко рассчитанный функциональный срок, но, как указывалось выше, их действительный срок эксплуатации может существенно варьироваться. Поэтому, рекомендуется хранить на складе запасные части хотя для тех деталей, которые упомянуты здесь. Следует также заметить, что замена данных деталей, связанная с обычным износом, не входит в сферу гарантийных обязательств.

### 9.2.3 Необходимость запасных частей

Другие типы износа связаны с повышенной температурой, электрическими помехами и химическими реакциями.

Воздушные фильтры, которые защищают внутреннюю часть машины от загрязнения, самоувлажняются за счет воздушных нечистот и требуют замены для обеспечения надежности работы охлаждающего устройства и постоянной защиты чувствительных деталей машины.

Электрические обмотки машин АВВ хорошо защищены от износа, но только правильный уход и условия эксплуатации могут гарантировать это. Установленная рабочая температура не должна превышать, а обмотки должны регулярно очищаться от грязи. Обмотка может также быть подвержена повышенному износу из-за частых электрических помех.

Термодетекторы Pt-100 обмотки статора расположены в пазу сердечника статора и не могут быть заменены. Поэтому компания АВВ устанавливает дополнительные детекторы Pt-100 в сердечник статора. Данные детекторы не входят в список обычных запасных частей, так как предназначены для использования в качестве замены на случай поломки элемента Pt-100 в статоре в ходе ввода машины в эксплуатацию. Кроме того, эти элементы можно использовать во время работы машины, первоначальные детекторы выйдут из строя. В случае выхода из строя запасных элементов, можно установить дополнительные детекторы Pt-100 в лобовом соединении статора.

## 9.2.4 Выбор подходящего набора запчастей

Компания АВВ предлагает три варианта готовых к установке наборов запчастей. Персонал, наиболее полно осведомленный об условиях эксплуатации машины, должен выбрать подходящий набор с учетом критического подхода к области применения и финансового риска от простоя оборудования и возможных убытков.

Эксплуатационный набор запасных частей для ввода в эксплуатацию и обеспечения работоспособности:

- Наиболее важные запчасти, которые всегда необходимо иметь в наличии.

Рекомендуемый набор запасных частей для диагностики неисправностей и обеспечения работоспособности оборудования:

- Данные запчасти необходимо иметь в наличии во время среднесрочного технического обслуживания. Детали также позволяют быстро восстановить дополнительное оборудование в случае поломки.

Капитальные запчасти для сокращения времени ремонта во время серьезной поломки:

- Рекомендуется иметь в наличии данный набор запчастей, если машина является частью крупного производственного процесса. Указанные детали позволят быстро восстановить оборудование даже в случае серьезной поломки.

## 9.2.5 Рекомендуемые запчасти в различных наборах

Ниже представлены общие рекомендации по типичным запчастям для различных наборов. Для получения информации о ценах на отдельные детали для конкретной машины обратитесь в компанию по обслуживанию электродвигателей и генераторов АВВ.

Следует помнить, что хотя компания АВВ предоставляет специализированные наборы запасных частей для определенных машин, в этих наборах могут содержаться указания на принадлежности, входящие в комплект не всех машин.

**\*\*\*В следующих главах содержится описание для семейства продуктов: HXR и NXR**

### 9.2.5.1 Эксплуатационный набор запасных частей

Запасная часть	Количество
Резист. термодатчик подшипника	1 шт.

**Альтернативно для машин с роликовыми подшипниками:**

Роликовый подшипник	2 шт.
---------------------	-------

**Альтернативно для машин с подшипниками скольжения:**

Корпус подшипника для прив. конца вала	1 шт.
--	-------

Запасная часть	Количество
Корпус подшипника для неприв. конца вала	1 шт.
Масляное кольцо подшипника для прив. конца вала	1 шт.
Масляное кольцо подшипника для неприв. конца вала	1 шт.
Лабиринтная запайка подшипника для прив. конца вала	2 шт.
Лабиринтная запайка подшипника для неприв. конца вала	2 шт.

### 9.2.5.2 Рекомендуемый набор запасных частей

Запасная деталь	Количество
Эксплуатационный набор запасных частей	1 шт.
Внешний обогреватель	1 шт.
Статор Pt-100, комплект для модернизации	1 шт.
Крепеж или проходные изоляторы	1 шт.

### 9.2.5.3 Капитальные запасные части

Запасная деталь	Количество
Статор	1 шт.
Ротор	1 шт.

**\*\*\*В следующих главах содержится описание для семейства продуктов: АМА, АМВ и АМІ**

#### 9.2.5.4 Эксплуатационный набор запасных частей

Запасная часть	Количество
Эксплуатационный набор запасных частей	1 шт.
Внешний обогреватель	1 шт.
Резист. датчик Pt-100 статора, комплект для модернизации	1 шт.
Крепеж или проходные изоляторы	1 шт.
Запасная часть	Количество
Статор	1 шт.
Ротор	1 шт.
Запасная часть	Количество
Воздушные фильтры (для машины IPW24/IC01)	1 комплект
Индикатор утечки воды (для машины IP55/IC81W)	1 шт.
Резист. термодатчик подшипника	1 шт.

**Альтернативно для машин с роликовыми подшипниками:**

Роликовый подшипник	2 шт.
---------------------	-------

**Альтернативно для машин с подшипниками скольжения:**

Корпус подшипника для прив. конца вала	1 шт.
Корпус подшипника для неприв. конца вала	1 шт.
Масляное кольцо подшипника для прив. конца вала	1 шт.
Масляное кольцо подшипника для неприв. конца вала	1 шт.

Запасная часть	Количество
Лабиринтная запайка подшипника для прив. конца вала	2 шт.
Лабиринтная запайка подшипника для неприв. конца вала	2 шт.

#### 9.2.5.5 Рекомендуемый набор запасных частей

Запасная часть	Количество
Эксплуатационный набор запасных частей	1 шт.
Внешний обогреватель	1 шт.
Резист. датчик Pt-100 статора, комплект для модернизации	1 шт.
Элемент водяного охладителя и прокладки	1 шт.
Крепеж или проходные изоляторы	1 шт.

#### 9.2.5.6 Капитальные запасные части

Запасная деталь	Количество
Ротор	1 шт.
Статор	1 шт.



\*\*\*Следующие разделы для продукции серии: АМК

## 9.2.5.7 Эксплуатационный набор запасных частей

Запасная деталь	Количество
Воздушные фильтры (для машины IPW24/IC01)	1 комплект
Воздушный фильтр для угольной пыли контактного кольца	1 шт.
Щетки	1 комплект
Держатель для щеток	1 комплект
Индикатор утечки воды (для машины IP55/IC81W)	1 шт.
RTD подшипника	1 шт.

**Альтернативно для машин с роликовыми подшипниками:**

Роликовый подшипник	2 шт.
---------------------	-------

**Альтернативно для машин с подшипниками скольжения:**

Корпус подшипника (подходит для DE)	1 шт.
Корпус подшипника (подходит для NDE)	1 шт.
Масляное кольцо подшипника (подходит для DE)	1 шт.
Масляное кольцо подшипника (подходит для NDE)	1 шт.
Лабиринтная запайка подшипника (подходит для DE)	2 шт.
Лабиринтная запайка подшипника (подходит для NDE)	2 шт.

### 9.2.5.8 Рекомендуемый набор запасных частей

Запасная деталь	Количество
Эксплуатационный набор запасных частей	1 шт.
Внешний обогреватель	1 шт.
Внешний обогреватель для устройства токосъемника	1 шт.
Токосъемник	1 шт.
Статор Pt-100, комплект для модернизации	1 шт.
Мембранный переключатель для контроля состояния фильтра пыли от щеток	1 шт.
Элемент водяного охладителя	1 шт.
Крепеж или проходные изоляторы	1 шт.

### 9.2.5.9 Капитальные запасные части

Запасная деталь	Количество
Ротор	1 шт.
Статор	1 шт.

### 9.2.6 Необходимая информация для заказа

Чтобы быстро заказать нужную запасную деталь, свяжитесь с отделом послепродажного обслуживания и укажите серийный номер машины. Серийный номер указан на паспортной табличке, прикрепленной к корпусу машины, или отштампован на самом корпусе. Кроме того, следует предоставить специальную детальную информацию о заказываемых запасных частях.

Контактная информация компании по обслуживанию электродвигателей и генераторов АВВ приведена в *главе 9.1.3 Контактная информация отдела обслуживания электродвигателей и генераторов*.

## Раздел 10 Утилизация

### 10.1 Введение

Компания ABB строго придерживается принятой политики в сфере защиты окружающей среды. Компания неуклонно работает на то, чтобы производимая продукция соответствовала более высоким показателям экологичности, применяя результаты анализа утилизации и жизненного цикла продукции. Вся продукция, производственные процессы и даже система логистики были разработаны с учетом экологического фактора. Система управления вопросами экологии компании ABB, сертифицированная по стандарту ISO 14001, является надежным инструментом проведения политики защиты окружающей среды.

Приведенные инструкции следует рассматривать в качестве рекомендаций по уничтожению машин экологически приемлемым способом. Заказчик должен сам обеспечить соблюдение норм местного законодательства в этом вопросе. Данное техническое руководство может не включать информацию по отдельным специфическим для заказчика вопросам. За дополнительной информацией следует обращаться к проектной документации.

### 10.2 Общий состав материала

Обычно в производстве электрических машин используется следующий состав материала:

	<b>Асинхронные машины с чугунным корпусом</b>	<b>Асинхронные машины с модульным стальным корпусом</b>
<b>Сталь</b>	46 - 55 %	77 - 83 %
<b>Медь</b>	7 - 12 %	10 - 12 %
<b>Чугун</b>	35 - 45 %	1 - 5 %
<b>Алюминий</b>	0 - 2 %	0 - 1 %
<b>Пластмассы, резина, изоляционные материалы и т. д.</b>	1 - 2 %	1 - 2 %
<b>Нержавеющая сталь</b>	менее 1 %	менее 1 %
<b>Прочее</b>	менее 1 %	менее 1 %

## 10.3 Утилизация упаковочного материала

После доставки необходимо освободить машину от упаковочного материала.

- Деревянную тару можно сжечь
- Для некоторых стран упаковка для морской транспортировки изготавливается из пропитанного специальным составом дерева и должна уничтожаться согласно местным нормам по уничтожению отходов
- Упаковочный материал из пластика пригоден для утилизации
- Любое антикоррозийное вещество, которым обработаны поверхности машины, можно снять тряпкой, смоченной в растворе на основе бензина. Использованные тряпки следует уничтожать в соответствии с местным законодательством.

## 10.4 Демонтаж машины

Демонтаж машины не представляет из себя сложности, так как машина собрана с помощью болтов. Несмотря на это, из-за существенного веса машины и во избежание несчастных случаев, такую операцию должен производить только такой оператор, который обучен работе с тяжелыми агрегатами.

## 10.5 Разделение деталей

### 10.5.1 Корпус, гнездо подшипника, защитные колпаки и вентилятор

Указанные детали изготовлены из конструкционной стали, которую можно утилизировать в соответствии с нормами местного законодательства. Все дополнительное оборудование, вместе с кабелями и подшипниками, необходимо снять до переплавки машины.

### 10.5.2 Компоненты с электроизоляцией

Статор и ротор являются основными компонентами машины, включающими электроизоляционные материалы. Кроме того, некоторое дополнительное оборудование также создано с применением похожих материалов и требует аналогичного способа утилизации. Различные виды изоляционных материалов использованы в распределительной коробке, возбудителе, трансформаторах напряжения и тока, кабелях питания, проводах, импульсных предохранителях и конденсаторах. Некоторые из этих компонентов используются только в синхронных машинах, а некоторые только в небольшом количестве машин.

После завершения производства машины все эти компоненты находятся в инертном состоянии. В составе некоторых компонентов, особенно статора и ротора, содержится значительное количество меди, которую можно отделить с помощью соответствующей тепловой обработки, при которой органические связующие вещества электроизоляции превращаются в газ. Для надежного сжигания испарений печь должна быть оснащена соответствующим устройством дожигания. Для максимального сокращения выбросов в ходе процесса рекомендуется следующий способ тепловой обработки и последующего дожигания:

#### Тепловая обработка

Температура: 380-420°C (716...788°F)

Продолжительность: После нагревания до 90% от желаемой температуры, обрабатываемая деталь должна оставаться при этой температуре как минимум в течение пяти часов.

**Дожигание связующих веществ**

Температура: 850-920°C (1562-1688°F)

Дебит: Испарения связующих веществ должны находиться в камере сжигания не менее трех секунд.

ПРИМЕЧАНИЕ: Состав выбросов включает в основном газы O<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> и микроскопические частицы. Заказчик несет ответственность за то, чтобы процесс соответствовал нормам местного законодательства.

ПРИМЕЧАНИЕ: Процесс тепловой обработки и техническое обслуживание оборудования тепловой обработки требуют особой аккуратности во избежание пожара или взрыва. В связи с использованием различного типа оборудования компания ABB не имеет возможности отдельно инструктировать по вопросам тепловой обработки или по вопросам технического обслуживания оборудования тепловой обработки. Данные вопросы находятся в ведении Заказчика.

### 10.5.3 Постоянные магниты

Если синхронная машина с постоянными магнитами переплавляется как единое целое, то с постоянными магнитами ничего делать не нужно.

Если машина разбирается на части для более полной утилизации, и если после этого необходимо транспортирование ротора, рекомендуется размагнитить постоянные магниты. Размагничивание выполняется путем нагревания ротора в печи, пока температура магнитов не достигнет +300 °C (572°F).

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Магнитное поле рассеяния, образовавшееся из-за открытой или разобранный синхронной машины с постоянным магнитом или из-за отделенного ротора такой машины, может нарушить функционирование или повредить такие электрические или электромагнитные приборы и компоненты, как стимулятор сердца, кредитные карты и тому подобное.

### 10.5.4 Опасные отходы

Масло, используемое для смазки, классифицируется как опасные отходы и должно уничтожаться в соответствии с требованиями местного законодательства.

### 10.5.5 Вывоз отходов

Все изоляционные материалы можно вывозить на свалку.

## ОТЧЕТ О ВВОДЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Заводская информационная табличка:	
	Серийный номер.y
Производитель:	ABB Oy
Адрес: Телефон: Факс:	P.O. Box 186 FIN-00381 HELSINKI FINLAND +358 (0) 10 22 11 +358 (0) 10 22 22544
Заказчик:	
Адрес Заказчика:	
Контактное лицо:	
Телефон:	
Мобильный телефон:	
Факс:	
Эл. почта:	

# 1 Транспортировка

## Общая информация:

Дата доставки машины:	
Дата и место проверки:	
Расписка в получении:	
Проверка открытой тары:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, кем выполнено:

## Повреждения:

Упаковочный лист:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, недостающие детали:
Машина:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, тип:
Упаковка:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, тип:
Дополнительное оборудование:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, тип:
Запчасти + инструменты:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, тип:

## Документирование повреждений:

Фотографии:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, дата:
Заявление в транспортную компанию:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, кому: дата:
Заявление Поставщику:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, кому: дата:
Заявление в страховую компанию:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, кому: дата:

## Способ транспортировки:

<input type="checkbox"/> Жел. дорога С Авиа Груз.транспорт	<input type="checkbox"/> Почта	<input type="checkbox"/> Мор. трансп./Судно_____	<input type="checkbox"/> Иной вид:
---	--------------------------------	--	------------------------------------

## Комментарии:

--

## 2 Хранение

### Общая информация:

Хранение:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, с: _____ по _____
Срок хранения более 6 месяцев:	<input type="checkbox"/> не <input type="checkbox"/> да
Ответственный за хранение:	

### Место хранения:

	<input type="checkbox"/> в помещении <input type="checkbox"/> вне помещения
	<input type="checkbox"/> в упаковке <input type="checkbox"/> водостойкая защита
	Дневная температура: мин./макс _____ - _____ °C Влажность: _____ %

### Меры во время хранения:

Вентилирование транспортировочной упаковки:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да
Внешний обогрев/обдувание:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, тип _____
Электрообогреватели машины:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, напряжение: _____
Смазка подшипников потоком:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, тип масла: _____
Съем корпусов подшипников:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, дата: _____
Проверка антикоррозийной защиты конца вала:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, тип _____
Обновление антикоррозийной защиты конца вала:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, дата: _____
Прокрутка ротора 10 оборотами каждые 2 месяца:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да
Вибрация в складском помещении:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, _____ мм/сек., об. в сек.
Содержание агрессивных газов в воздухе:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, тип: _____
Щетки подняты:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да
Документация на машину сохранена и защищена для дальнейшего использования:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, место хранения: _____

### Комментарии:




- 136

Транспортировочное стопорное устройство снято:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да
Бесшумное вращение ротора:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да

## 4 Проверка смазки

### 4.1 Автоматическая смазка

Масло для подшипников:	Производитель:..... Тип:.....
Качество масла соответствует рекомендациям:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да
Масло заполнено до указанного предела: Отметить уровень в контрольном окошке справа	 Окошко
Свободное вращение смазочных колец:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да

### 4.2 Смазка потоком

Масло для подшипников:	Производитель ..... Тип: .....
Кач-во масла соответствует рекоменд:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да
Свободное вращение смазочных колец:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да
Давление масла при смазке потоком:	..... кПа
Поток масла:	..... л/мин
Проверка вращения насосов:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да
Проверка подъемных насосов:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, аварийный сигнал: ..... кПа, перепускной клапан: ..... кПа
Проверка масляных фильтров:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да

### 4.3 Пластичная смазка подшипников:

Смазочное вещество:	Производитель: ..... Тип:.....
Качество смазки соответствует рекомендациям на информационной табличке:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да
Первая смазка произведена:	Дата..... Кол-во: ..... г
Комментарии:	

## 5 Электромонтажные работы

Колебания в сети:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, напряжение: ..... – ..... В, частота ..... – ..... Гц
Функционирование внешних печей:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> ручное <input type="checkbox"/> автом., контролируется: .....
Внешняя печь для контактного кольца:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, напряжение: ..... В, питание: ..... Вт

### 5.1 Тест на сопротивление изоляции

Обмотка статора (1 мин., 1000 VDC):	..... мВт, тест ..... кВ, температура обмотки: ..... °C
Обмотка статора (15 / 60 сек. или 1 / 10 мин.):	PI = ....., тест ..... кВ, температура обмотки: ..... °C
Обмотка ротора (1 мин.):	..... мВт, тест ..... кВ, температура обмотки: ..... °C
Возбудитель статора (1 мин., 500 В постоянного тока):	..... мВт, тест ..... кВ, температура обмотки: ..... °C
Тепловой резистор:	..... мВт (500 VDC)
Температурные датчики:	..... мВт (100 VDC)
Изоляция подшипника на конце N:	..... мВт (100 VDC)

### 5.2 Test opornościowy osprzku

Статор 1 Pt 100:	..... Вт
Статор 2 Pt 100:	..... Вт
Статор 3 Pt 100:	..... Вт
Статор 4 Pt 100:	..... Вт
Статор 5 Pt 100:	..... Вт
Статор 6 Pt 100:	..... Вт
Подшипник Pt 100 конец D:	..... Вт
Подшипник Pt 100 конец N:	..... Вт
Температура воздуха 1 Pt 100:	..... Вт
Температура воздуха 2 Pt 100:	..... Вт
Антикондесаторная печь:	..... Вт

### **Испытание нагревателей для опасных зон**

Проверка сопротивлений не может быть применена для проверки нагревателей, поскольку работа этих нагревателей основана на работе ограничительных термисторов.

Вместо этого применяется проверка характеристик нагрева.

Требования к тестированию:

- Стабильное состояние (не менее одного часа работы)
- Окружающая температура от +20 °C до +25 °C
- Источник питания: 230 вольт переменного тока
- Измеренное значение тока должно составлять минимум 0,1 А ... 0,9 А



## 6 Настройки систем защиты машины

Отключение при перегрузке по току:	..... А ..... сек
Моментальное отключение при перегрузке по току:	..... А ..... сек
Установка по перенапряжению:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, установка:
Уст. по нежелат. замыканию на землю:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, установка:
Установка по обратной мощности:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, установка:
Уст. по дифференциальной защите:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, установка:
Контроль за вибрацией:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, сигнал: _____ мм/сек, расцепление: _____ мм/сек
Контроль за температурой:	
- в обмотке статора	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, сигнал: _____ °C, расцепление: _____ °C
- в подшипнике	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, сигнал: _____ °C, расцепление: _____ °C
- в .....	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, сигнал: _____ °C, расцепление: _____ °C
Другие защитные устройства:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, тип:

## 7 Пробный прогон

### 7.1 Первый пуск (несколько секунд)

**Внимание: Проверить подключение возможной смазки потоком!!**

Направление вращения (со стороны конца D):	<input type="checkbox"/>  CW	<input type="checkbox"/>  CCW
Нестандартные шумы?	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, откуда:	

### 7.2 Второй пуск (без муфты, если возможно)

**Внимание: Проверить подключение возможной смазки потоком!!**

Нестандартные шумы?	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, откуда:
Нестандартное вибрирование машины?	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да, где/как:
Замер уровня вибрации подшипников:	конец D: ..... мм/сек, об.в сек.; конец N: ..... мм/сек., об.в сек.
Работа:	<input type="checkbox"/> машина функц. ОК <input type="checkbox"/> остановка работы, причина:

### График и контрольные данные

Время ч:мин с	Температура подшипника		Уровень вибрации подшипника:		Статор			Температура обмотки статора		
	конец D	конец N	конец D	конец N	Ток	Коэфф. мощности	Ток возбужд. ит.	U	V	W
	°C	°C	мм/сек. об.в сек.	мм/сек. об.в сек.	A	cos φ	A	°C	°C	°C
0:00										
0:05										
0:10										
0:15										
0:20										

<b>Комментарии:</b>
<b>Замечания:</b>

## 8 Пробный прогон (с нагрузкой)

График и контрольные данные

Вре мя	Нагр узка	Темп-ра подшипника		Уровень вибрации подшипника:		Статор			Температура обмотки статора		
		коне ц D	конец N	конец D мм/сек	конец N мм/сек.	Ток	Коэфф. мощнос ти	Ток возбуд и т.	U	V	W
ч:ми н	%	°C	°C	об.в сек.	об.в сек.	A	cos f	A	°C	°C	°C
0:00											

Спектр колебаний прилагается:	<input type="checkbox"/> нет <input type="checkbox"/> да
Время разгона:	..... сек.
Температура охлаждающего воздуха:	Вход: _____ °C Выход: _____ °C
Температура охлаждающей воды:	Вход: _____ °C Выход: _____ °C
<b>Комментарии:</b>     	



## 9 Приемка машины

Машина принята для эксплуатации:	Дата:
Ввод в действие произведен, кем:	
Принято, кем: .....	

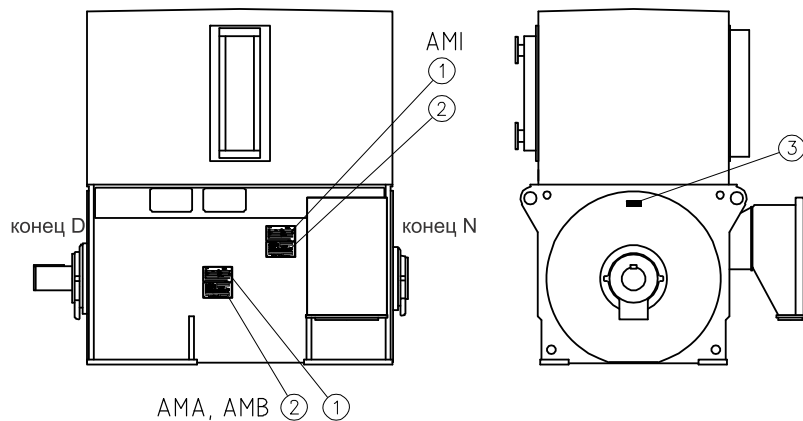
# Титульный лист для факса

Date: (Дата)	
To: (Кому)	ABB Oy Telefax: +358 (0) 10 22 22544
From: (От кого)	
Fax number: (Номер факса)	
Phone number: (Номер телефона) .....	
Email: (Эл. почта)	
Number of pages: (Кол-во страниц)	1 + 9 + _____

Message: (Сообщение)

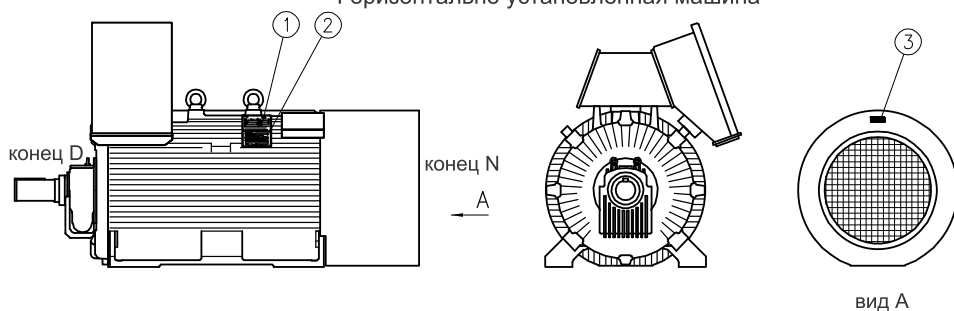
## Расположение информационных табличек

АМА, АМВ, АМІ



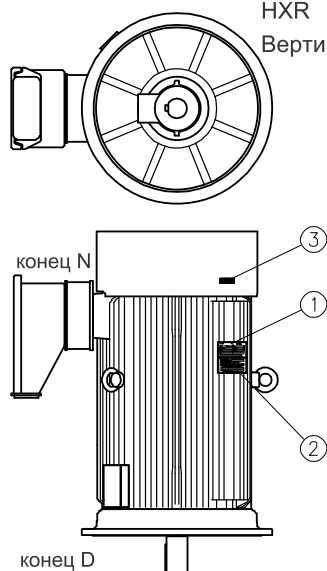
НХР

Горизонтально установленная машина



НХР

Вертикально установленная машина



① Информационная табличка машины

② Табличка подшипника машины

③ Обозначение направления вращения

Направление вращения от конца привода к машине :

по часовой стрелке

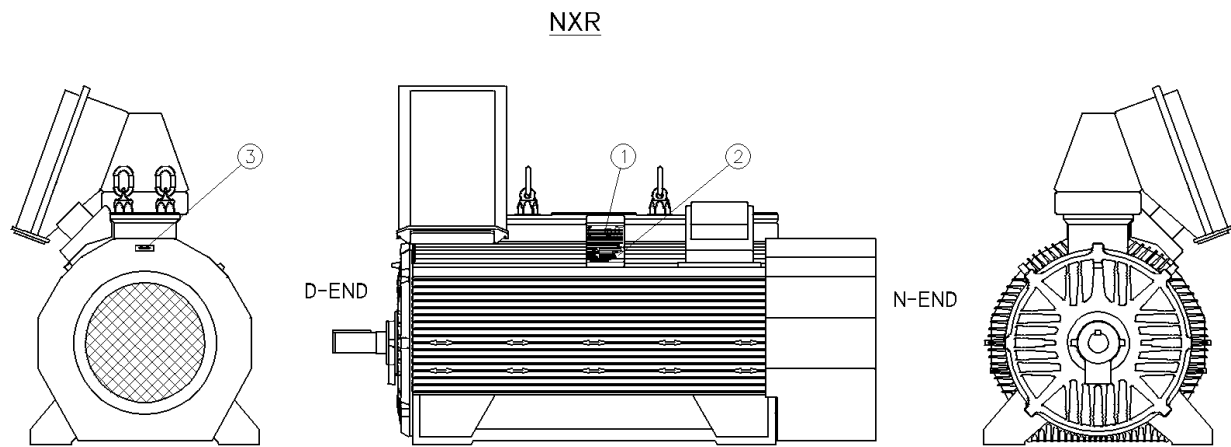
против часовой стрелки

реверсное движение

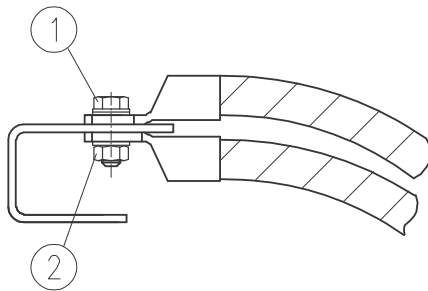
Концы машины :

конец D = приводной конец

конец N = не приводной конец

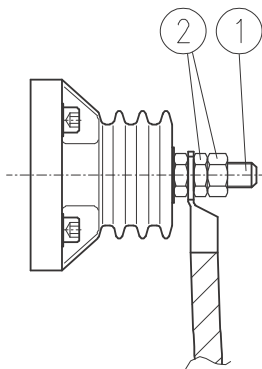


## Типовое подключение магистрального силового кабеля



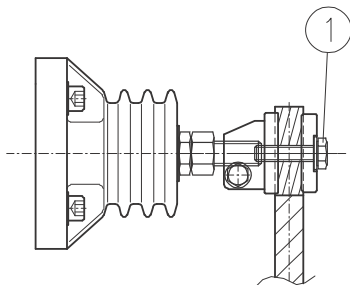
Соединительный винт M12

- ① Винт: сталь M12
  - ② Шестигранная гайка: сталь M12
- Момент затяжки 55 Nm



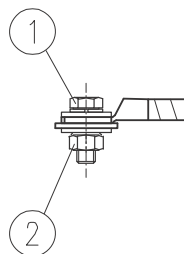
Соединительный винт

- ① Винт: бронза M16
  - ② Шестигранная гайка: латунь M16
- Момент затяжки 40 Nm



Круглый терминал DIN 46223

- ① Винт: сталь M10
- Затягивать до надежного соединения



Винт для заземления M12

- ① Винт: M12 - AISI 316
  - ② Шестигранная гайка: M12 - AISI 316
- Момент затяжки 55 Nm. Не затягивать к машине. Рекомендуется использовать смазку для пружинных стопорных гаек

## Контактная информация

ABB Oy  
Motors and Generators  
P.O. Box 186  
00381 Helsinki, Finland  
Phone: + 358 (0)10 2211  
Fax: + 358 (0)10 22 22141

[www.abb.com/motors&generators](http://www.abb.com/motors&generators)

3BFP 000 054 R0122 REV G