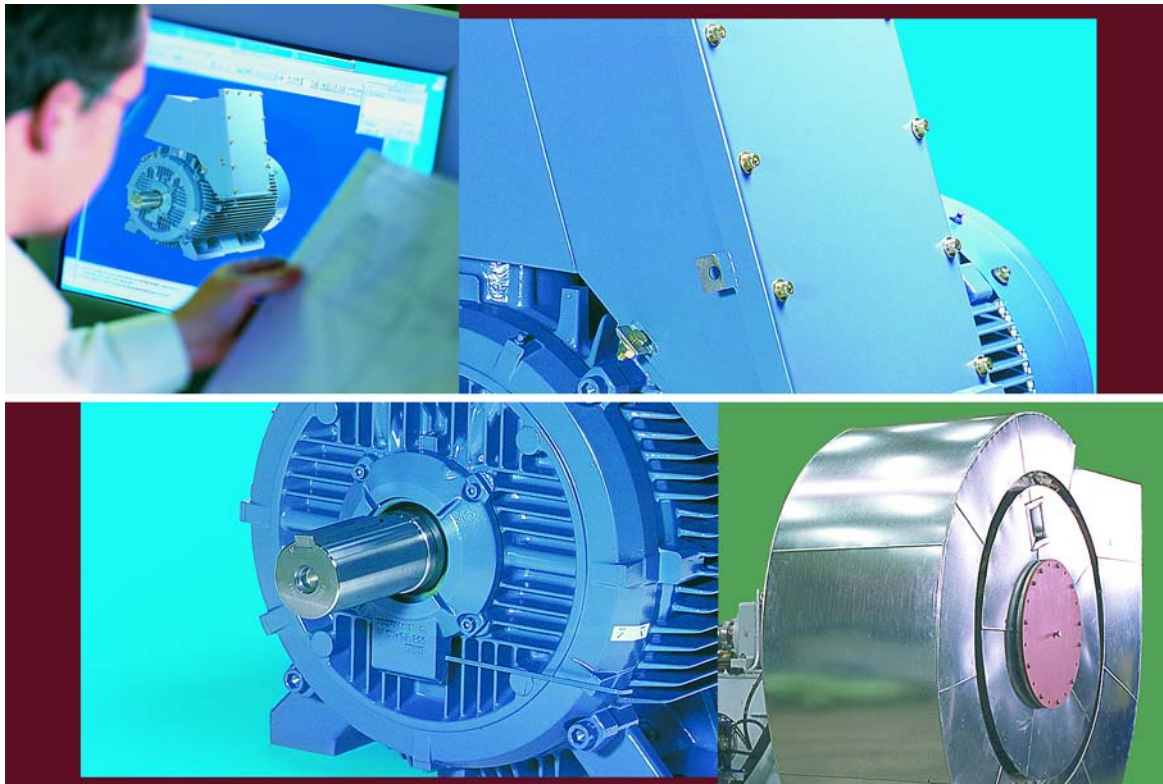


Техническое руководство для регулируемых электродвигателей высокого напряжения



Правила техники безопасности

АМА, АМВ, АМГ, АМН, АМІ, АМК, АМZ, НХR, МЗВМ, МЗGM

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. Все мероприятия по транспортировке, хранению, монтажу, подсоединению, пуску, эксплуатации и техническому обслуживанию должны осуществляться только назначенным для этих целей и подготовленным персоналом (в соответствии с EN 50 110-1 / DIN VDE 0105 / IEC 60364). Неверная эксплуатация оборудования может привести к серьезным физическим травмам и поломке оборудования. 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°C до $+40^{\circ}\text{C}$ и показателя высоты над уровнем моря ≤ 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.

При хранения машины обеспечить сухость, чистоту места хранения, отсутствие вибрации (опасность повреждения подшипников). Измерить сопротивление изоляции до ввода в эксплуатацию. При показателе $\leq 1 \text{ к}\Sigma$ на вольт номинального напряжения, высушить обмотку. См. инструкции производителя.

4. Монтаж

Проверить надежность опоры, кубического фута или крепежного фланца и точной регулировки в случае прямого сцепления. Избегать резонансов с частотой вращения и двойных промышленных частот после сборки. Повернуть ротор и проверить аномальные шумы. Проверить направление вращения без муфты.

Следовать инструкциям производителя при монтаже или переносе соединений или других элементов привода и укрывать их контактной защитой. Для пробного пуска в неподсоединенном состоянии заблокируйте или снимите концевой выключатель на валу. Избегать излишней радиальной и осевой нагрузки подшипников (см. инструкции производителя). Баланс машины выражен в виде Н = Половина и F = Полный оборот. В моделях с половинным оборотом соединения должны быть также сбалансированы в половину оборота. При наличии выступающих частей, видимых частей рукоятки концевой переключателя применить механическую балансировку.

Провести необходимое подключение системы вентиляции и охлаждения. Вентиляционная система должна быть свободна и воздух, как и в соседних установках, не должен входить напрямую.

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

“Удовлетворительный” уровень вибрации ($V_{rms} \leq 4,5$ мм/сек) в соответствии со стандартом ISO 3945 является приемлемым во включенном режиме. В случае отклонения от нормального режима, например, повышенная температура, шумы, вибрация, необходимо отключить машину. Выявить причину и проконсультироваться с производителем.

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.

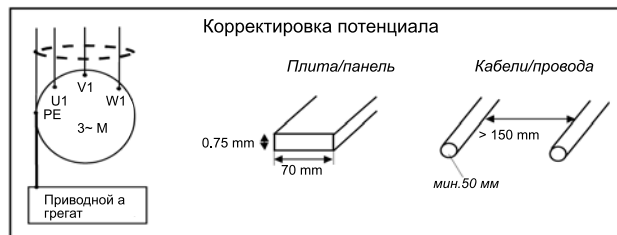
7. Ремонт и обслуживание

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.



Для соблюдения требований по электромагнитной совместимости следует использовать только такие кабели и соединители, которые предназначены для этих целей. (См. инструкцию к 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.

Должны учитываться стандарты, относящиеся к подключению и использованию электрической аппаратуры во взрывоопасных зонах, в особенности государственные стандарты по монтажу (см. стандарты: EN 60079-14, EN 60079-17, EN 61241-14, EN 61241-17, IEC 60079-14, IEC 60079-17, IEC 61241-14 и IEC 61241-17). Весь ремонт и переустройство должны происходить в соответствии со стандартом IEC 60079-19. Только обученный персонал, ознакомленный с этими стандартами, может быть допущен к работе с данным типом оборудования.

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.

Взрывозащищенные Ex nA, Класс I Div 2, Класс I Зона 2

- Асинхронные машины АМА, размером от 315 до 500
- Асинхронные машины АМВ, размером от 560 до 630
- Асинхронные машины АМВ, размером от 560 до 630
- Асинхронные машины НХР, размером от 315 до 560
- Синхронные машины АМЗ, размером от 710 до 2500
- Асинхронные машины МЗГМ, размером от 315 до 450

Повышенная безопасность Ex e

- Асинхронные машины АМА, размером от 315 до 500
- Асинхронные машины АМВ, размером от 560 до 630
- Асинхронные машины АМВ, размером от 560 до 630
- Асинхронные машины НХР, размером от 315 до 560

Герметизация Ex pHe, Ex pze, Ex pX, Ex pz

- Асинхронные машины АМА, размером от 315 до 500
- Асинхронные машины АМВ, размером от 560 до 630
- Асинхронные машины АМВ, размером от 560 до 630
- Асинхронные машины НХР, размером от 315 до 560
- Синхронные машины АМЗ, размером от 710 до 2500

Защита от воспламенения от пыли (DIP), Ex tD, Класс II Div 2, Класс II Зона 22, Класс III

- Асинхронные машины АМА, размером от 315 до 500
- Асинхронные машины АМВ, размером от 560 до 630
- Асинхронные машины АМВ, размером от 560 до 630
- Асинхронные машины НХР, размером от 315 до 560
- Асинхронные машины МЗГМ, размером от 315 до 450

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

Соответствие стандартам

Двигатели, разработанные для применения во взрывоопасных условиях, должны соответствовать не только стандартам по механическим и электрическим характеристикам, но и приведенным ниже стандартам IEC или EN:

EN 60079-0;	Стандарт по основным требованиям для применения во взрывоопасных условиях
EN 60079-2;	Стандарт по защите Ex p
EN 60079-7;	Стандарт по защите Ex e
EN 60079-15;	Стандарт по защите Ex nA
EN 61241-1;	Стандарт, касающийся взрывоопасной пыли, защита Ex tD
IEC 60079-0;	Стандарт по Основным требованиям к взрывоопасным условиям
IEC 60079-2;	Стандарт по защите Ex p
IEC 60079-7;	Стандарт по защите Ex e
IEC 60079-15;	Стандарт по защите Ex nA
IEC 61241-0;	Стандарт по Основным требованиям к взрывоопасной пыли
IEC 61241-1;	Стандарт, касающийся взрывоопасной пыли, защита Ex tD
NFPA 70	Национальный электрический кодекс (NEC)
C 22-1-98	Канадский электрический кодекс, Часть I (CE Code)

Машины компании ABB (действительно только для группы II) могут быть установлены в зонах, отвечающих 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 равенство 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 соединения в основных распределительных коробках должны быть произведены соединителями со знаком Ex, которые поставляются вместе с машиной от производителя. В иных ситуациях следует обращаться в компанию ABB Oy.
- Все соединения в дополнительных распределительных коробках, обозначенные как взрывозащищенные схемы (Ex i или EEx i) должны быть подключены к соответствующим защитным ограждениям.

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	3
1.4.1	Документация на машину	3
1.4.2	Информация, не вошедшая в технические документы	3
1.4.3	Единицы измерений, используемые в данном руководстве	3
1.5	Идентификация машины	4
1.5.1	Серийный номер машины	4
1.5.2	Информационная табличка	4

Раздел 2 - Транспортировка и распаковка

2.1	Меры защиты машины перед транспортировкой	6
2.1.1	Общее	6
2.1.2	Информационная табличка	7
2.2	Подъем машины	7
2.2.1	Подъем машины в упаковке для транспортировки по морю	8
2.2.2	Подъем машины на поддоне	9
2.2.3	Подъем нераспакованной машины	9
2.3	Поворот вертикально установленной машины	10
2.4	Проверка после доставки и распаковки	10
2.4.1	Проверка после доставки	10
2.4.2	Проверка после распаковки	11
2.5	Хранение	11
2.5.1	Краткосрочное хранение (менее 2 месяцев)	11
2.5.2	Долгосрочное хранение (более 2 месяцев)	12
2.5.3	Роликовые подшипники	13
2.5.4	Отверстия	14
2.6	Проверки, регистрация	14

Раздел 3 - Установка и выравнивание

3.1	Общая информация	15
3.2	Разработка фундамента	15
3.2.1	Общая информация	15
3.2.2	Усилие, направленное на фундамент	16
3.2.3	Фланцы вертикально установленных машин	16
3.3	Подготовка машины к установке	16
3.3.1	Измерение сопротивления изоляции	16
3.3.2	Разборка блокировочного устройства для транспортировки ..	17
3.3.3	Тип муфты	17
3.3.4	Сборка полумуфты	17
3.3.4.1	Балансировка муфты	17
3.3.4.2	Сборка	18
3.3.5	Ременный привод	18
3.3.6	Сливные пробки	18
3.4	Установка на бетонном фундаменте	19
3.4.1	Состав поставки	19
3.4.2	Общая подготовка	19

3.4.3	Подготовка фундамента	19
3.4.3.1	Подготовка фундамента и цементационной скважины	19
3.4.3.2	Подготовка фундаментных штифтов или закладных плит	20
3.4.4	Установка машины	21
3.4.5	Наладка	21
3.4.6	Заливка раствора	21
3.4.7	Окончательный монтаж и проверка	22
3.4.7.1	Скрепление шпонками на лапе машины	22
3.4.7.2	Защитные покрытия и кожухи	22
3.5	Установка на стальном фундаменте	22
3.5.1	Состав поставки	22
3.5.2	Проверка фундамента	23
3.5.3	Установка машины	23
3.5.4	Выравнивание	23
3.5.5	Окончательная установка и проверка	23
3.5.5.1	Скрепление шпонками на лапе машины	23
3.5.5.2	Защитные покрытия и кожухи	23
3.5.6	Установка на крепежном фланце на стальном фундаменте	23
3.6	Выравнивание	24
3.6.1	Общая информация	24
3.6.2	Грубая нивелировка	24
3.6.3	Грубое выравнивание	25
3.6.4	Корректировка теплового расширения	26
3.6.4.1	Общая информация	26
3.6.4.2	Тепловой рост вверх	26
3.6.4.3	Тепловой осевой рост	27
3.6.5	Окончательное выравнивание	27
3.6.5.1	Общая информация	27
3.6.5.2	Выезд полумуфт	27
3.6.5.3	Параллельное, угловое и осевое выравнивание	28
3.6.5.4	Наладка	29
3.6.5.5	Допустимое смещение	30
3.7	Уход после монтажа	31

Раздел 4 - Механические и электрические соединения

4.1	Общее	32
4.2	Электрические соединения	32
4.2.1	Общая информация	32
4.2.2	Безопасность	32
4.2.3	Измерение сопротивления изоляции	33
4.2.4	Варианты главной распределительной коробки	33
4.2.4.1	Поставка без главной распределительной коробки	33
4.2.5	Изоляционные расстояния подсоединений основного питания	33
4.2.6	Кабели основного питания	34
4.2.7	Вспомогательная распределительная коробка	34
4.2.7.1	Подключение дополнительного оборудования	35

4.2.7.2	Подключение внешнего вентиляторного электропривода 35	
4.2.8	Заземление	35
4.2.9	Требования к машинам с питанием от преобразователя частоты	36
4.2.9.1	Основной кабель	36
4.2.9.2	Заземление основного кабеля	36
4.2.9.3	Дополнительные кабели	36

Раздел 5 - Ввод в эксплуатацию и запуск

5.1	Общее	37
5.2	Проверка механического монтажа	37
5.3	Измерение сопротивления изоляции	37
5.4	Проверка монтажа электрооборудования	38
5.5	Контрольное и защитное оборудование	38
5.5.1	Общая информация	38
5.5.2	Температура обмотки статора	39
5.5.2.1	Общее	39
5.5.2.2	Термометры сопротивления	39
5.5.2.3	Терморезисторы	39
5.5.3	Терморегулирование подшипников	39
5.5.3.1	Общее	39
5.5.3.2	Термометры сопротивления	39
5.5.3.3	Терморезисторы	40
5.5.4	Защитное оборудование	40
5.6	Первый испытательный пуск	40
5.6.1	Общее	40
5.6.2	Меры предосторожности перед первым испытательным пуском	40
5.6.3	Запуск	41
5.6.3.1	Направление вращения	41
5.7	Первый ход машины	41
5.7.1	Контроль за первым ходом машины	41
5.7.2	Проверки работы машины	42
5.7.3	Подшипники	42
5.7.3.1	Машины с роликовыми подшипниками	42
5.7.4	Вибрации	43
5.7.5	Уровни температуры	43
5.8	Отключение	44

Раздел 6 - Эксплуатация

6.1	Общее	45
6.2	Нормальные условия работы	45
6.3	Количество пусков	45
6.4	Контроль	46
6.4.1	Подшипники	46
6.4.2	Вибрации	46
6.4.3	Температуры	47
6.5	Обслуживание	47

6.6	Отключение	47
-----	------------------	----

Раздел 7 - Техническое обслуживание

7.1	Профилактическое обслуживание	48
7.2	Меры техники безопасности	49
7.3	Программа техобслуживания	49
7.3.1	Рекомендуемая программа техобслуживания	51
7.3.1.1	Основная конструкция	52
7.3.1.2	Подключение основного питания	52
7.3.1.3	Статор и ротор	53
7.3.1.4	Вспомогательные элементы	53
7.3.1.5	Система смазки и подшипники	54
7.4	Обслуживание основных конструкций	54
7.4.1	Упругость креплений	54
7.4.2	Вибрация и шум	55
7.4.3	Вибрации	56
7.4.3.1	Процедура измерений и рабочие условия	56
7.4.3.2	Классификация в соответствии с гибкостью опоры	57
7.4.3.3	Оценка	57
7.5	Техобслуживание подшипников и систем смазки	59
7.5.1	Роликовые подшипники	59
7.5.1.1	Конструкция подшипника	59
7.5.1.2	Информационная табличка	59
7.5.1.3	Регулярность смазки	59
7.5.1.4	Повторная смазка	60
7.5.1.5	Смазка для подшипников	61
7.5.1.6	Техническое обслуживание подшипников	63
7.6	Техническое обслуживание обмоток статора и ротора	63
7.6.1	Принципы техники безопасности при техобслуживании обмоток	64
7.6.2	Время проведения техобслуживания	65
7.6.3	Корректная рабочая температура	65
7.6.4	Тест на сопротивление изоляции	65
7.6.4.1	Пересчет значений измеренного сопротивления изоляции 66	67
7.6.4.2	Общие положения	67
7.6.4.3	Минимальные значения сопротивления изоляции	67
7.6.4.4	Измерение сопротивления изоляции обмотки статора	68
7.6.5	Измерение сопротивления изоляции для комплектующих	69
7.6.6	Индекс поляризации	69
7.6.7	Прочие операции техобслуживания	70
7.7	Ремонт, демонтаж и сборка	70

Раздел 8 - Диагностика неисправностей

8.1	Диагностика неисправностей	71
8.1.1	Механические неисправности	72

8.1.2	Система смазки и подшипники	73
8.1.2.1	Система смазки и роликовые подшипники.....	73
8.1.3	Температурные изменения	74
8.1.3.1	Температурные изменения, реберное охлаждение	74
8.2	Работа электрооборудования, возбуждение, контроль и защита.....	74
8.2.1	Защитные меры	74
8.2.2	Термодетекторы сопротивления Pt-100	75

Раздел 9 - Сервисное обслуживание и запасные части

9.1	Отдел послепродажного обслуживания.....	77
9.1.1	Услуги на местах.....	77
9.1.2	Запасные части.....	77
9.1.3	Поддержка и гарантии	77
9.1.4	Поддержка сервисных центров	77
9.1.5	Контактная информация отдела послепродажного обслуживания.....	78
9.2	Запасные части для вращающихся электрических машин	78
9.2.1	Основные сведения по запасным частям	78
9.2.2	Регулярная замена деталей	78
9.2.3	Необходимость запасных частей	79
9.2.4	Выбор подходящего набора запчастей	79
9.2.5	Рекомендуемые запчасти в различных наборах.....	80
9.2.5.1	Эксплуатационный набор запасных частей	80
9.2.5.2	Рекомендуемый набор запасных частей.....	80
9.2.5.3	Капитальные запасные части.....	80
9.2.6	Необходимая информация для заказа	81

Раздел 10 - Утилизация

10.1	Введение.....	82
10.2	Общий состав материала.....	82
10.3	Утилизация упаковочного материала.....	83
10.4	Демонтаж машины	83
10.5	Разделение деталей	83
10.5.1	Корпус, гнездо подшипника, защитные колпаки и вентилятор	83
10.5.2	Компоненты с электроизоляцией	83
10.5.3	Постоянные магниты	84
10.5.4	Опасные отходы	84
10.5.5	Вывоз отходов.....	84

ОТЧЕТ О ВВОДЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ	85
Расположение информационных табличек	95
Типовое подключение магистрального силового кабеля.....	96

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: *Раздел 9.1.5 Контактная информация отдела послепродажного обслуживания.*

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 *Правила техники безопасности* в начале руководства 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 ABB, или связаться с отделом послепродажного обслуживания, см.: *Раздел 9.1.5 Контактная информация отдела послепродажного обслуживания*.

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

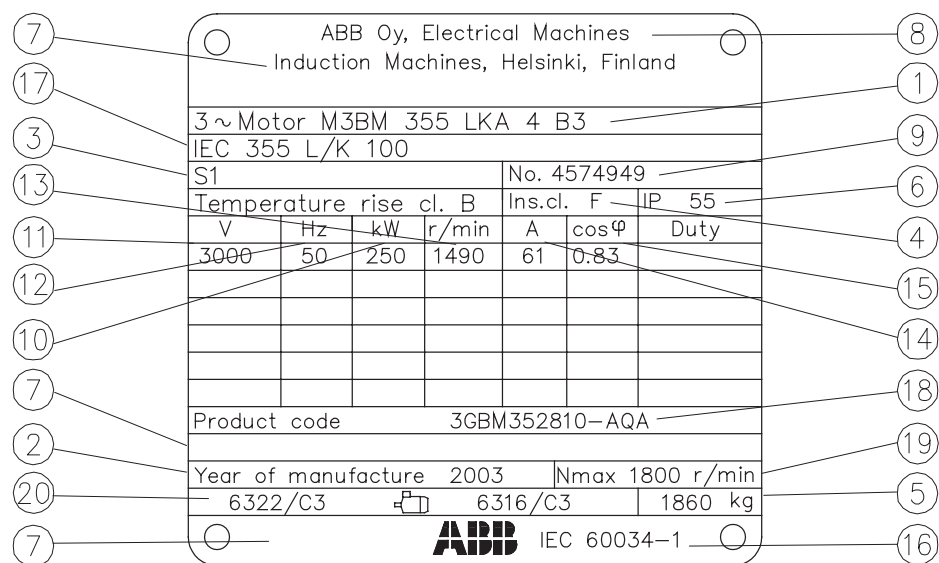


Рисунок 1-1 Информационная табличка для машин прямого подключения, выпущенных в соответствии с требованиями МЭК

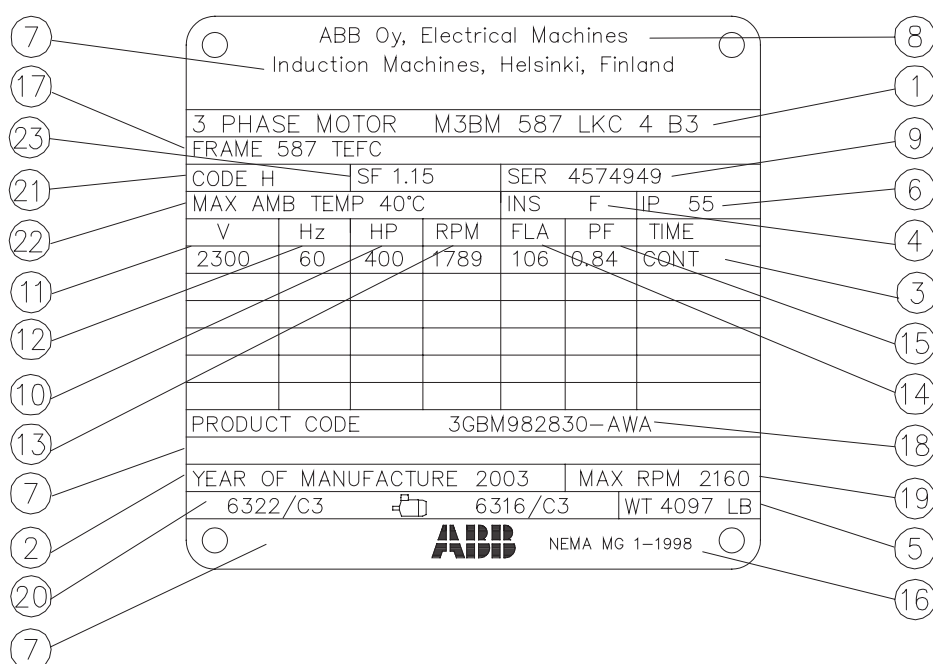


Рисунок 1-2 Информационная табличка для машин прямого подключения, выпущенных в соответствии с требованиями NEMA

1. Обозначение типа
2. Год выпуска
3. Режим
4. Класс изоляции
5. Вес машины [кг] или [фунтов]
6. Степень защиты [IP class]
7. Место для дополнительной информации
8. Производитель
9. Серийный номер
10. Мощность [кВт] или [л.с.]
11. Напряжение статора [В]
12. Частота [Гц]
13. Скорость вращения [об./мин.]
14. Ток статора [А]
15. Коэффициент мощности [cosφ]
16. Стандарт
17. Корпус
18. Код изделия
19. Максимальная механическая скорость вращения [об./мин.]
20. Типы подшипников
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
- Роликовые и шарикоподшипники смазаны средством, указанным в информационной табличке, которая укреплена на корпусе машины, см.: *Раздел 2.1.2 Информационная табличка*
- 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.

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

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 табличке с данными подшипника указаны типы подшипников и необходимых смазочных материалов, см. *Рисунок 2-2 Табличка с данными подшипника для смазочных роликовых подшипников*.

The image shows a rectangular stainless steel label with the ABB logo at the top. It contains the following fields and values:

- Bearings:** Two fields on the left and right. The left field contains '6324/C3' (pointed to by circled number 1) and the right field contains '6319/C3' (pointed to by circled number 2).
- Regreasing amount:** Two fields with grease gun icons. The left field contains '60' g (pointed to by circled number 4) and the right field contains '35' g (pointed to by circled number 5).
- Regreasing intervals:** A section titled 'Regreasing intervals valid with following running speed and ambient temperatures:'. It contains two rows of data:
 - At 25 °C, 1500 rpm, 4400 h (pointed to by circled number 3).
 - At 40 °C, 2400 h.
- Grease:** A field containing 'Esso Unirex N2' (pointed to by circled number 6).
- Footer:** A field containing 'See the Maintenance Manual'.

Рисунок 2-2 Табличка с данными подшипника 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. Тип заводского смазочного вещества

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.

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.

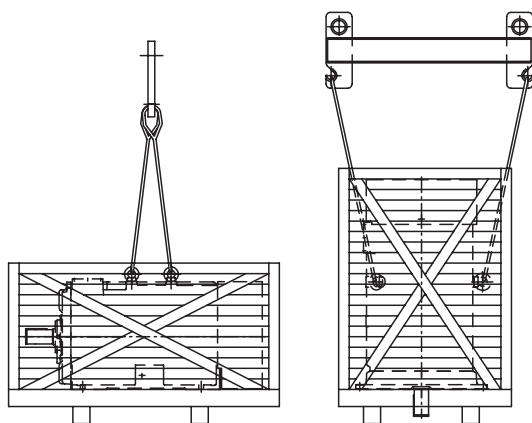


Рисунок 2-3 Подъем горизонтальных и вертикальных машин в упаковках для транспортировки по морю

2.2.2 Подъем машины на поддоне

Машина, установленная на поддоне, должна быть поднята с помощью крана за рымы машины, см. *Рисунок 2-4 Подъем горизонтальных и вертикальных машин на поддонах*, или с помощью вилчатого погрузчика за днище поддона. Машина укрепляется на поддоне с помощью болтов.

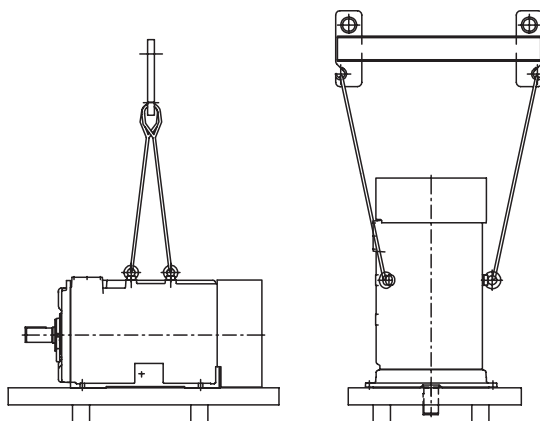


Рисунок 2-4 Подъем горизонтальных и вертикальных машин на поддонах

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 2-5 Подъем нераспакованной машины*. Машину нельзя ни при каких обстоятельствах поднимать с помощью вилчатого погрузчика за днище или за лапу.

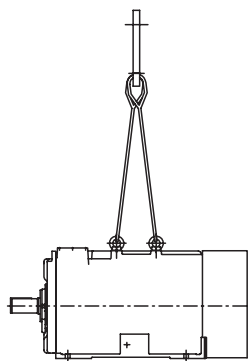


Рисунок 2-5 Подъем нераспакованной машины

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 2-6 Машина с поворачивающимися рымами: 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.

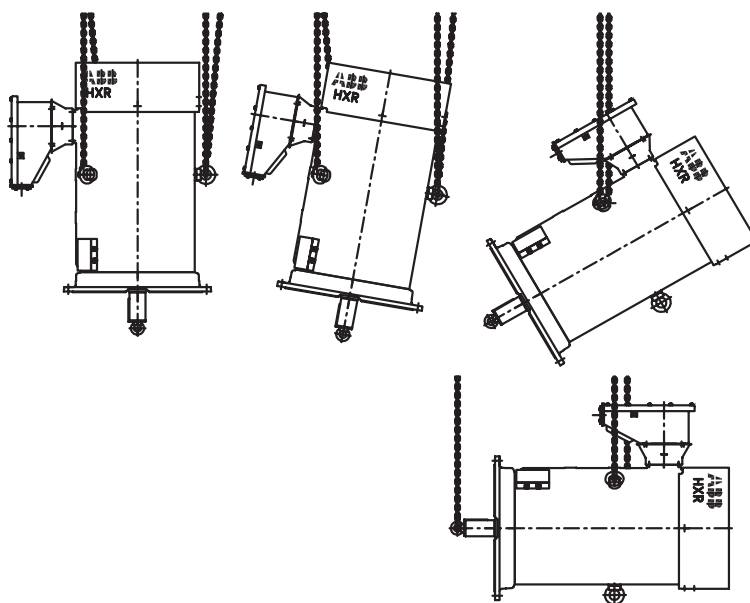


Рисунок 2-6 Машина с поворачивающимися рымами: подъем и поворот

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: *Раздел 2.5 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 она 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: *Раздел 10.3 Утилизация упаковочного материала*.

2.5 Хранение

2.5.1 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 нагрева 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. Раздел 2 Хранение в *Приложение ОТЧЕТ О ВВОДЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ*.

2.5.2 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. *Раздел 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 2-7 Вентиляционные отверстия*.

Использовать контрольные бланки, см. Раздел 2 Хранение в *Приложение ОТЧЕТ О ВВОДЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ*.

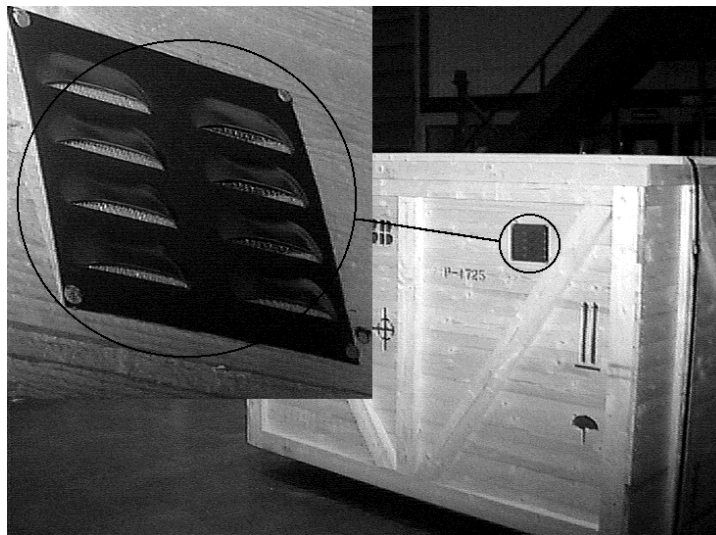


Рисунок 2-7 Вентиляционные отверстия

2.5.3 Роликовые подшипники

Необходимые меры:

- Роликовые подшипники должны хорошо смазываться во время хранения. Подходящие смазочные вещества указаны в разделе: *Раздел 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. *Раздел 2.1.2 Информационная табличка*, а информация о подшипнике, расположенном по оси, указана в размерных чертежах.

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

2.5.4 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 пропусканием теплого сухого воздуха через трубы.

2.6 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.

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.

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: *Раздел 3.3.1 Измерение сопротивления изоляции*
- Снять транспортировочное блокировочное устройство, если оно применялось. Сохранить его для дальнейшего использования. См. дополнительную информацию в разделе: *Раздел 3.3.2 Разборка блокировочного устройства для транспортировки*
- Проверить, чтобы используемая смазка соответствовала спецификациям на информационной табличке, см. *Раздел 2.1.2 Информационная табличка*. Дополнительные рекомендуемые типы смазок см. в разделе *Раздел 7.5.1.5 Смазка для подшипников*
- Снять антикоррозийное покрытие на удлинителе вала и на лапе машины с помощью уайт-спирита
- Установить полумуфту, как указано в разделе: *Раздел 3.3.4 Сборка полумуфты*
- Проверить, чтобы сливные пробки в нижней части обоих концов машины были открыты, см. *Раздел 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. *Раздел 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. *Раздел 2.1 Меры защиты машины перед транспортировкой*

3.3.3 Тип муфты

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: *Раздел 3.6.4 Корректировка теплового расширения*.

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.

3.3.4 Сборка полумуфты

3.3.4.1 Балансировка муфты

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

- H = 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 оснащены сливными пробками в нижней части машины. Сливная пробка сконструирована так, что она удерживает пыль от попадания в машину и позволяет вывести конденсационную воду из машины. Сливные пробки должны всегда оставаться открытыми, так, чтобы половина пробки была внутри, а половина снаружи. Сливную пробку можно открыть, вытащив ее из корпуса машины. В машинах AMI сливная пробка (резьба M12) открыта на 6 - 12 мм (0.2" - 0.5").

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

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.

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.

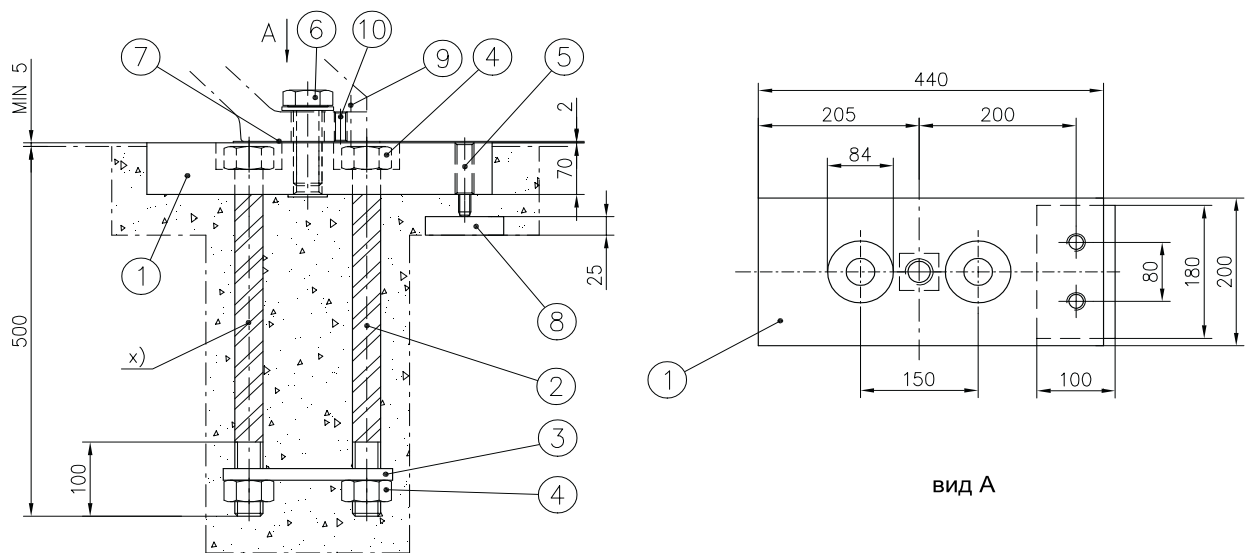
При подготовке фундамента следует учесть следующие аспекты:

- 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 некрашеными 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	регулировочная 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 *Раздел 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.

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 *Раздел 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 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.

3.5.5.2 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.

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.

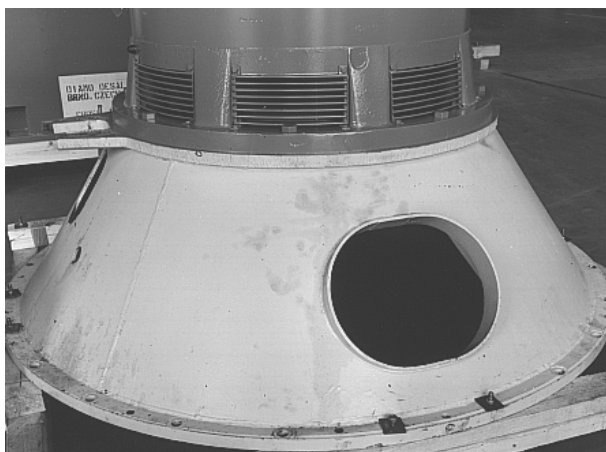


Рисунок 3-2 Крепежный фланец

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. *Раздел 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.

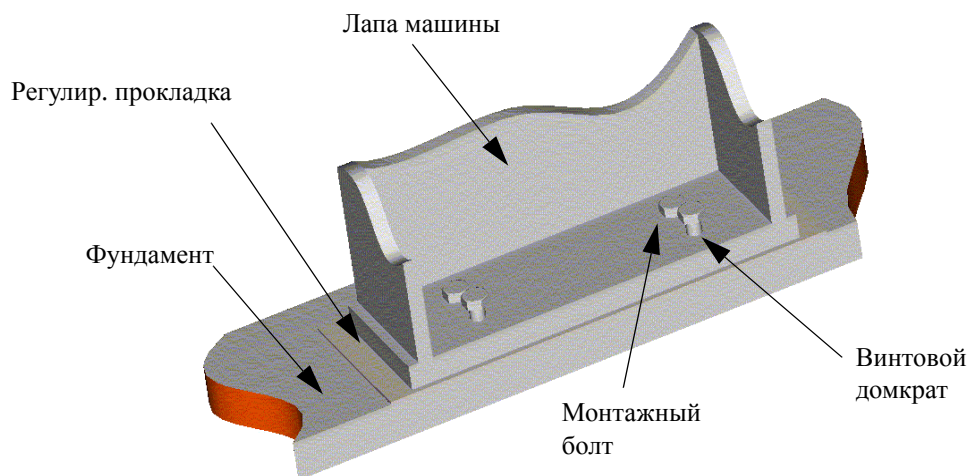


Рисунок 3-3 Вертикальное положение лапы машины

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 Положение выступающих плит.

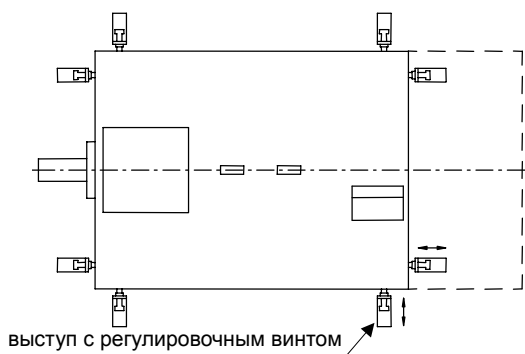


Рисунок 3-4 Положение выступающих плит

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.

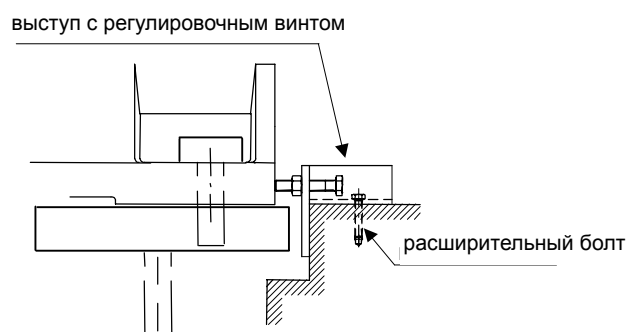


Рисунок 3-5 Монтаж выступающей плиты

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.

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:

$$\Delta L = \alpha \cdot \Delta T \cdot L$$
 где

ΔL = 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 = 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 3-6 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.

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

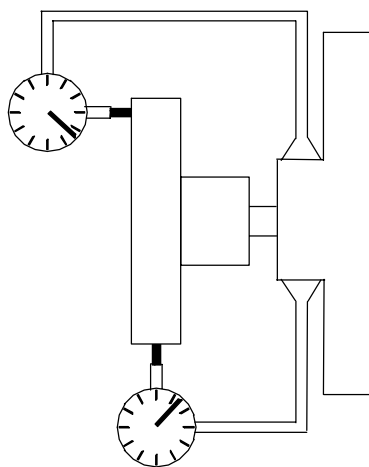


Рисунок 3-6 Измерение выезда полумуфты

3.6.5.3 Параллельное, угловое и осевое выравнивание

После грубой установки машины, как указано в разделах: *Раздел 3.6.2 Грубая нивелировка* и *Раздел 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 3-7 Определение смещения*. Соответственно допускаемый выезд составляет 0,10-0,20 мм для параллельного и углового смещения.

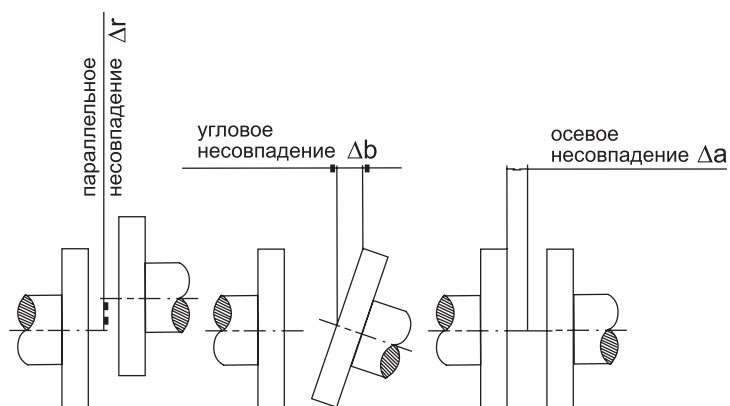


Рисунок 3-7 Определение смещения

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. *Раздел 3.6.3 Грубое выравнивание*
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 3-8 Проверка выравнивания с помощью индикаторов*

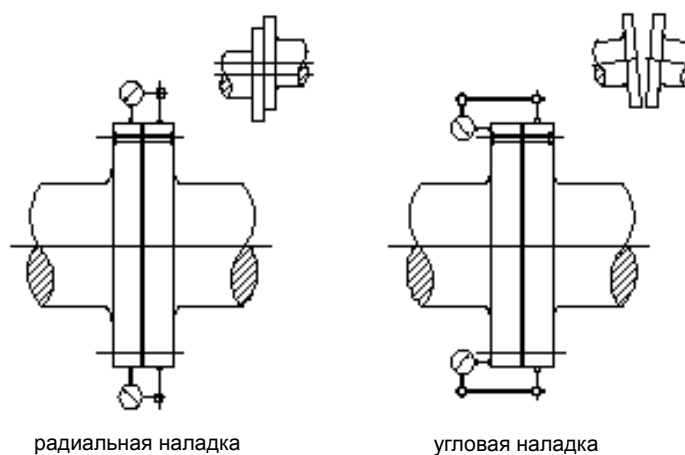


Рисунок 3-8 Проверка выравнивания с помощью индикаторов

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. *Раздел 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. *Раздел 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 3-7 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	Параллельно е Δr	Угловое Δb	Осевое Δa
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: *Раздел 2.5.1 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.

ПРИМЕЧАНИЕ: Внешняя вибрация может повредить вращающиеся 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 Электрические соединения

4.2.1 Общая информация

Все указанные в разделе *Правила техники безопасности* в начале руководства инструкции следует соблюдать.

Прежде чем приступать 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.

4.2.2 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.

4.2.3 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. *Раздел 7.6.4 Тест на сопротивление изоляции*.

4.2.4 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.

4.2.4.1 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.

4.2.5 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).

4.2.6 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.*

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.

4.2.7 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 4-1 Типичная вспомогательная распределительная коробка*. Максимальный размер проводников обычно ограничен 2,5 мм² (0,004 кв. дюйма), а напряжение ограничено до 750 В. Кабельные сальники подходят для кабелей с диаметром 10 – 16 мм (0,4” – 0,6”).

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

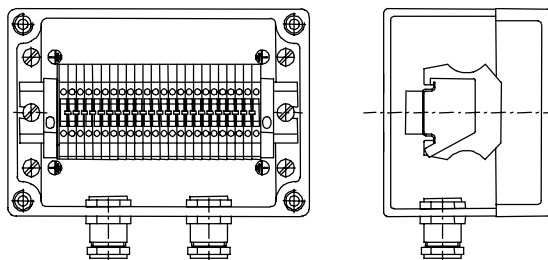


Рисунок 4-1 Типичная вспомогательная распределительная коробка

4.2.7.1 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.

4.2.7.2 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.

4.2.8 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.

4.2.9 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 АВВ.

4.2.9.1 Основной кабель

Основной кабель питания между машиной и преобразователем частоты должен быть симметричным трехпроводниковым экранированным кабелем, чтобы соответствовать требованиям по излучению радиопомех, установленным в общем стандарте по излучению для промышленной среды EN 50081-2. Дополнительная информация в инструкциях АВВ *Заземление и кабелепроводка приводной системы (3AFY 61201998 R0125 REV A)*.

4.2.9.2 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 (РЕ), чтобы соответствовать всем нормам безопасности.

4.2.9.3 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: *Раздел 9.1.5 Контактная информация отдела послепродажного обслуживания.*

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: *Раздел 3.6 Выравнивание*
- Протокол о выравнивании следует включить в отчет 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. *Раздел 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. *Раздел 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. *Раздел 4.2.4.1 Поставка без главной распределительной коробки.*

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. *Раздел 8.1 Диагностика неисправностей.*

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: *Раздел 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: *Раздел 5.5.1 Общая информация*.

5.5.3 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
- Ротор повернут вручную и проверено наличие посторонних шумов от подшипников. Для поворота ротора с подшипниками скольжения необходимо использовать простое плечо рычага
- 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

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.

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 ABB оснащены роликовыми подшипниками или подшипниками скольжения.

5.7.3.1 Машины с роликовыми подшипниками

В случае установки новой машины или такой машины, которая не эксплуатировалась более 2 месяцев, заполнить подшипники новым смазочным веществом сразу после запуска. Новую смазку необходимо закладывать во время работы машины, при этом смазка подается до тех пор, пока старая смазка или избыток новой смазки не выйдет через смазочный канал снизу корпуса подшипника, см. *Рисунок 5-1 Пример смазочного канала, проходящего через подшипниковый узел горизонтальной машины.*

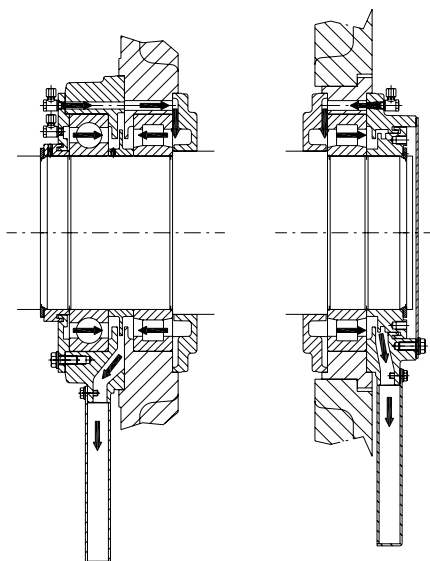


Рисунок 5-1 Пример смазочного канала, проходящего через подшипниковый узел горизонтальной машины

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

Тип используемой оригинальной смазки можно найти на табличке подшипника. Допустимые типы смазочных веществ указаны в разделе: *Раздел 7.5.3 Роликовые подшипники*.

Температура подшипников сначала будет повышаться из-за избыточного смазочного вещества. Через несколько часов избыток смазки будет выведен через смазочный клапан, а температура подшипника вернется на нормальный рабочий уровень.

Если есть возможность, после нескольких часов работы машины измерить вибрации или значения электродвигателя вращения шпинделя (значения SPM) в ниппелях SPM и записать показатели значений для последующих ссылок.

5.7.4 Вибрации

Более полное описание вибраций см. в разделе: *Раздел 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.

Рекомендуемые установки аварийного сигнала и расцепления представлены в схеме соединений и в разделе: *Раздел 7.4.3.3 Оценка*.

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

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: *Раздел 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.

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 *Правила техники безопасности* в начале руководства 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. *Раздел 7.3 Программа техобслуживания*.

ПРИМЕЧАНИЕ: Инструкции по технике безопасности приведены в разделе *Правила техники безопасности* в начале руководства 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: *Раздел 5.7.3 Подшипники*.

6.4.2 Вибрации

Уровень вибрации в ведущих-ведомых машинах должен находиться под наблюдением, см. подробнее в разделе: *Раздел 7.4.3 Вибрации*.

6.4.3 Температуры

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

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.

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: *Раздел 8 Диагностика неисправностей*, помогут в определении места и причины проблемы.

Компания АВВ рекомендует привлекать экспертов к разработке программы техобслуживания, а также к непосредственной работе возможной диагностике неисправностей. Организация послепродажного обслуживания компании АВВ будет рада предложить свою помощь в этих вопросах. Контактную информацию можно найти в разделе: *Раздел 9.1.5 Контактная информация отдела послепродажного обслуживания*.

Важной составляющей профилактического обслуживания является наличие необходимого комплекта запасных частей. Доступность критически важных запчастей можно обеспечить хранением их на складе. Готовые комплекты запчастей можно заказать в отделе послепродажного обслуживания компании АВВ, см. *Раздел 9.1.2 Запасные части*.

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.

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 *Правила техники безопасности* в начале руководства.

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: *Раздел 9.2 Запасные части для вращающихся электрических машин*. Рекомендуемые интервалы технического обслуживания можно посмотреть в таблице: *Таблица 7-1 Интервалы проведения техобслуживания*.

Рекомендации по эксплуатационным часам в данном разделе даны в эквиваленте к эксплуатационным часам ($E_{eq. h}$), которые можно рассчитать по формуле:

Эквивалентные часы эксплуатации ($E_{eq. h}$) = Действительные часы эксплуатации

*Эквивалентные часы эксплуатации ($E_{eq. h}$) = Действительные часы эксплуатации +
Количество пусков $\times 20$*

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. *Раздел 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 Интервалы проведения техобслуживания.*

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. *Раздел 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 Интервалы проведения техобслуживания.*

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. *Раздел 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 Интервалы проведения техобслуживания.*

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 Интервалы проведения техобслуживания.*

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, крепления
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

7.3.1.5 Система смазки и подшипники

Объект техобслуживания	L1	L2	L3	L4	Проверка/Тест
Подшипник в работе	T	T	T / R	T / R	Общее состояние, дополнительные шумы, вибрация
Отходы смазки	V	V / C	V / C	V / C	Состояние, продув
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

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 Основные моменты затяжки.*

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]
М 4	2.7	2.0	3.0	2.2
М 5	5.0	3.7	5.5	4.1
М 6	9	6.6	9.5	7.0
М 8	22	12	24	18
М 10	44	32	46	34
М 12	75	55	80	59
М 14	120	88	130	96
М 16	180	130	200	150
М 20	360	270	390	290
М 24	610	450	660	490
М 27	900	660	980	720
М 30	1200	890	1300	960
М 36	2100	1500	2300	1700
М 39	2800	2100	3000	2200
М 42	3400	2500	3600	2700
М 48	5200	3800	5600	4100

ПРИМЕЧАНИЕ: Значения в таблице: Таблица 7-2 Основные моменты затяжки 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 говорит об изменениях в состоянии машины. Нормальный уровень существенно варьируется в зависимости от установки, типа и фундамента машины. Измерения и уровни вибрации более подробно описаны в разделе: *Раздел 7.4.3 Вибрации*. Некоторые типичные причины могут привести к повышенному уровню шума или уровню вибрации:

- Выравнивание, см. *Раздел 3 Установка и выравнивание*
- Износ или повреждение подшипника

- Вибрации от подключенного оборудования, см. *Раздел 7.4.3 Вибрации*
- Ослабленные крепления или анкерные болты, см. *Раздел 3 Установка и выравнивание*
- Дисбаланс ротора
- Муфта.

7.4.3 Вибрации

Следующие инструкции являются частью двух стандартов ISO: ISO 10816-3:1998 Механическая вибрация - Контроль состояния машины по результатам измерений на невращающихся частях: Часть 3: Промышленные машины номинальной мощностью более 15 кВт и номинальной скоростью от 120 до 15 000 об/мин. и ISO 8528-9:1995 Установки генераторов переменного тока с приводом от поршневых двигателей внутреннего сгорания: Часть 9: Измерение и оценка механических вибраций.

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 проводят на внешних частях машины, которые, как правило, доступны. Изменения необходимо производить тщательно, чтобы вибрации гнезда подшипника были представлены широко и отсутствовали местные резонансы или усиления. Места и направления измерений вибрации должны быть такими, чтобы они представляли адекватную чувствительность к динамическим силам машины. Как правило, это требует двух прямоугольных радиальных измерительных мест на каждой крышке или стойке подшипника, как показано на рисунке: *Рисунок 7-1 Точки замера*. Преобразователи можно расположить в любом положении под углом в гнездах или стойках подшипника. Вертикальное и горизонтальное направления обычно предпочтительны для горизонтально установленных машин. Для вертикальных или наклонных машин места следует выбирать с учетом возможности определения максимального показателя вибрации. Как правило, это место находится по направлению электрической оси кристалла. В некоторых случаях можно рекомендовать проводить измерения в осевом направлении. Места измерений и направления должны быть записаны вместе с результатами измерений.

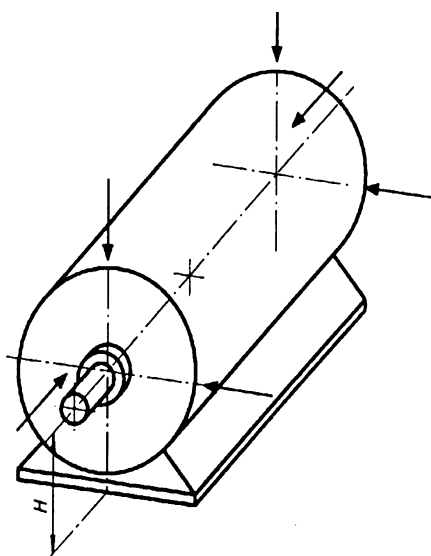


Рисунок 7-1 Точки замера

7.4.3.2 Классификация в соответствии с гибкостью опоры

При классификации гибкости опор в особых направлениях используется два варианта:

- жесткие опоры
- гибкие опоры

Данное определение опор производится на основе соотношений между гибкостью машины и фундамента. Если наименьшая естественная гибкость комбинированной машины и опорной системы по направлению к замеру выше, чем его основная частота возбуждения (в большинстве случаев – ротационная частота) по меньшей мере на 25 %, тогда опорную систему в этом направлении можно считать жесткой. Все другие опорные системы можно считать гибкими.

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 этой зоне считаются пригодными для неограниченной долго-срочной эксплуатации.

Зона С: Машины с вибрацией в этой зоне считаются непригодными для постоянной долго-срочной эксплуатации. Как правило, машины могут быть задействованы в работе в течение определенного периода времени в этом состоянии до тех пор, пока не появится возможность произвести дополнительные меры.

Зона D: Показатели вибрации в этой зоне считаются достаточно серьезными для того, чтобы машина пришла в неисправное состояние.

Рабочие ограничения

Для долго-срочной эксплуатации принято устанавливать рабочие вибрационные ограничения. Эти ограничения выражены в виде АВАРИЙНЫХ СИГНАЛОВ и РАСЦЕПЛЕНИЙ.

Установки для АВАРИЙНЫХ СИГНАЛОВ

Значения АВАРИЙНОГО СИГНАЛА могут значительно варьироваться вверх и вниз для различных машин. Выбранные показатели будут, как правило, установлены в соотношении к значению базовой линии, определенной по опыту положения замера или направления для конкретной машины.

Рекомендуется устанавливать значение АВАРИЙНОГО СИГНАЛА выше базовой линии на 25 % от высшего ограничения для зоны В. Если базовая линия расположена низко, АВАРИЙНЫЙ СИГНАЛ может быть ниже зоны С.

Установки для РАСЦЕПЛЕНИЯ

Значения РАСЦЕПЛЕНИЯ будут находится в соотношении к механической целостности машины и будут зависеть от любых особенностей конструкции, которые предназначены для противостояния машины аномальным динамическим силам. Используемые значения будут в общем одинаковыми для всех машин одной конструкции и, как правило, не будут зависеть от значения установившейся базовой линии, используемой для установки АВАРИЙНЫХ СИГНАЛОВ.

Таблица 7-3. Классификация зон сложности вибрации для крупногабаритных машин номинальной мощности более 300 кВт и не более 50 мВт; электрических машин с высотой вала H/315 мм или выше

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

7.5 Техобслуживание подшипников и систем смазки

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

7.5.1 Роликовые подшипники

7.5.1.1 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.

7.5.1.2 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: *Раздел 2.1.2 Информационная табличка*.

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

7.5.1.3 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

Работа на повышенной скорости, например, в установках с преобразователями частоты или работа на пониженной скорости с высокой нагрузкой потребует более короткого интервала между смазками или специального смазочного вещества. В подобных ситуациях следует консультироваться с отделом послепродажного обслуживания компании ABB.

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

7.5.1.4 Повторная смазка

Смазку всех роликовых подшипников на вращающихся электрических машинах необходимо обновлять, см. *Раздел 7.5.1.3 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.

Расположение рычагов см. в приложении: *Приложение Расположение информационных табличек*.

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 ABB 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.

Расположение рычагов см. в приложении: *Приложение Расположение информационных табличек.*

7.5.1.5 Смазка для подшипников

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

Смазка, используемая при обновлении, должна обладать следующими свойствами:

- Быть специальной смазкой для роликовых подшипников
- Быть высокого качества на мыльной основе с содержанием лития и с минеральным или РАО-маслом
- Иметь вязкость основного масла на уровне от 100 до 160 cSt при 40°C (105°F)

- Иметь консистенцию уровня NLGI между 1.5 и 3. Для вертикальных машин или машин, смонтированных в условиях высокой температуры, рекомендуется уровень NLGI от 2 до 3
- Иметь постоянный уровень температуры между -30°C (-20°F) и как минимум +120°C (250°F).

Смазки необходимого качества выпускаются всеми основными производителями смазочных веществ. Если производство смазки изменилось или совместимость ее неизвестна, необходимо проконсультироваться с заводом-производителем оборудования компании ABB, см. *Раздел 9.1.5 Контактная информация отдела послепродажного обслуживания.*

ПРИМЕЧАНИЕ: Различные смазочные составы нельзя мешать, за исключением тех случаев, когда их совместимость доказана.

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 смазка для роликовых подшипников

Компания ABB рекомендует использовать любую из представленных ниже высокоэффективных смазок:

- Esso Unirex N2, N3 (на литиевой основе)
- Mobilith SHC 100 (на литиевой основе)
- Shell Albida EMS 2 (на литиевой основе)
- Klüber Klüberplex BEM 41-132
- Lubcon Turmogrease Li 802 EP
- Total Multiplex S 2 A
- FAG Arcanol TEMP 110

Регулярность обновления смазки для смазочных веществ, отвечающих требованиям, отличных от представленных выше, должна быть сокращена на половину.

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.

7.5.1.6 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.

При необходимости замены подшипников обращаться в Отдел послепродажного обслуживания компании АВВ. Контактная информация в разделе: *Раздел 9.1.5 Контактная информация отдела послепродажного обслуживания.*

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 АВВ 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 *Раздел 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: *Раздел 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.

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.

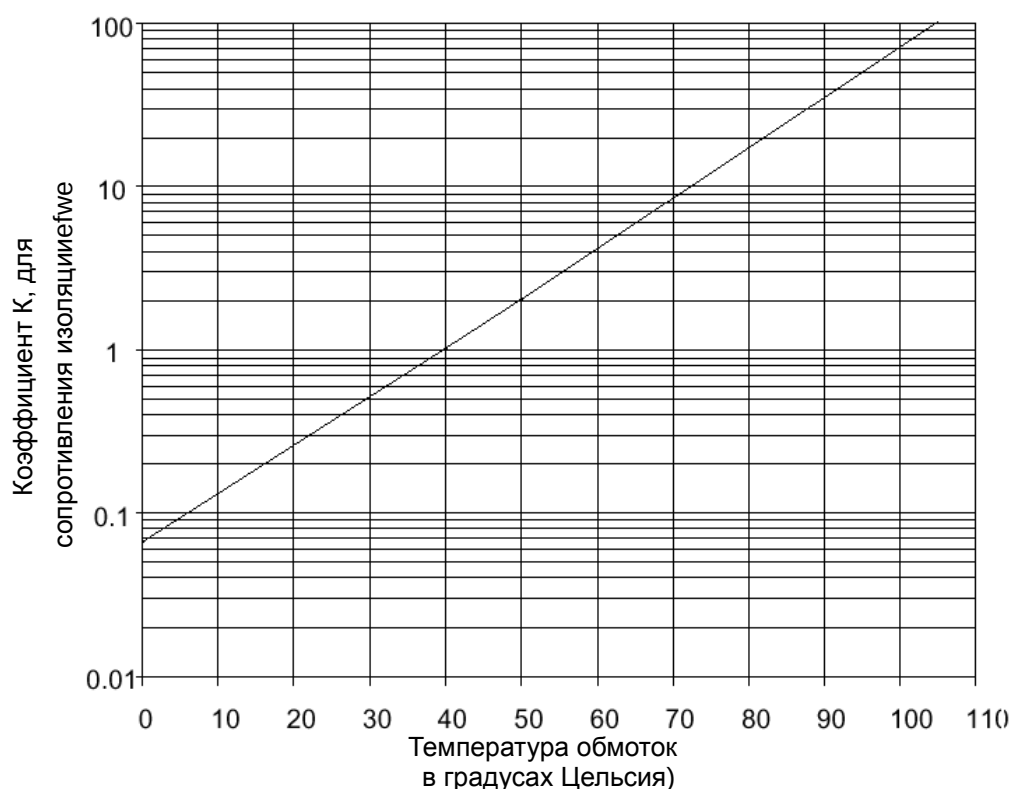


Рисунок 7-2 Корреляция между сопротивлением изоляции и температурой

R = Значение сопротивления изоляции при определенной температуре

R_{40} = Эквивалентное сопротивление изоляции при 40°C

$$R_{40} = k \times R$$

Пример:

$R = 30 \text{ м}\Sigma$, замеренных при 20°C

$k = 0,25$

$$R_{40} = 0,25 \times 30 \text{ м}\Sigma = 7,5 \text{ м}\Sigma$$

Таблица 7-4. 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 сопротивление изоляции зависят от типа машины и местных условий. Кроме того, на сопротивление изоляции влияет возраст и активность эксплуатации машины. Поэтому ниже следующие 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 вызвано 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 приступить к тесту на сопротивление изоляции, следует предпринять следующие меры:

- Проверьте, чтобы вторичные подключения трансформаторов тока (СТ), включая свободные сердечники, были закрыты. См. *Рисунок 7-3 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 7-3 Подсоединение обмоток статора для измерений сопротивления изоляции*. Корпус заземлен и три фазы обмотки статора остаются подключенными на нейтральную точку, см. *Рисунок 7-3 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 7-3 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.

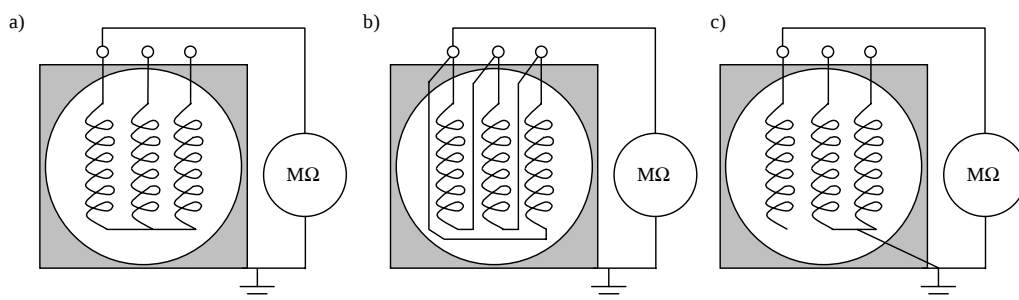


Рисунок 7-3 Подсоединение обмоток статора для измерений сопротивления изоляции

- 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.

7.6.5 Измерение сопротивления изоляции для комплектующих

Для обеспечения корректного функционирования защиты машины и дополнительного оборудования их состояние можно определить помощью теста на сопротивление изоляции. Эта процедура описана более подробно в разделе *Раздел 7.6 Техническое обслуживание обмоток статора и ротора*. Тест-напряжение для внешнего обогревателя должно составлять 500 В постоянного тока, а для остального дополнительного оборудования - 100 В постоянного тока. Измерять сопротивление изоляции детекторов Pt-100 не рекомендуется.

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 7-2 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 м Σ , индекс поляризации не является существенным критерием для определения состояния изоляции и может не учитываться.

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

7.6.7 Прочие операции техобслуживания

Как правило, обмотки производства ABB 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 ABB предлагает помощь в вопросах обслуживания обмоток электрических машин, контактную информацию можно найти в разделе: *Раздел 9.1.5 Контактная информация отдела послепродажного обслуживания.*

7.7 Ремонт, демонтаж и сборка

Все операции, связанные с ремонтом, демонтажом и сборкой должны производиться квалифицированным техперсоналом. За дополнительной информацией обращайтесь в отдел послепродажного обслуживания, см. *Раздел 9.1.5 Контактная информация отдела послепродажного обслуживания.*

ПРИМЕЧАНИЕ: Машины в опасных зонах должны обслуживаться только ремонтными организациями, утвержденными и уполномоченными компанией ABB.

Раздел 8 Диагностика неисправностей

8.1 Диагностика неисправностей

Информация данного раздела поможет в случае рабочей неполадки поставленной фирмой АВВ вращающейся электрической машины. Таблицами диагностики неисправностей, приведенными ниже, можно воспользоваться для обнаружения и исправления механической, электрической или температурной неполадки, а также неполадки в системе смазки. Все проверки и необходимые меры должны осуществляться только квалифицированными специалистами. При малейшем сомнении необходимо связаться с отделом послепродажного обслуживания компании АВВ для получения дополнительной информации или технической помощи, связанной с диагностикой неисправностей и ремонтом оборудования.

8.1.1 Механические неисправности

Диагностика неисправностей

Работа механизмов

Неисправность			
Вибрация	Шум	Возможная причина	Мера
•	•	Неисправность смазочной системы	Проверить качество и количество смазки и работу смазочной системы
•	•	Неисправность подшипников Повреждение деталей подшипника Неисправный подшипниковый узел	Проверить состояние подшипника и заменить поврежденные детали
•	•		Открыть и отрегулировать подшипник
•	•	Неисправность вентиляторов	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

8.1.2.1 Система смазки и роликовые подшипники

Диагностика неисправностей

Температурные изменения
система охлаждения открытым воздухом

Неисправность			
Высокая температура обмотки	Высокая температура охлаждающего воздуха	Возможная причина	Мера
•	•	Высокая температура заборного воздуха	Усилить вентиляцию для сокращения тем-ры внешнего воздуха
•	•		Обеспечить чистое достаточное пространство вокруг машины
•	•		Перенести обогреватели, проверить вентиляцию
•	•	Неверный поток воздуха	Загрязненная внутренность машины
•	•		Проверить части машины и воздушные зазоры
•	•		Неверный порядок охлаждения
•	•		Проверить состояние охлаждения и сборку оборудования
•	•	Заблокированы входы воздуха	Очистить заборы воздуха от загрязнения
•	•		Очистить или заменить воздушные фильтры
•	•	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
•	•	Проверить управление машины, снять перегрузку	
•	•	Повышенная скорость	
•	•	Проверить скорость и рекоменд. АВВ 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	

8.1.3 Температурные изменения

8.1.3.1 Температурные изменения, реберное охлаждение

Диагностика неисправностей

Температурные изменения

реберное охлаждение

Высокая температура обмотки	Неисправность	
	Возможная причина	
	Мера	
	•	Перегрузка Установка системы контроля
	•	Повышенная скорость
	•	Дисбаланс сети
	•	Неисправные инструменты или система измерений
	•	Слишком много запусков
	•	Неисправность обмотки
•	Загрязнение внутренности машины	
•	Сокращенный поток воздуха	

ПРИМЕЧАНИЕ: О повышенной температуре подшипника см. *Раздел 8.1.2 Система смазки и подшипники*.

8.2 Работа электрооборудования, возбуждение, контроль и защита

Работа электрооборудования во вращающихся электрических машинах по большей части определяется состоянием обмоток ротора и статора и системы возбуждения, если она применяется. Основные принципы технического обслуживания обмотки представлены в разделе: *Раздел 7.6 Техническое обслуживание обмоток статора и ротора*. Данный раздел концентрирует внимание на диагностике неисправностей в системах возбуждения, контроля и защиты.

8.2.1 Защитные меры

Машину необходимо оснастить аварийными сигнальными и расцепляющими устройствами на случай ненормальных условий работы как электрических, так и механических. Некоторые из этих защитных мер после обнаружения неполадки можно установить в исходное положение и произвести немедленный перезапуск машины.

Примеры защитных мер, которые, если выдают аварийный сигнал или расцепляются, требуют дальнейшего изучения ситуации:

- Защита от неисправности диода
- Повышенная температура в подшипнике, см. *Раздел 7.5 Техобслуживание подшипников и систем смазки*
- Повышенная температура в обмотке или в охлаждающем воздухе, см. *Раздел 7.6 Техническое обслуживание обмоток статора и ротора*
- Перегрузка по току, дисбаланс тока и напряжения, напряжение шины
- Защита от вибраций, *Раздел 7.4.2 Вибрация и шум*.

8.2.2 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 Ω	TEMP °C	TEMP °F	PT100 RES Ω	TEMP °C	TEMP °F	PT100 RES Ω	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.

Раздел 9 Сервисное обслуживание и запасные части

9.1 Отдел послепродажного обслуживания

Отдел послепродажного обслуживания занимается вращающимися электрическими машинами, которые выпускают компании ABB и Strömberg в Хельсинки (Финляндия) с 1889 года.

9.1.1 Услуги на местах

Отдел обслуживания на местах предоставляет услуги по:

- Установке и вводу в эксплуатацию
- Техническому обслуживанию и проверкам
- Диагностике неисправностей и сервисному обслуживанию
- Усовершенствованию и модификациям.

9.1.2 Запасные части

Отдел запасных частей:

- Координирует поставку пакета запчастей вместе с оборудованием
- Продает оригинальные запчасти после доставки машин.

Пакеты запасных частей см. в разделе: *Раздел 9.2 Запасные части для вращающихся электрических машин.*

9.1.3 Поддержка и гарантии

Отдел поддержки:

- Рассматривает гарантийные вопросы по письменным обращениям в период действия гарантии
- Определяет гарантийные случаи
- Принимает решение о мерах по устранению неполадок
- Оказывает техническую поддержку.

9.1.4 Поддержка сервисных центров

Служба поддержки сервисных центров представляет собой справочную службу для уполномоченных сервисных центров по вопросам, касающимся механической конструкции, а также затрагивающим особенности электромагнитных и изоляционных технологий.

9.1.5 Контактная информация отдела послепродажного обслуживания

Для контактов:

- Телефон с 7.00 по 17.00 (GMT +2): +358 (0)10 22 11
- Круглосуточная линия поддержки: +358 (0)10 22 27100
- Факс: +358 (0)10 22 22544
- эл. почта (запчасти): aftersales.machines@fi.abb.com
- эл. почта (обсл. на местах): siteservice.machines@fi.abb.com
- эл. почта (гарант. обязат.):
техническая поддержка: support.machines@fi.abb.com

ПРИМЕЧАНИЕ: Пожалуйста, для справки укажите в вашем электронном письме серийный номер машины (семь цифр, начинающиеся с 45#####), если он имеется в вашем распоряжении.

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.

При поиске причины износа не всегда ее можно точно определить. Как правило, различия в износе деталей связаны с их эксплуатацией, внешними условиями и другими особенностями. Состояние деталей поэтому необходимо проверять регулярно. Необходимо также иметь на складе достаточное количество запасных частей. Запчасти, хранящиеся на складе, помогут минимизировать негативный эффект от простоя оборудования. Складские объемы должны быть определены с учетом важности оборудования, доступности определенной запасной детали и опыта технического персонала.

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. Износ диодов в мосту выпрямителя обычно связан с аномальными электрическими условиями работы. Это, как правило, процесс медленный, но четко зависит от условий работы машины и системных помех.

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 устранения неполадок и планового обслуживания:

- Данные запчасти необходимо иметь в наличии в ходе среднесрочного технического обслуживания. Детали также позволяют быстро восстановить дополнительное оборудование после 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 необходимо обратиться в отдел послепродажного обслуживания компании ABB.

Следует заметить, что несмотря на то, что ABB комплектует наборы запчастей для обслуживания машин своего производства, некоторые наборы могут содержать ссылку на такое дополнительное оборудование, которым оснащены только отдельные машины.

9.2.5.1 Эксплуатационный набор запасных частей

Запасная деталь	Количество
Роликовый подшипник	2 шт.
RTD подшипника	1 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.

9.2.6 Необходимая информация для заказа

Для быстрого и точного заказа и доставки необходимой запасной детали следует связаться с отделом послепродажного обслуживания и предоставить информацию о серийном номере машины. Серийный номер указан на информационной табличке, прикрепленной к корпусу машины, или отпечатан на корпусе. Кроме того, следует предоставить специальную детальную информацию о заказываемых запасных частях.

Контактная информация отдела послепродажного обслуживания компании ABB указана в разделе: *Раздел 9.1.5 Контактная информация отдела послепродажного обслуживания.*

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:

	Асинхронные машины с чугунным корпусом	Асинхронные машины с модульным стальным корпусом
Сталь	46 - 55 %	77 - 83 %
Медь	7 - 12 %	10 - 12 %
Чугун	35 - 45 %	1 - 5 %
Алюминий	0 - 2 %	0 - 1 %
Пластмассы, резина, изоляционные материалы и т. д.	1 - 2 %	1 - 2 %
Нержавеющая сталь	менее 1 %	менее 1 %
Прочее	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, возбuditеле, 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 O₂, CO, CO₂, NO_x, C_xH_y 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 разобранной 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.
Производитель:	ABB Oy
Адрес:	P.O. Box 186 FIN-00381 HELSINKI FINLAND
Телефон:	+358 (0) 10 22 11
Факс:	+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:	☐ нет ☐ да, кем выполнено:

Повреждения:

Упаковочный лист:	☐ нет ☐ да, недостающие детали:
Машина:	☐ нет ☐ да, тип:
Упаковка:	☐ нет ☐ да, тип:
Дополнительное оборудование:	☐ нет ☐ да, тип:
Запчасти + инструменты:	☐ нет ☐ да, тип:

Документирование повреждений:

Фотографии:	☐ нет ☐ да, дата:
Заявление в транспортную компанию:	☐ нет ☐ да, кому: дата:
Заявление Поставщику:	☐ нет ☐ да, кому: дата:
Заявление в страховую компанию:	☐ нет ☐ да, кому: дата:

Способ транспортировки:

☐ Жел. дорога ☐ Авиа ☐ Груз. транспорт ☐ Почта ☐ Мор. трансп./Судно _____ ☐ Иной вид:

Комментарии:

--

2 Хранение

Общая информация:

Хранение:	☐ нет ☐ да, с: _____ по: _____
Срок хранения более 6 месяцев:	☐ нет ☐ да
Ответственный за хранение:	

Место хранения:

	☐ в помещении ☐ вне помещения
	☐ в упаковке ☐ водостойкая защита
	Дневная температура: мин./макс. _____ - _____ °C Влажность: _____ %

Меры во время хранения:

Вентилирование транспортировочной упаковки:	☐ нет ☐ да
Внешний обогрев/обдувание:	☐ нет ☐ да, тип: _____
Электрообогреватели машины:	☐ нет ☐ да, напряжение: _____
Смазка подшипников потоком:	☐ нет ☐ да, тип масла: _____
Съем корпусов подшипников:	☐ нет ☐ да, дата: _____
Проверка антикоррозийной защиты конца вала:	☐ нет ☐ да, тип: _____
Обновление антикоррозийной защиты конца вала:	☐ нет ☐ да, дата: _____
Прокрутка ротора 10 оборотами каждые 2 месяца:	☐ нет ☐ да
Вибрация в складском помещении:	☐ нет ☐ да, _____ мм/сек., об. в сек.
Содержание агрессивных газов в воздухе:	☐ нет ☐ да, тип: _____
Щетки подняты:	☐ нет ☐ да
Документация на машину сохранена и защищена для дальнейшего использования:	☐ нет ☐ да, место хранения: _____

Комментарии:

--

3 Механический монтаж

Фундамент проверен в соответствии с чертежом:	☐ нет ☐ да, номер чертежа: _____		
Возможные анкерные болты и закладные плиты смонтированы по инструкции:	☐ нет ☐ да		
Воздушный зазор, если есть, измерен: Для подшипниковых стоек отметить показатели 1-4, для опорных фланцев, значения A-D 1 _____ A _____ 2 _____ B _____ 3 _____ C _____ 4 _____ D _____	конец D верх 	конец N верх 	конец N возбudit. верх
Для регулировки соединений использовать показатели 1-4 или A-D 1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ A _____ B _____ C _____ D _____	Радиальная настройка муфты верх Угловая настройка муфты верх Осевое положение ротора: ET #1: _____ мм, ET #2: _____ мм Осевая дистанция между концами вала: _____ мм Дистанция опоры ротора:		
Прогиб коленчатого вала проверен:	☐ нет ☐ да		
Конусные направляющие штифты для закрепления положения машины после наладки:	☐ нет ☐ да		
Болты фундамента закручены ключом с регулируемым крутящим моментом:	☐ нет ☐ да, размер болта: _____ момент: _____ Nm		
Смазка болтов:	☐ сухой ☐ масло ☐ MoS ₂		
Охлаждающая вода:	☐ нет ☐ да, кол-во: ☐ м ³ /сек		
Трубы охлаждающего элемента:	☐ гибкие ☐ жесткие		
Транспортировочное стопорное устройство снято:	☐ нет ☐ да		
Бесшумное вращение ротора:	☐ нет ☐ да		

4 Проверка смазки

4.1 Автоматическая смазка

Масло для подшипников:	Производитель: _____ Тип: _____
Качество масла соответствует рекомендациям:	☐ нет ☐ да
Масло заполнено до указанного предела: <i>Отметить уровень в контрольном окошке справа</i>	 Окошко
Свободное вращение смазочных колец:	☐ нет ☐ да

4.2 Смазка потоком

Масло для подшипников:	Производитель: _____ Тип: _____
Кач-во масла соответствует рекоменд:	☐ нет ☐ да
Свободное вращение смазочных колец:	☐ нет ☐ да
Давление масла при смазке потоком:	_____ кПа
Поток масла:	_____ л/мин аварийный сигнал: _____ кПа, перепускной клапан: _____ кПа
Проверка вращения насосов:	☐ нет ☐ да,
Проверка подъемных насосов:	☐ нет ☐ да
Проверка масляных фильтров:	☐ нет ☐ да

4.3 Пластичная смазка подшипников:

Смазочное вещество:	Производитель: _____ Тип: _____
Качество смазки соответствует рекомендациям на информационной табличке:	☐ нет ☐ да
Первая смазка произведена:	Дата: _____ Кол-во: _____ г
Комментарии:	

5 Электромонтажные работы

Колебания в сети:	☐ нет ☐ да, напряжение: _____ В, частота: _____ Гц
Функционирование внешних печей:	☐ нет ☐ ручное ☐ автом., контролируется: _____
Внешняя печь для контактного кольца:	☐ нет ☐ 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 Тест на сопротивление дополнительного оборудования

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

6 Установка защиты машины

Отключение при перегрузке по току:	_____ А _____ сек	
Моментальное отключение при перегрузке по току:	_____ А _____ сек	
Установка по перенапряжению:	☐ нет ☐ да, установка:	
Уст. по нежелат. замыканию на землю:	☐ нет ☐ да, установка:	
Установка по обратной мощности:	☐ нет ☐ да, установка:	
Уст. по дифференциальной защите:	☐ нет ☐ да, установка:	
Контроль за вибрацией:	☐ нет ☐ да, сигнал: _____ мм/сек, расцепление: _____ мм/сек	
Контроль за температурой:		
- в обмотке статора	☐ нет ☐ да, сигнал: _____ °C, расцепление: _____ °C	
- в подшипнике	☐ нет ☐ да, сигнал: _____ °C, расцепление: _____ °C	
- в _____	☐ нет ☐ да, сигнал: _____ °C, расцепление: _____ °C	
Другие защитные устройства:	☐ нет ☐ да, тип: _____	

7 Пробный прогон

7.1 Первый пуск (несколько секунд)

Внимание: Проверить подключение возможной смазки потоком!

Направление вращения (со стороны конца D):	☐  CW	☐  CCW
Нестандартные шумы?	☐ нет ☐ да, откуда:	

7.2 Второй пуск (без муфты, если возможно)

Внимание: Проверить подключение возможной смазки потоком!

Нестандартные шумы?	☐ нет ☐ да, откуда:
Нестандартное вибрирование машины?	☐ нет ☐ да, где/как:
Замер уровня вибрации подшипников:	конец D: _____ мм/сек., об.в сек.; конец N: _____ мм/сек., об.в сек.
Работа:	☐ машина функц. ОК ☐ остановка работы, причина:

График и контрольные данные

Время	Температура подшипника		Уровень вибрации подшипника		Статор			Температура обмотки статора		
	конец D	конец N	конец D	конец N	Ток	Коэфф. мощнос-ти	Ток возбужд. ит.	U	V	W
	мм/сек.	мм/сек.	мм/сек.	мм/сек.						
ч:мин	°C	°C	об.в сек.	об.в сек.	A	cos φ	A	°C	°C	°C
0:00										
0:05										
0:10										
0:15										
0:20										

Комментарии:

Замечания:

График и контрольные данные

[illegible]

Спектр колебаний прилагается:	☐ нет ☐ да
Время разгона:	_____ сек.
Температура охлаждающего воздуха:	Вход: _____ °C Выход: _____ °C
Температура охлаждающей воды:	Вход: _____ °C Выход: _____ °C
Комментарии:	

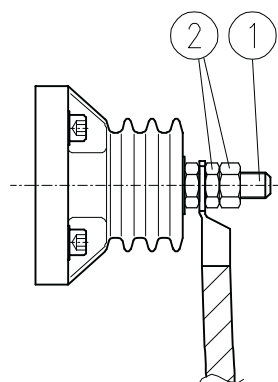
Машина принята для эксплуатации	Дата:
Ввод в действие произведен, кем:	
Принято, кем:	

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 + _____

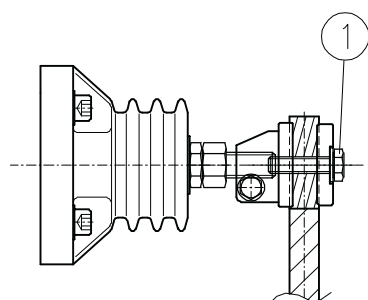
Message: (Сообщение)

Типовое подключение магистрального силового кабеля



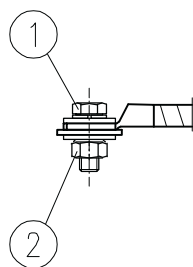
Соединительный винт

- ① Винт: M15-бронза
Шестигранная гайка: M16-латунь
- ② Момент затяжки 40 нм



Круглая муфта: din 46223

- ① Винт: M10-сталь
Затягивать до надежного соединения



Винт заземления M12

- ① Винт: M12 - AISI 316
Шестигранная гайка: M12-AISI 316
- ② Момент затяжки 55 нм.
Не затягивать к машине.
Рекомендуется использовать смазку для пружинных стопорных гаек.



ABB Oy
Machines
P.O. Box 186
FIN-00381 HELSINKI
FINLAND
Telephone + 358 (0)10 2211
Telefax + 358 (0)10 22 22141
www.abb.com/motors&drives

3BFP 000 066 R0122 REV D

декабрь 2006