Асинхронные электродвигатели переменного тока
Руководство по эксплуатации

1 Указания по технике безопасности

2 Описание

3 Транспортирование, установка и монтаж

4 Пуск в эксплуатацию

5 Эксплуатация

6 Техническое обслуживание и ремонт

7 Дополнительные указания для взрывозащищенных электродвигателей

8 Приложения

Оглавление

1 Указания по технике безопасности 1-1

1.1 Инструкция по технике безопасности и применению 1-2

1.2 Включение высоковольтных двигателей 1-4

1.3 Электромагнитная совместимость 1-4

2 Описание 2-1

2.1 Область применения 2-1

3 Транспортирование, установка и монтаж 3-1

3.1 Транспортирование, хранение 3-1

3.2 Защита охлаждающего контура (тип DWK) 3-3

3.3 Установка 3-4

3.4 Центровка оборудования 3-5

3.5 Крепление 3-6

3.6 Подключение обмотки статора 3-7

3.7 Присоединение заземляющего провода 3-11

3.8 Присоединение вспомогательных токовых цепей 3-11

3.9 Подключение водоснабжения (тип DWK) 3-12

4 Пуск в эксплуатацию 4-1

4.1 Контроль температуры обмотки статора 4-1

4.2 Проверка сопротивления изоляции 4-3

4.3 Сушка 4-5

4.4 Мероприятия перед пуском в эксплуатацию 4-6

4.5 Включение высоковольтных электродвигателей 4-7

5 Эксплуатация 5-1

5.1 Указания по мерам безопасности 5-1

5.2 Приводы с изолированными подшипниками 5-1

5.3 Запуск 5-1

5.4 Эксплуатация 5-3

5.5 Перерывы в эксплуатации 5-3

6 Техническое обслуживание и ремонт 6-1

6.1 Техническое обслуживание 6-1

6.2 Очистка двигателя 6-1

6.3 Руководство по смазке и техническому обслуживанию подшипников качения 6-2

6.3.1 Общие положения 6-2

6.3.2 Машины без смазочного ниппеля 6-2

6.3.3 Машины со смазочным ниппелем и без удаления старой смазки 6-2

6.4 Машины со смазочным ниппелем и самостоятельным регулированием количества смазки 6-3

6.4.1 Указания по техническому обслуживанию свободностоящих приводов 6-4

6.5 Инспекции 6-4

6.5.1 Указания по проведению инспекций 6-4

6.5.2 Первая инспекция после монтажа или ремонта 6-5

6.5.3 Основная инспекция 6-5

6.5.4 Технический осмотр водяного радиатора (тип DWK) 6-6

6.6 Ремонт 6-7

6.6.1 Подготовка к ремонту 6-7

6.6.2 Разборка 6-7

6.6.3 Указания по демонтажу 6-8

6.6.4 Сборка 6-8

6.6.5 Ремонт водяного радиатора (тип DWK) 6-8

6.7 Моменты затяжки болтовых соединений 6-11

6.8 Неисправности в работе 6-12

6.8.1 Неисправности электродвигателей 6-12

7 Дополнительные указания для взрывозащищенных электродвигателей 7-1

7.1 Общие положения 7-1

7.2 Опасность воспламенения 7-1

7.3 Монтаж и присоединение 7-1

7.4 Режим эксплуатации 7-2

7.5 Защита электродвигателя 7-2

7.6 Ремонтные работы общего характера 7-3

7.7 Специальные ремонтные работы 7-3

7.8 Шунтирование изоляции подшипников 7-3

Указания

Настоящее руководство по эксплуатации из соображений наглядности содержит не все конструктивные подробности и не может рассматривать все возможные ситуации, имеющие место в процессе эксплуатации.

Если Вам необходима дополнительная информация, или появляются какие-либо особые проблемы, не описанные в руководстве по эксплуатации, Вы можете запросить информацию по ним в местных филиалах фирмы Helmke.

Кроме того, мы указываем на то, что содержание настоящего руководства по эксплуатации не является частью прежних или существующих соглашений, договоренностей, правовых отношений и не призвано их изменять. Все обязательства фирмы Helmke вытекают из соответствующего договора на покупку, который содержит полные и самостоятельно действующие правила гарантии. Указанные правила гарантии не расширяют и не ограничивают договорные правила путем более подробного изложения в настоящем руководстве по эксплуатации.

1 Указания по технике безопасности

1 Указания по технике безопасности

В настоящем разделе

Данная инструкция содержит указания, которые Вы должны соблюдать для Вашей личной безопасности и для предотвращения материального ущерба. Указания по Вашей личной безопасности выделены предупреждающим треугольником, общие указания по предотвращению материального ущерба не имеют этого треугольника. В зависимости от степени опасности, предупреждающие указания представлены в последовательности снижения степени опасности следующим образом:

 **Опасность**	**ОПАСНОСТЬ** означает, что непринятие соответствующих мер предосторожности приводит к смерти или получению тяжелых телесных повреждений.

 **Преду-преждение**	**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ** означает, что непринятие соответствующих мер предосторожности может привести к смерти или получению тяжелых телесных повреждений.

 **Осторожно**	**Осторожно** с предупреждающим треугольником означает, что непринятие соответствующих мер предосторожности может привести к получению незначительных телесных повреждений.

Осторожно	**Осторожно** без предупреждающего треугольника означает, что непринятие соответствующих мер предосторожности может привести к материальному ущербу.

Внимание	**Внимание** означает, что несоблюдение соответствующего указания может привести к нежелательному результату или состоянию.

При возникновении нескольких степеней опасности всегда используется предупреждающее указание, относящееся к наивысшей степени. Если в предупреждении с предупреждающим треугольником речь идет о предупреждении ущерба, причиняемому людям, то в этом же предупреждении дополнительно могут иметься указания о предупреждении материального ущерба.

Квалифицированный персонал

Соответствующее устройство / систему разрешается настраивать и эксплуатировать только в сочетании с данной документацией. Ввод в эксплуатацию и эксплуатацию устройства / системы разрешается выполнять только квалифицированному персоналу. Квалифицированным персоналом в смысле данной документации являются лица, которые имеют право вводить в эксплуатацию, заземлять и маркировать устройства, системы и токовые цепи в соответствии со стандартами техники безопасности.

Использование по назначению

Соблюдайте следующее:

 **Преду-преждение**	Устройство разрешается использовать только для указанных в каталоге и в техническом описании целей и только в сочетании с рекомендованными или допущенными фирмой HELMKE устройствами и компонентами других изготовителей. Условием надежной и бесперебойной эксплуатации изделия является правильная транспортировка, соответствующее хранение, установка, монтаж, а также тщательное управление и техническое обслуживание.

Исключение ответственности

Мы проверили содержимое документации на соответствие с описанным аппаратным и программным обеспечением. Тем не менее, отклонения не могут быть исключены, в связи с чем мы не гарантируем полное соответствие. Данные в этой документации регулярно проверяются и соответствующие корректуры вносятся в последующие издания.

1.1 Инструкция по технике безопасности и применению

Безопасное обращение с электрическими машинами

Электрические системы на взрывоопасных участках устанавливаются, монтируются и эксплуатируются в соответствии с действующими для них нормами и правилами. Эксплуатирующая организация должна обеспечить выполнение указанных норм и правил в ходе монтажа, наладки и эксплуатации, а также проведение соответствующих испытаний. Рекомендуется проведение указанных испытаний по согласованию с соответствующими надзорными органами, по итогам испытаний составляется протокол.

Опасность	Электрические машины являются производственным оборудованием для применения в промышленных силовых электроустановках. Вращающиеся или токоведущие неизолированные узлы и агрегаты представляют опасность. Эксплуатация оборудования вопреки указаниям без защитного кожуха, ненадлежащее применение машинного оборудования, ошибки в управлении или недостатки сервисного обслуживания могут стать причиной человеческих жертв, тяжких телесных повреждений или материального ущерба.

Опасность	При использовании машин вне промышленной области применения место работы должно быть ограждено соответствующими устройствами (например, защитными заграждениями) и оборудованио надписями, запрещающими вход посторонних лиц. Выяснение существующих локальных опасностей и необходимых мероприятий по защите от них производится только пользователем установки по согласованию с соответствующими органами надзора.

Предполагается, что лица, ответственные за безопасность работы установки, гарантируют следующее:

- Выполнять или контролировать планирование работ на оборудовании, а также все мероприятия, связанные с транспортировкой, монтажом, установкой, пуском в эксплуатацию, обслуживанием и ремонтом будут компетентные специалисты.
- Руководство по эксплуатации и документация на машину постоянно находятся под рукой во время выполнения всех работ.
- Постоянно соблюдаются технические данные и указания по допустимым условиям монтажа, подключения, эксплуатации и окружающей среды.
- Соблюдаются предписания по монтажу и технике безопасности, а также правила использования средств индивидуальной защиты.
- Запрещается работа неквалифицированного персонала на машинах или вблизи от них.

В связи с этим в данном руководстве по эксплуатации содержатся только такие указания, которые требуются квалифицированному персоналу при использовании машин по назначению.

Указание	Рекомендуется для проведения монтажных работ, пуска в эксплуатацию и технического обслуживания пользоваться поддержкой и услугами служб сервиса фирмы HELMKE.

1.2 Включение высоковольтных двигателей

Коммутационное перенапряжение

При использовании вакуумных силовых выключателей и вакуумных контакторов в зависимости от различных факторов (например, принцип гашения выключателя, размер двигателя, длина подводящего кабеля, емкость (мощность) сети и т.д.) при выключении могут возникать т.н. многократные повторные включения (зажигания).

В ряде случае они могут приводить к недопустимо высоким коммутационным напряжениям для изоляции статора электродвигателя, причем тогда, когда высоковольтные двигатели с пусковым током $I_n \leq 600$ A отключаются во время пуска или после блокировки. Указанная граница тока в зависимости от отношения пускового тока к номинальному в зависимости от «провала» напряжения в сети (примерно до 20 %), соответствует верхнему пределу мощности примерно 750 кВт при U_n = 3 кВ, 1500 кВт при U_n = 6 кВ и 2500 кВт при U_n = 10 кВ.

 **Осторожно**	Для высоковольтных двигателей до указанного выше габарита проектант, в случае применения вакуумных силовых выключателей и вакуумных контакторов, должен предусматривать соответствующие ограничители напряжения.

Для каждого из трех проводов в распределительном шкафу между выключателем и кабельной концевой муфтой устанавливается ограничитель против земли. Уровень защиты обмоток двигателя достаточен при правильном выборе ограничителей (номинальное напряжение двигателя/напряжение срабатывания).

1.3 Электромагнитная совместимость

Указания, важные для обеспечения безопасности

Машины закрытого исполнения (с классом защиты IP54 и выше) при использовании по назначению и эксплуатации от электрических сетей согласно EN 50160 соответствуют требованиям, предъявляемым нормативным актом ЕС по электромагнитной совместимости 89/336/EWG.

Внимание	В случае значительной неравномерности крутящего момента (например, привод поршневого компрессора) создается несинусоидальный ток двигателя, высшие гармоники которого могут вызывать недопустимое влияние на сеть и тем самым эмиссию помех через соединительные провода.

Внимание	При работе с преобразователем в зависимости от технического исполнения преобразователя (тип, функция подавления помех, изготовитель) возникает эмиссия помех различной силы. Во избежание превышения предельных значений согласно IEC/EN 61000 в системах, состоящих из двигателя и преобразователя, необходимо неукоснительно выполнять требования по электромагнитной совместимости, задаваемые изготовителем преобразователя. В двигателях со встроенными датчиками (например, терморезисторами с положительным температурным коэффициентом) могут возникать напряжения помех в линии датчика, вызванные работой преобразователя.

Принципиально двигатель выполняет требования помехоустойчивости согласно IEC/EN 61000. В двигателях со встроенными датчиками пользователь должен сам обеспечить достаточный уровень помехоустойчивости путем соответствующего подбора сигнальной линии датчика и блока формирования сигнала.

2 Описание

2 Описание

2.1 Область применения

Рассматриваемые электрические машины предназначены для использования в составе промышленных установок. Они соответствуют нормам IEC/EN 60034. Использование их во взрывоопасных зонах запрещено, если они специально для этого не предназначены (соблюдайте дополнительные указания). Машины со степенью защиты ≤ IP23 нельзя применять на открытом воздухе. Исполнения с воздушным охлаждением предназначены для эксплуатации при температуре окружающей среды от -20 °C до +40 °C, а также на высоте над уровнем моря ≤ 1000 м.

Температура окружающей среды для исполнения с воздушно-водяным охлаждением – не ниже + 5 °C (при использовании подшипников скольжения смотрите документацию изготовителя). Отличные от указанных выше данные могут быть приведены на фирменных табличках. Условия на месте эксплуатации должны соответствовать всем данным, указанным на фирменных табличках.

Электроприводы являются компонентами, предназначенными для установки в машинах в смысле рекомендаций для машин 89/392/EWG. Пуск в эксплуатацию запрещен до тех пор, пока не подтверждено соответствие конечного продукта указанной выше рекомендации для машин (необходимо соблюдать соответствующие местные правила безопасности и установки, например, IEC/EN 60204).

Детали исполнения поставленной машины, а также допустимые условия эксплуатации содержаться в документации на машины.

Таблица: Применяемые нормы и правила

Характеристика	**Стандарт**
Расчет параметров и эксплуатационные характеристики	IEC/EN 60034-1
Степень защиты	IEC/EN 60034-5
Охлаждение	IEC/EN 60034-6
Конструктивное исполнение	IEC/EN 60034-7
Уровень шума	IEC/EN 60034-9
Уровни интенсивности колебаний	IEC/EN 60034-14

Информация о соответствующем типе защиты, охлаждении и конструктивном исполнении приведена в документации на машину.

3 Транспортирование, установка и монтаж

3 Транспортирование, установка и монтаж

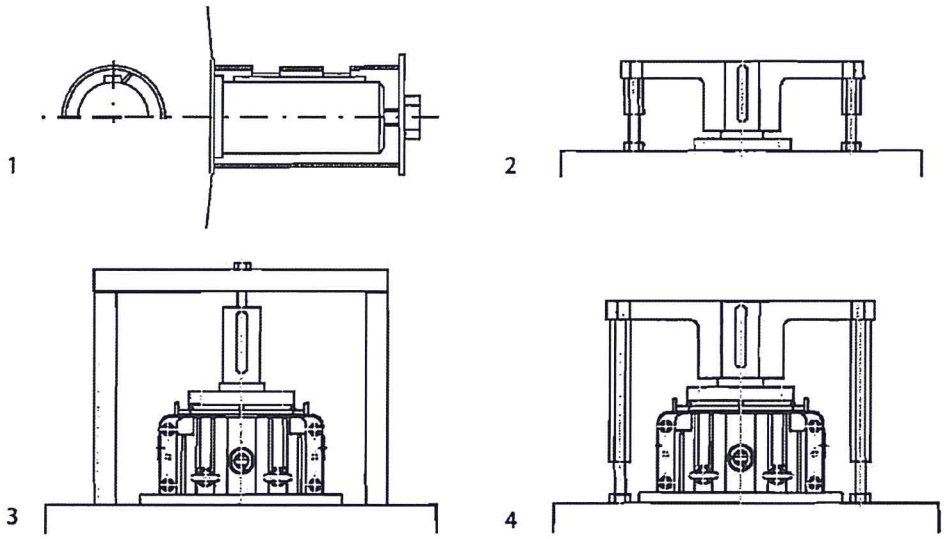
3.1 Транспортирование, хранение

Осторожно	Если двигатель и радиатор транспортируются или хранятся раздельно, то степень защиты согласно техническим данным не имеет значения. Действительной является степень защиты IP00. Следует безусловно обеспечить особые технически правильные мероприятия в отношении защиты от загрязнений и влажности. В особенности это необходимо во время транспортировки и при хранении на открытом воздухе.

Транспортирование

После поставки необходимо сразу же сообщить транспортной фирме об имеющихся повреждениях. При необходимости следует исключить пуск машины в эксплуатацию.

Осторожно	Для исключения транспортных повреждений необходимо надежно крепить транспортные предохранительные устройства. Эти устройства следует удалять лишь перед монтажом элементов привода. Если машина должна транспортироваться после монтажа элементов привода, необходимо предпринять соответствующие мероприятия для осевой фиксации (смотри рисунок внизу).



 **Преду-преждение**	Рассматриваемые машины разрешается транспортировать и поднимать только в положении, соответствующем их конструктивной форме. Подъем разрешен только за подъемные проушины, расположенные на корпусе. При этом следует применять соответствующие подъемные тросы и захваты (веса смотри на фирменной табличке или в технических данных)! При выполнении транспортных работ необходимо соблюдать имеющиеся маркировки с указанием производимых манипуляций. Центр тяжести машины приведен на ее рисунке. Если центр тяжести груза лежит не между опорными точками, то подъемный крюк необходимо установить над центром тяжести. При этом следует обратить внимание на различие нагрузки тросов или подъемных лент.

 **Преду-преждение**	Для транспортирования элементов машин разрешается применять только предусмотренные для этого отверстия, проушины и цапфы опорных плит. При этом следите за грузоподъемностью подъемных устройств! Не разрешается поднимать машины, используя для этого их конструктивные элементы.

Внимание	Если машина запускается в производство не сразу, то она должна храниться в сухом, защищенном от пыли и низких температур, а также от вибрационных воздействий помещении, отдельно от агрессивных газов.

Хранение под открытым небом

Место хранения следует выбирать, по возможности, с учетом площади складирования, отсутствия затопления во время паводков и наличия подъездных путей. Перед началом хранения следует устранить повреждения упаковки, если это необходимо для надлежащего хранения. Машинное оборудование, приборы и ящики располагают на поддонах, балках и фундаментных плитах, с учетом влагоизоляции поверхности. Необходимо исключить возможность проседания почвы и в то же время обеспечить циркуляцию воздуха под складируемым оборудованием.

Конструкции, предназначенные для защиты от атмосферных воздействий, не должны касаться поверхности оборудования. Части оборудования должны быть отделены друг от друга прокладками для достаточной циркуляции воздуха.

Хранение в закрытом помещении

Хранение осуществляется в сухом, сейсмостойком помещении с достаточной вентиляцией. Помещения должны обеспечивать защиту от экстремальных погодных условий. Необходимо обеспечить защиту оборудования от ударов и проникновения влаги.

Осторожно	При неправильном хранении существует опасность повреждений.

Консервация

Если срок хранения оборудования превышает 6 месяцев, то через каждые 6 месяцев следует осуществлять плановую проверку состояния и проводить работы по обслуживанию в необходимо объеме. После консервации составляется протокол, чтобы при последующем пуске в эксплуатацию можно было произвести расконсервацию оборудования. Обмотки электродвигателей следует постоянно слегка нагревать и обеспечивать достаточную вентиляцию.

Осторожно	В машинах, поставляемых с защитными устройствами для транспортирования, необходимо, зафиксировать ротор согласно указаниям по транспортированию во избежание повреждений вследствие сотрясений при хранении. Если имеются отверстия для слива конденсата, необходимо регулярно отворачивать пробку, сливать скопившийся конденсат и снова закрывать отверстия.

3.2 Защита охлаждающего контура (тип DWK)

Защита от коррозии

Для предотвращения коррозии водяные каналы радиатора при отправке с завода защищены антикоррозионной эмульсией. В состоянии поставки каналы не заполнены охлаждающей водой, чтобы в них не возникало повреждений вследствие мороза.

Защита охлаждающего контура

1. Примите во внимание указания в инструкции по эксплуатации изготовителя радиатора.
2. Полностью опорожните каналы для охлаждающей воды и для надежности продуйте их воздухом, чтобы они были полностью опорожнены.
3. Промойте каналы для охлаждающей воды антикоррозионной эмульсией.

Осторожно	**Повреждения от мороза в охлаждающем контуре** Если охлаждающая вода замерзает, то в охлаждающем контуре могут возникнуть повреждения. При эксплуатации при температуре окружающей среды ниже 0 °C добавьте к охлаждающей воде антифриз. Защищайте охлаждающий контур при хранении. Учтите, что при добавлении антифриза вследствие его уменьшенной удельной теплоемкости может возникать более сильное нагревание.

3.3 Установка

- Следите за равномерным прилеганием, правильным креплением опорных плоскостей и точной юстировкой при непосредственном соединении.
- Исключайте резонанс с частотой вращения и удвоенной частотой сети.
- Исключайте радиальные и аксиальные нагрузки на опоры (соблюдайте данные документации).
- При необходимости изготавливайте трубные соединения. При верхнем расположении конца вала последний должен закрываться крышкой. Вентиляция не должна иметь каких-либо препятствий, а выбрасываемый вентиляцией воздух не должен засасываться соседними агрегатами.

Охлаждение

Охлаждающий воздух должен беспрепятственно подводиться и отводиться, отведенный нагретый воздух ни в коем случае не должен снова всасываться. При вертикальном конструктивном исполнении с доступом воздуха через соответствующие отверстия вверху последние должны быть защищены от попадания инородных предметов и проникновения воды.

Охлаждение (тип DWK)

Материалы радиатора выбраны оптимально для тех параметров воды, для которых был заказан радиатор. Он не может безоговорочно применяться для других параметров воды.

- Для специальных конструкций радиатора с замкнутым контуром охлаждающей воды соблюдайте рекомендации по качеству воды в инструкции по эксплуатации изготовителя радиатора.

Качество балансировки

Роторы подвергнуты динамической балансировке. На концах валов с призматическими шпонками метод балансировки указан на маркировке, расположенной на торце вала со стороны привода:

- Маркировка «H» означает балансировку с половинной призматической шпонкой (стандартное исполнение), т.е. для поддержания качества балансировки в более коротком приводном элементе, при необходимости, нужно отрезаать часть призматической шпонки, выступающую из приводного элемента и контура вала.
- Маркировка «F» означает балансировку с целой призматической шпонкой (специальное исполнение по особому заказу).

Необходимо следить за правильным методом балансировки приводного элемента. Приводные элементы необходимо устанавливать и снимать только с помощью соответствующего устройства.

Преду-преждение	Призматические шпонки предохранены от выпадения только во время транспортировки. Если в машинах с двумя концами вала на одном из концов не устанавливается приводной элемент, необходимо предохранить эту шпонку от выпадения из вала, при балансировке ротора по методу «H» (стандартное исполнение) необходимо уменьшить длину шпонки приблизительно вдвое.

Уровень шума

Для определения уровня шума на рабочих местах обслуживающего персонала необходимо учитывать, что уровень шума категории A в 70 дБ(A) будет превышен при эксплуатации машин трехфазного тока при замерах согласно ISO 1680.

Отверстия для стока воды

На щитах подшипников с приводной и неприводной сторон снизу или напротив смазочного устройства расположены отверстия для стока воды, закрытые желтыми пластмассовыми заглушками. При опасности образования в машине конденсата (например, при сильных колебаниях температуры окружающего воздуха, прямом воздействии солнечных лучей или при высокой влажности воздуха и прерывистом режиме работы и/или колебаниях нагрузки) целесообразно вынуть расположенные, в зависимости от варианта установки, внизу заглушки.

3.4 Центровка оборудования

Указания, важные для обеспечения безопасности

Для правильной установки и надежного крепления оборудования требуются соответствующие профессиональные знания, в том числе знания о

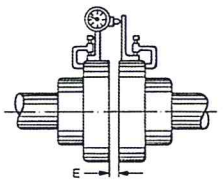
- Подготовке фундамента,
- Выборе и монтаже муфты,
- Измерении радиального и торцевого биения,
- Позиционировани.

Если мероприятия и операции, необходимые для выполнения, не известны, рекомендуется обратиться в службу сервиса соответствующих центров фирмы HELMKE.

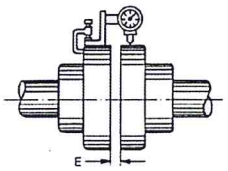
Вертикальное и горизонтальное позиционирование

При сопряжении механизмов с помощью муфт валы необходимо правильно выставить в горизонтальном и вертикальном направлении. Измерения необходимо производить с помощью индикаторов, при чем в четырех точках, через угол 90°, вращая одновременно обе половины муфт.

Измерение в осевом направлении показано на рядом расположенном рисунке (угловое смещение). Разницу необходимо устранить установкой соответствующих подкладок. Погрешность регулировки не должна превышать 30 мкм на длине 200 мм.



Измерение в радиальном направлении показано на рядом расположенном рисунке. Разницу необходимо устранить с помощью соответствующих подкладок. Погрешность регулировки не должна превышать 30 мкм.



Альтернативой описанному выше методу является применение электронных методов измерения. При точной обработке стальных муфт регулировку можно также с достаточной точностью выполнить с применением линейки и щупа.

При ременном приводе необходимо обратить внимание на то, чтобы оба шкива были соосны, т.е. оба вала должны располагаться параллельно друг к другу и соединительная линия между центрами шкивов должна лежать перпендикулярно осям валов. Необходимо также проверить, чтобы натяжение ремней соответствовало требованиям изготовителя ремней. Чрезмерное усилие натяжения приводит к возрастанию нагрузок на валы и подшипники.

Точность установки

Необходимая соосность валов двигателя и рабочей машины составляет диаметр в размере 0,05 мм.

3.5 Крепление

Прочный фундамент согласно DIN 4024, точная установка машины и правильная балансировка ее элементов, расположенных на конце вала, являются условием плавной работы без биений. Кроме того, необходимо соблюдать нормативы скорости колебаний в соответствии с DIN ISO 10816-3.

Указание	При использовании ременного привода целесообразно монтировать машину с помощью натяжных шин, обеспечивающих правильное натяжение ремней.

Осторожно	Излишне сильное натяжение ремней может привести к повреждению подшипников и вала. В связи с этим необходимо неукоснительно соблюдать допустимые параметры натяжения.

Maschinen, die aufgrund ihrer Bauform mit den Füßen an der Wand befestigt werden, müssen z.B. durch eine Wandleiste nach unten abgestützt oder verstiftet werden.

Учитывая наличие крутящего момента, для надежного крепления и передачи усилий используйте крепежные болты для машин с необходимым классом прочности согласно ISO 898-1 (например, 10.9). При выборе болтов/винтов и типа фундамента следует исходить из максимально возможных сил, которые могут возникнуть в случае неисправности или повреждения (например, короткое замыкание или переключение сетевых выключателей в противофазе). Схема сил, действующих на фундамент, и их значения приводятся в проектной документации или их можно запросить у изготовителя.

Муфты или прочие приводные элементы следует монтировать с применением соответствующих устройств (нагрев!) и закрывать кожухами.

Разрешается применять только муфты с равномерным распределением соединительных элементов. При выборе комплекта эластичных передаточных элементов необходимо обязательно обращать внимание на коэффициент эластичности и качество. Любая неравномерность формы является причиной радиальных сил, особенно при значительных крутящих моментах, создаваемых коленчатыми валами, что может приводить к значительным повреждениям двигателей вследствие износа ротора в стальном пакете статора. Особенное внимание следует обращать при использовании специальных муфт. Шкивы и прочие элементы должны по возможности проходить динамическую балансировку при рабочем числе оборотов.

При определенных обстоятельствах у двигателей с усиленными подшипниками (роликоподшипники со стороны привода) могут возникнуть проблемы другого рода. Если быстроходные машины (2-/4-полюсные) малой и средней серии соединяются с помощью пальцевых муфт (например, ELCO), и при этом хорошо сцентрированы, то роликовые подшипники со стороны привода слабо нагружаются. В этом случае могут возникать неисправности в зацеплении, которые приводят к проскальзыванию тел качения на поверхностях качения. Следствием этого является неожиданное повышение температуры подшипника.

Существенным обстоятельством при выборе типа опор является общая концепция привода с учетом теплового удлинения валов, а также радиальной/аксиальной нагрузки и т.п.

3.6 Подключение обмотки статора

Сравните данные, приведенные на фирменной табличке, с данными сети. Если нет каких-либо других данных, то данные на фирменной табличке (с допусками согласно IEC/EN 60034) относятся к температуре окружающей среды не выше 40 °C при максимальной высоте над уровнем моря 1000 м при условии соблюдения данных по охлаждающей воде или воздуху.

Присоединение необходимо производить с применением установленных кабелей согласно местным предписаниям по установке. Для заземления корпуса

имеются соответствующие места под клеммы или в клеммной коробке или под опорой двигателя. Обратите внимание на схему соединений, имеющуюся в клеммной коробке. При этом особое внимание следует обратить у двигателей с переключением напряжения или полюсов. Если имеются какие-либо неясности, следует перед пуском в эксплуатацию обратиться к нам.

При присоединении сетевых фаз L1, L2, L3 соответственно к клеммам двигателя U1, V1, W1 вал двигателя, глядя снаружи со стороны цапфы, вращается вправо – т.е. по направлению часовой стрелки. При необходимости изменения направления вращения следует поменять местами две фазы.

Внимание	Двигатели, имеющие вентилятор охлаждения, работающий в одном направлении, содержат специальную маркировку. Стрелка, указывающая направление вращения, нанесена над цапфой вала или на кожухе вентилятора. Вращение в противоположную сторону не разрешается, т.к. при этом двигатель вследствие отсутствия охлаждения перегревается. Изменение направления вращения в этом случае может производиться только при другом вентиляторе. При этом может понадобиться новая балансировка двигателя!

Все присоединительные клеммы должны быть надежно зажаты, т.к. в противном случае может иметь место нагрев и разрушение изоляции.

Присоединения для устройств контроля за температурой (например, терморезистор, Pt100-резисторы) для контроля обмотки и подшипников, а также устройства нагрева при неработающем двигателе и т.п. находятся в общем случае в дополнительной клеммной коробке, включая схему соединений. В интересах надежности рекомендуется использование таких устройств. Для исключения тяжелых последствий, которые могут иметь место в определенных случаях следствии неправильного подключения, обращайтесь за помощью в нашу фирму.

Для защиты двигателей со стороны сети необходимо применять коммутационный аппарат в сочетании с устройством выключения при возникновении короткого замыкания и тепловыми расцепителями, настроенными на номинальный ток обмотки.

Внимание	У электродвигателей с короткозамкнутым ротором со схемой звезда / треугольник тепловые расцепители должны охватывать цепь токовой обмотки в соединениях треугольником между электродвигателем и выключателем (контактором) и по этой причине должны быть настроены на более низкое значение тока звезды (= 0,577 · номинального ток электродвигателя).

Присоединение с помощью кабельных наконечниhen

Концы проводов следует изолировать так, чтобы остающаяся изоляция доходила почти до кабельного наконечника. Втулки кабельных наконечников для поддержания нормального минимального воздушного зазора при необходимости следует изолировать. При напряжении до 6,6 кВ воздушный зазор должен быть не менее 60 мм, при напряжении до 11 кВ (при взрывобезопасном исполнении) или 13,8 кВ воздушный зазор должен быть не менее 100 мм.

Внимание	Соединении, обеспечивающее передачу электрического тока, выполняется контактными гайками из CuZn. Такие гайки не разрешается заменять на гайки из других материалов.

Присоединение без помощи кабельных наконечников

При соответствующем заказе могут устанавливаться клеммы в виде хомутов, которые могут использоваться для соединения тонких проводов без применения втулок-наконечников.

Втулки-наконечники могут применяться только тогда, когда перед соединением они закрепляются на проводе с помощью специальных, токопроводящих прессовых соединений.

Для обеспечения надежного соединения и охвата конца провода допустимо соединение лишь одного провода.

Внимание	При соединении алюминиевых проводов рекомендуется перед укладкой алюминиевого провода в клемму снять щеткой или напильником оксидный слой на проводнике. После этого сразу же зачищенное место надо покрыть нейтральным вазелином, чтобы исключить образование нового окисного слоя. Дополнительно необходимо произвести контактное обжатие алюминия после монтажа. Это следует произвести подтягиванием гаек через 24 часа и еще раз через 4 недели.

Ввод и прокладка проводов

Соединительный провод уплотняется в месте ввода с помощью вырезаемой уплотнительной вставки и фиксируется с помощью устройства разгрузки от натяжения. Это устройство может быть расположено в клеммной коробке или снаружи.

При использовании уплотнительных вставок рекомендуется следующий порядок действий:

- Уплотнительную вставку необходимо вырезать так, чтобы ее отверстие было на 1 до 3 мм меньше диаметра провода. При неподходящем диаметре провода следует подогнать его путем наращивания уплотнительной лентой.
- При насадных уплотнительных элементах заделка концов выполняется в зависимости от применяемого кабеля и предусматривается заземляющий трос. У кабелей с наружным армированием последнее вводятся не в клеммную коробку, а лишь до внешнего элемента, разгружающего от тянущих усилий, чтобы исключить проникновение влаги в клеммную коробку.
- Отверните болты крепления верхней часть разгрузочного элемента и ослабьте болты крепления нижней части того же элемента. Вставьте провод с уплотнительным элементом в отверстие штуцера. При концентричном положении провода в отверстии штуцера закрепите хомут разгрузочного элемента.

Внимание	Зажимные болты хомута разгрузочного элемента затяните так, чтобы обеспечить необходимый зажим и при этом не повредить изоляцию. Рекомендуемый момент равен 5 Н·м. Через 24 часа болты снова подтяните.

Внутреннее выравнивание потенциалов

Выравнивание потенциалов между зажимом заземления в корпусе и корпусом электродвигателя выполняется с помощью крепежных винтов клеммной коробки, точки контакта под головками винтом должны быть зачищены до металлического блеска и защищены от коррозии.

В качестве системы выравнивания потенциалов между крышкой клеммной коробки и корпусом достаточно обычных крепежных винтов крышки.

Заключительные работы

Необходимо убедиться в том, что

- электрические соединения в клеммной коробке затянуты и выполнены в соответствии с данными указанных выше разделов.
- машина подключена в соответствии с предписанным направлением вращения.
- внутреннее пространство клеммной коробки очищено от пыли и остатков проводов.
- все уплотнения не имеют повреждений и установлены правильно
- устройство разгрузки от давления (в зависимости от типа коробки выводов: заливка шлицов или предохранительная мембрана) не имеет повреждений. Повреждения разрешается устранять только после согласования с лицоам, ответственным за безопасную эксплуатацию установки, и только с использованием оригинальных частей.

В заключение необходимо закрыть клеммную коробку, момент затяжки винтов крепления крышки 22 Н·м.

3.7 Присоединение заземляющего провода

Сечение заземляющего провода машины должно быть согласовано с правилами установки, например, IEC/EN 60204-1. При сечении токоведущего провода > 35 мм^2 сечение заземляющего провода должно быть не менее 50 % сечения сетевого провода.

На корпусе, на специально обозначенном месте присоединения заземляющего провода, имеется болт с шестигранной головкой с пружинной шайбой и обычной шайбой, предназначенные для присоединения многожильных проводов с кабельными наконечниками или плоских лент с соответствующим образом выполненными концами.

При выполнении соединения необходимо иметь в виду следующее:

- Присоединительная поверхность должна быть тщательно зачищена и покрыта средством для защиты от коррозии, например, не содержащим кислоты вазелином.
- Под головку болта должны быть подложены пружинная шайба и обычная шайба.
- Необходимо соблюдать минимально необходимую глубину завинчивания и момент затяжки зажимного болта.

3.8 Присоединение вспомогательных токовых цепей

Типовые обозначения вспомогательных клеммных коробок приведены в технической документации на машину, так же как и расположение вспомогательных клеммных коробок и относящихся к ним присоединительных клемм.

Необходимые данные для присоединения вспомогательных цепей приведены на схеме, расположенной на внутренней стороне соответствующей крышки коробки, и в документации на машину.

Присоединительные провода выбираются с учетом силы тока и условий, определяемых устройством (например, температуры окружающей среды, типа прокладки и т.п. в соответствии с IEC/EN 60204-1).

Внутреннее выравнивание потенциалов

Выравнивание потенциалов между зажимами защитного провода в соответствующем корпусе коробки и корпусом электродвигателя выполняется с помощью крепежных винтов каждой коробки, точки контакта под головками винтов должны быть зачищены до металлического блеска и защищены от коррозии.

Завершающие мероприятия

Проверьте, пожалуйста, перед закрыванием каждой клеммной коробки, чтобы провода были присоединены в соответствии с имеющейся схемой.

- Проследите, чтобы внутри коробки не было остатков проводов.
- Закрепите болтовые соединения кабелей и проследите, чтобы все было смонтировано в соответствии со степенью защиты, типом прокладки проводов, допустимым сечениями проводов.
- Присоединительные провода должны лежать свободно и их изоляция не должна быть повреждена.
- При необходимости закройте неиспользуемые вводы и вверните пробки (они должны отворачиваться только с применением инструмента).
- Проверьте, чтобы уплотнения и уплотнительные поверхности клеммной коробки были правильно выполнены.
- При наличии клемм надежно подтяните все болты крепления (действует также и в отношении неиспользуемых в данный момент клемм).

3.9 Подключение водоснабжения (тип DWK)

Расположение, конструкция и размеры присоединительных фланцев установлены в технических данных. В случае, если сторона присоединения должна быть изменена, то для некоторых конструкций соответствующим образом могут быть преобразованы радиатор и кожух. В противном случае следует проконсультироваться с местным отделением фирмы HELMKE.

Выбирайте материалы для трубопроводов с необходимой химической стойкостью в соответствии с параметрами воды. Дополнительно Вы должны учесть давление и совместимость с материалами радиатора.

Прокладывайте и опирайте водяные трубопроводы таким образом, чтобы на присоединительных фланцах не возникали недопустимые нагрузки и колебания. Если возможно, располагайте трубопроводы так, чтобы радиатор можно было демонтировать при окончательно установленной машине. Необходимое для этого монтажное пространство указано на габаритном чертеже машины.

Перед подключением промойте трубопроводы для удаления отложений и инородных предметов, чтобы они не попали в радиатор. Если в охлаждающей воде могут присутствовать загрязнения и инородные предметы, то в подводящем трубопроводе охлаждающей воды должны быть расположены соответствующие фильтры.

Заполнение и удаление воздуха

1. После выполнения фланцевых соединений заполните радиатор водой при открытой резьбовой пробке для удаления воздуха, пока воздух не будет без остатка вытеснен из радиатора.
2. Затем снова закройте резьбовую пробку для удаления воздуха и проконтролируйте герметичность системы снабжения охлаждающей водой испытанием под давлением. При этом нельзя превышать максимальное испытательное давление (см. фирменную табличку на радиаторе или фирменную табличку с паспортными данными машины). В случае, если машина затем не пускается в эксплуатацию, следует произвести необходимые мероприятия согласно разделу 5.5 – «Перерывы в эксплуатации».

4 Пуск в эксплуатацию

4 Пуск в эксплуатацию

4.1 Контроль температуры обмотки статора

a) Терморезисторы представляют собой электронные элементы с соответствующей температурной характеристикой. Ниже указанной характеристики на соответствующих присоединительных клеммах (две клеммы на комплект) с помощью простого омметра могут измеряться сопротивления в несколько сотен Ом, выше – в несколько килоом.

Осторожно	Измерительный ток может составлять лишь несколько миллиампер! Ни в коем случае не подключайте постороннее напряжение (например, сеть 230 В), т.к. следствием этого может быть немедленное разрушение чувствительных элементов и вследствие образования световой дуги также непоправимые повреждения обмотки.

В обмотках больших электродвигателей часто содержаться две терморезисторные вставки для различных температур, предназначенные для предупреждения и отключения. Для оценки ситуации необходимо включать в схему аппарат срабатывания, контакты реле которого, не имеющие потенциала, могут использоваться для соответствующих цепей управления электродвигателем. Дополнительная более поздняя установка измерителя температуры не представляется возможной. Это возможно только путем установки дополнительных терморезисторов на лобовой части обмотки.

b) Klixons или микроотермовыключатели представляют собой жестко установленные, подобные п. a) установленные и непосредственно предназначенные для цепей управления вспомогательных контакторов термовыключатели. Проверка выполняется следующим образом. В холодном состоянии на соответствующих присоединительных контактах сопротивление отсутствует и, таким образом, цепь проходима. После превышения установленного значения температуры цепь становится не проходимой.

Осторожно	Подобные контакты не допускают значительных индуктивных нагрузок – включайте в цепь катушки вспомогательных контакторов с R-C-элементом!

c) Термометры непосредственной индикации применяются только для контроля температуры подшипников. В отношении нагрузки контактов действует указание по регулировке, приведенное в п. b): смотри заключительный абзац.

d) Термоэлементы (например, Ni/CrNi) благодаря специальной характеристике создают зависящее от температуры напряжение, которое при точном соблюдении предписаний по подключению анализируется в специальных

преобразователях в индикацию температуры, при необходимости, с концевыми контактами в соответствии с п. c). Указанные датчики температуры имеют очень низкое напряжение (мОм) и дают напряжение в диапазоне милливольт. Применяются они для контроля температуры в подшипниках скольжения, реже для обмоток.

e) Термометры сопротивления представляют собой тарированные измерители температуры (чаще всего с платиновой проволокой → Pt100 с 100 Ω при 0 °C и 0,385 Ω изменения температуры на каждый градус Кельвина; они имеют линейную характеристику: например, 138,5 Ω при 100 °C или 153,9 Ω при 140 °C). Каждый термометр присоединен к двум (может быть к трем/четырем) клеммам, при необходимости, скомбинирован с защитой от повышенного напряжения и предохранителями во вспомогательной клеммной коробке. Часто клеммы с одной стороны объединены для общего отвода. Как описано в п. a), благодаря определению сопротивления происходит контроль сопротивлений, и таким путем также определение температуры в результате соответствующего пересчета. Для каждого сопротивления (например, для Pt100) должен применяться тарированный усилитель с сигнальным реле для раздельной установки температуры для предупреждения и выключения (имеются, например, пять или восемь измерительных шлейфов в общем корпусе – для, например, трех или шести элементов на одну обмотку и два элемента на один подшипник).

f) Определение точек подключения для п.п. c), d) и e) в зависимости от класса изоляции:

1. Макс. температура отключения для первичной установки при пуске в эксплуатацию:

Обмотки	**Предупреждение**	**Отключение**
Класс нагревостойкости 155 (F)	140 °C	150 °C
Класс нагревостойкости 180 (H)	160 °C	170 °C
Установка согласно измеряемой величине T при стационарном режиме эксплуатации		
T = наибольшая измеряемая температура длительного режима эксплуатации при реальных условиях применения	T + 10 K	T + 15 K

Подшипник	Предупреждение	Отключение
Подшипник качения	100 °C	110 °C
Подшипник скольжения • датчик во вкладыше	85 °C	95 °C
Подшипник скольжения • датчик в масляной ванне	65 °C	75 °C
Установка согласно измеряемой величине T в стационарном режиме эксплуатации		
T = наибольшая измеряемая температура длительного режима эксплуатации при реальных условиях применения	T + 10 K	T + 15 K

Возможные превышения указанных величин сразу же должны индицироваться, чтобы выявить причину. В отдельных случаях могут допускаться более высокие значения.

2. После пуска в эксплуатацию и приработки машины при номинальной нагрузке необходимо окончательно отрегулировать точки включения в зависимости от фактической рабочей температуры:

   Рекомендации:

   точка включения (например, предупреждение):

   10 K для подшипника – остальные точки 15 K

   точка включения (например, отключение):

   10 K для подшипника – остальные точки 15 K

   выше рабочей температуры с учетом максимальной ожидаемой температуры окружающей среды или температуры охлаждающей воды.

   В зависимости от требований могут быть установлены другие значения. При необходимости, можете обратиться к нам за консультацией.

4.2 Проверка сопротивления изоляции

Указания, важные для обеспечения безопасности

 **Преду-преждение**	Во время измерения и сразу же после него зажимы имеют опасное напряжение, в связи с чем запрещается прикасаться к ним. В случае возможных подключенных сетевых линий убедиться в том, что отсутствует сетевое напряжение. После измерения сопротивления изоляции разрядите обмотку, соединив ее с заземлением.

 **Преду-преждение**	После длительного хранения на складе или простоя перед вводом в эксплуатацию необходимо проверить сопротивление изоляции! Перед началом измерения сопротивления изоляции внимательно изучите руководство по эксплуатации измерительного устройства. Для замера изоляции следует отсоединить от зажимов уже подключенные кабели главной цепи тока. Измерение сопротивления изоляции обмотки по отношению к корпусу машины желательно проводить при температуре обмотки 20...30 °C. Для других температур действуют иные значения сопротивления изоляции. При измерении необходимо дождаться достижения конечного значения сопротивления (около 1 минуты).

Предельные значения

Ниже приводимая таблица указывает напряжение измерения и предельные значения минимального и критического сопротивления изоляции.

Таблица: Сопротивление изоляции при 25 °C

	Расчетное напряжение U_N < 2 кВ	**Расчетное напряжение U_N ≥ 2 кВ**
Напряжение измерения	500 В	500 В
Мин. сопротивление изоляции в новых, очищенных или отремонтированных обмотках	10 MΩ	100 MΩ
Критическое сопротивление изоляции после продолжительного периода эксплуатации	0,5 MΩ/кВ	5 MΩ/кВ

Соблюдайте также требования следующих пунктов:

- В случае замеров при других температурах (не 25 °C) измеренное значение следует пересчитать на базовую температуру 25 °C, чтобы можно было сравнивать значения, приведенные в указанной выше таблице. Каждые 10 K увеличения температуры уменьшают сопротивление изоляции наполовину, при снижении температуры на 10 K сопротивление увеличивается вдвое.
- Сухие новые обмотки имеют сопротивление изоляции 100...2000 MΩ, при необходимости, и более высокие показатели. Если величина сопротивления изоляции приближается к минимально допустимому значению, причиной может быть влага и / или загрязнение.

- В процессе эксплуатации возможно снижение сопротивления изоляции обмоток за счет влияния производственных факторов и окружающей среды. Критическое значение сопротивления изоляции при температуре изоляции 25 °C определяют в зависимости от напряжения измерения путем умножения значения измеряемого напряжения (кВ) на значение удельного критического сопротивления; например, критическое сопротивление для напряжения измерения 3,3 кВ: 3,3 кВ x 5 МΩ/кВ = 16,5 МΩ

Внимание	Если значения сопротивления изоляции приближаются к критическим или становятся ниже, обмотка должна быть просушена и / или, при разобранном роторе, тщательно очищена и высушена. После сушки очищенных обмоток необходимо учитывать, что сопротивление изоляции теплых обмоток несколько меньше. Правильное значение сопротивления изоляции может быть установлено только после пересчета на базовую температуру 25 °C.

Внимание	Если измеренное значение находится вблизи критической величины, рекомендуется далее контролировать сопротивление изоляции в более короткие интервалы.

4.3 Сушка

Сушка может осуществляться, например, путем нагрева обмотки с помощью постоянного тока. При этом сила тока, однако, не должна быть выше половины номинального значения силы тока обмотки, а температура обмотки должна постоянно контролироваться в соответствии с классом изоляции (например, путем измерения повышения сопротивления меди, т.е измеряется температура изоляции перед началом процесса сушки и далее, время от времени).

Рекомендуемое значение для оптимальной температуры сушки: 1,4-кратное повышение сопротивления, если первоначальная температура составляла 20 °C. Чаще меняйте фазу обмотки! Сушка короткозамкнутых электродвигателей может осуществляться также переменным током при снижении напряжения (примерно на 5…6 % меньше номинального) при заторможенном роторе.

Закрытые элементы электродвигателя должны быть вскрыты путем снятия имеющегося вентилятора или, как минимум, вскрытия в области расположения крышек управления отверстий для измерения воздушного зазора, клеммных плат или заглушек, чтобы обеспечить свободный обмен воздухом и выход сухого воздуха.

Далее во многих случаях успешная сушка поверхностей обеспечивается продуванием сухого, по возможности, подогретого воздуха (воздушный фен).

На машинах с термической защитой обмоток (терморезистор) необходимо следить за тем, чтобы температура сушки не превышала 120 °C (у электродвигателей с классом изоляции «H» это значение может составлять 180 °C). Проверять терморезисторы можно только при измерительном напряжении не более 0,8 В.

Термометры Pt100 (100 Ω при 0 °C) в сочетании с соответствующими усилителями для измерения и индикаторами позволяют производить точное измерение температуры обмотки. Контроль можно производить также с помощью моста сопротивлений или омметра с низким значением тока: изменение сопротивления составляет 0,385 Ω/K; т.е., например, измеренное значение 138,5 Ω соответствует температуре обмотки 100 °C.

4.4 Мероприятия перед пуском в эксплуатацию

После квалифицированно проведенного монтажа, перед приемкой в эксплуатацию установки следует проверить, чтобы

- Машина была надлежащим образом установлена и выровнена.
- Машина была подключена соответственно указанному направлению вращения.
- Условия эксплуатации соответствуют параметрам, указанным на табличке.
- Подшипники, в зависимости от типа и исполнения, соответствующим образом, смазаны. На машинах с подшипниками качения, находившимися на складе более двух лет, должна быть добавлена смазка.
- Возможные дополнительные устройства для контроля за двигателями подключены надлежащим образом и находятся в работоспособном состоянии.
- В случае исполнения двигателя с устройством для измерения температуры подшипников, при первом запуске машины должна быть замерена температура подшипников, а на контрольном устройстве должны быть установлены параметры предупреждения и выключения.
- За счет параметров системы управления и контроля числа оборотов гарантируется, что число оборотов не превысит допустимых значений, установленных на фирменной табличке.
- Элементы привода в зависимости от вида имеют правильные установки (например, балансировка муфт,, натяжение ремней при ременных приводах, боковые зазоры в зацеплениях и по вершинам зубьев при шестеренчатом приводе, радиальные зазоры).
- Соблюдаются минимальные сопротивления изоляции, а также минимальные зазоры.
- Правильно выполнены линии заземления и выравнивания потенциалов.

- Изоляция подшипников выполнена согласно данным табличек.
- Все крепежные винты, соединительные элементы и электрические подключения затянуты с установленным значением момента.
- Ротор вращается, ни за что не касаясь.
- Выполнены все мероприятия по защите от касания движущихся и токопроводящих частей.
- При неиспользуемом втором конце вала призматические шпонки зафиксированы, а конец вала закрыт.
- Имеющиеся вентиляторы готовы к работе и подключены согласно указанному направлению вращения.
- Подвод воздуха охлаждения осуществляется беспрепятственно.
- Тормоза работают надежно.
- При работе с преобразователем число оборотов не должно превышать указанное предельное значение $n_{макс.}$, в то же время нельзя допускать понижения частоты вращения ниже $n_{мин}$.

  Если конструктивные особенности электродвигателя предписывают какие-либо особые требования для его размещения, на фирменной табличке ли в свидетельстве об этом должно быть сделано дополнительное указание.

Внимание	Приведенный перечень может быть не полным. При известных обстоятельствах, могут быть необходимы и другие проверки в соответствии с особыми условиями эксплуатации установки.

4.5 Включение высоковольтных электродвигателей

Превышение напряжения вследствие переходных процессов

При вводе в эксплуатацию высоковольтных двигателей или распределительных устройств (от 3 до 12 кВ) ввиду возможного превышения напряжения необходимо иметь ввиду следующее:

Осторожно	Независимо от габарита двигателя и принципа гашения применяемого выключателя, что относится также к выключателях с малым объемом масла, SF6 или пневматическим выключателях, следует, по возможности, избегать отключений во время пуска электродвигателя, вызванных, например, ошибками в системе пуска или вследствие срабатывания чувствительных устройств защиты. Следует также ограничить необходимым минимумом отключения при пуске для проверки направления вращения и иные проверки!

5 Эксплуатация

5 Эксплуатация

5.1 Указания по мерам безопасности

Эксплуатация машины

 **Преду-преждение**	Крышки и кожухи, защищающие активные и вращающиеся части, обеспечивающие защиту машины, или необходимы для правильного направления воздуха, т. е. отвечающие за эффективность охлаждения, запрещается открывать во время эксплуатации. Изменения в нормальном режиме работы (повышение потребляемой мощности, температуры и вибраций, необычные шумы или запахи, срабатывание предохранительных устройств и т. д.) позволяют сделать вывод о том, что функциональность нарушена. Во избежание неисправностей, которые, в свою очередь, могут вызвать непосредственные или косвенные тяжелые травмы или значительный материальный ущерб, в подобных случаях следует незамедлительно проинформировать ответственный обслуживающий персонал. В случаях сомнений – с учетом специфических требований к безопасности – сразу же выключить машину!

 **Осторожно**	Поверхности машины нагреваются до высоких температур. Прикосновение к ним может вызвать ожег. В связи с этим необходимо принять соответствующие защитные меры.

Чистка

В целях обеспечения должной работоспособности системы охлаждения машины охлаждающие контуры должны быть очищены от загрязнений (решетки, каналы, ребра, трубки).

5.2 Приводы с изолированными подшипниками

 **Преду-преждение**	В случае когда на РК-вала установлен изолированный подшипник, перед заменой, модификацией, проведением технического обслуживания любое вмешательство в машину должно производиться путем запроса местного представительства фирмы HELMKE.

5.3 Запуск

- Перед пуском в эксплуатацию необходимо провернуть ротор от руки и прислушаться к возможным необычным шумам в электродвигателе.

- Пуск при схеме звезда/треугольник: реле времени переключения должно быть отрегулировано таким образом, чтобы последовательное переключение звезды на треугольник происходило только после превышения момента опрокидывания, т.е. после падения пускового тока звезды. Только в особых случаях после консультации с нами и после проверки времени разбега могут рассматриваться другие условия, например, в случае привода вентиляторов с большим моментом инерции.

- Рекомендуется сначала запустить электродвигатель, как минимум, на час без нагрузки, т.е. без присоединенной рабочей машины. Работа машины считается правильной, если отсутствуют какие-либо недопустимые вибрации или неравномерный шум в подшипниках. Наличие стука в области подшипников указывает на повреждение подшипников (транспортирование, длительное хранение). Резкие звуки указывают на проскальзывание роликов, в некоторых случаях на еще не установившуюся смазочную пленку – это, в частности, наблюдается у ненагруженных подшипников. Через некоторое, непродолжительное время работы, этот звук исчезает. Наряду с трубкой и стетоскопом для субъективной оценки состояния подшипников специалистом находят применение SPM-методы, например, переносные измерительные приборы SPM 43 A или T 2000. При всех шумах, возникающих при работе, в зависимости от уровня звукового давления следует обратить внимание на конструктивные типы корпусов (литые корпуса работают всегда тише, чем, например, сварные конструкции с трубчатым охладителем).

- Наши электродвигатели перед поставкой проверяются на уровень звукового давления. Если все-таки имеют место непонятные вибрации, то для определения источника необходимо сначала отсоединить электродвигатель от рабочей машины и снова запустить его. Если же уровень шума все-таки высокий, то причиной может быть несоответствие балансировки муфты или шкива (одна/две шпонки) балансировки электродвигателя или же то, что собственная частота фундамента лежит близко к собственной частоте электродвигателя. Чтобы правильно проверить качество балансировки самого электродвигателя, необходимо дать ему поработать со свободным валом и шпонкой (двумя шпонками) на нейтральной подкладке (например, резиновой плите или на резинометаллическом элементе) или в подвешенном состоянии на кране и измерить скорость вибрации (мм/с). Исходя из опыта, проблемы с фундаментом возникают только у двухполюсных электродвигателей, т.е. у электродвигателей с частотой вращения 3000 / 3600 мин$^{-1}$.

- Соединенные муфтой, т.е. радиально мало нагруженные электродвигатели, иногда несмотря на правильную балансировку имеют неожиданно высокую вибрацию. Причиной может быть, например, «прыганье» ротора внутри увеличенного воздушного зазора. Возможные способы устранения: установить другие подшипники с уменьшенным воздушным зазором. У машин с

двухрядными шарикоподшипниками, из которых один имеет осевое смещение: поджать этот подшипник тарельчатой пружиной или каким-либо аналогичным образом.

- Подшипники качения перед поставкой электродвигателя заполняются необходимым количеством консистентной смазки оптимального качества (спецификацию, при необходимости, можно запросить) для первичной смазки.
- Необходимо соблюдать план смазки и проведения технического обслуживания для подшипников качения и скольжения.
- Температура подшипника качения может быть на 50 K выше температуры охлаждающей жидкости, равной 40 °C. Более высокое значение, до 140 °C, возможно после консультации с нашей фирмой и при соблюдении определенных условий.
- Рабочая температура подшипников скольжения при продолжительном режиме работы не должна подниматься выше 75 °C (примерно на 10 K выше, если измерение производится непосредственно в нижнем вкладыше). В особых случаях обращайтесь к нам за консультацией. Подшипники скольжения должны постоянно контролироваться. В них устанавливается, как правило, измерительный резистор Pt100.
- У всех машин со съемными крышками подшипниковых узлов или корпусов необходимо следить за тем, чтобы они под нагрузкой были закрыты, т.к. в противном случае имеет место недопустимый перегрев.

5.4 Эксплуатация

Уровень вибраций согласно DIN ISO 10816-3 в диапазоне «удовлетворительно» ($v \leq 4{,}5$ мм/с) в присоединенном положении рабочей машины не должен вызывать опасений. При наличии каких-либо изменений по отношению к нормальному режиму эксплуатации, например, при повышении температуры, шума, вибраций в сомнительных случаях следует остановить машину и выявить причину с привлечением изготовителя. Не следует демонтировать защитные устройства, даже в случае проблемной работы. При сильном загрязнении следует регулярно очищать систему охлаждения.

5.5 Перерывы в эксплуатации

При длительных перерывах в эксплуатации (свыше 1 месяца) машину регулярно, приблизительно один раз в месяц, необходимо включать или, как минимум, проворачивать ротор; перед включением с целью повторного ввода в эксплуатацию необходимо соблюдать указания, приведенные в разделе 5.3 – «Запуск». Для машин с тормозом, последний необходимо снимать перед поворотом ротора.

Осторожно	При выключении машины на период более 12 месяцев необходимо провести мероприятия по защите от коррозии, выполнить консервацию, упаковку и сушку агрегатов.

Включение обогрева на период простоя установки

Если имеется система обогрева установки на время ее останова, обогрев необходимо включать на время перерыва в работе.

Выключение установки

Подробнее о соответствующих мероприятиях см. в главе 3.1 – «Транспортирование, хранение».

Устройство заземления вала

При использовании нетипичных устройств заземления вала на НРК-вала трехфазного двигателя/вкладыша подшипника с щетками в не закрытом и не уплотненном исполнении при продолжительных простоях на направляющей дорожке вала может образовываться коррозия. Ее необходимо удалить перед повторным пуском в эксплуатацию.

Смазка перед повторным пуском в эксплуатацию

Осторожно	При перерыве в работе более года перед новым включением необходимо провести дополнительную смазку. При этом следует провернуть вал, чтобы равномерно распределить смазку по подшипникам. Обратите внимание на интервалы смазки на табличке.

6 Техническое обслуживание и ремонт

6 Техническое обслуживание и ремонт

6.1 Техническое обслуживание

Указания, важные для обеспечения безопасности

 **Преду-преждение**	Перед началом любых работ на машине необходимо убедиться в том, что установка полностью выключена согласно имеющимся предписаниям. Наряду с цепями главного тока, следует обращать внимание на имеющиеся вторичные или дополнительные цепи, особенно на нагревательное устройство! Отдельные части машины могут нагреваться до 50 °C! Опасность ожога при прикосновении. Перед прикосновением проверьте температуру детали. При очистке необходимо следить за достаточной вытяжкой и соблюдать меры индивидуальной защиты, например, пользоваться защитными очками, фильтрующим респиратором и т.п.! Химические чистящие средства используйте с учетом мер предосторожности, указанных в инструкции. Химические средства не должны быть агрессивны по отношению к узлам и агрегатам и, в частности, к частям машины из полимерных материалов.

 **Преду-преждение**	**Опасность взрыва** При чистке сжатым воздухом пластмассовые детали могут накапливать статический заряд, что в свою очередь может приводить к возгоранию взрывоопасной атмосферы. Не используйте сжатый воздух для чистки пластмассовых деталей. Перед чисткой убедитесь, что вокруг машины отсутствуют газ или пыль.

Внимание	Поскольку эксплуатация производится в различных условиях, то здесь указаны лишь общие сроки бесперебойной эксплуатации.

6.2 Очистка двигателя

При очистке двигателя следует в первую очередь обратить внимание на очистку загрязненных и возможно закупоренных путей для воздуха и охлаждающих поверхностей. Области машины следует очищать сухим воздухом (сжатым воздухом или воздуходувкой). При этом пыль не должна попадать в подшипники. Давление не должно быть слишком высоким, чтобы пыль не продавливалась через уплотнение подшипника

6.3 Руководство по смазке и техническому обслуживанию подшипников качения

6.3.1 Общие положения

Подшипники качения являются прецизионными элементами. Существенное значение для надежной эксплуатации имеет правильная смазка. Кроме того, условием надежной эксплуатации является ровная работа без вибраций и соблюдении правильной нагрузки на подшипники.

Для смазки необходимо применять консистентные смазки, указанные на смазочных табличках. Таким образом, исключаются повреждения подшипников вследствие применения неправильной смазки. Необходимо также соблюдать установленные интервалы смазки. Чрезмерная смазка также наносит вред. Особые условия эксплуатации могут потребовать внесения корректировок в процесс смазки. Обращайтесь к нам за консультациями.

Внимание	Подшипниковая смазка через четыре месяца простоя машины теряет свои смазочные свойства, что требует введения новой смазки.

6.3.2 Машины без смазочного ниппеля

Как правило, первичного заполнения подшипника хватает на весь срок его службы. Если после продолжительного простоя водится новая смазка, то старую необходимо полностью удалить. При этом крышку подшипника и подшипник необходимо промыть бензином. После этого следует заполнить подшипник качения новой смазкой. Чрезмерное количество смазки приводит к недопустимому перегреву подшипника качения и этого следует в любом случае избегать.

После установки крышки подшипника на место, необходимо проверить легкость хода ротора от руки. Рекомендуется после этого наблюдать за работой подшипников, в частности, за уровнем шума и за возможным перегревом.

6.3.3 Машины со смазочным ниппелем и без удаления старой смазки

На электродвигателе имеется табличка, на которой указаны количество вводимой смазки и срок ее следующего добавления. После многократного добавления смазки необходимо снять наружные крышки подшипников и удалить оттуда использованную смазку.

После установки крышек на место необходимо проверить от руки легкость хода ротора.

Внимание	Смазку необходимо производить обязательно при работающей машине. В необходимых случаях для этого предусмотрены удлинительные втулки. Указанные втулки всегда должны быть заполнены смазкой!

6.4 Машины со смазочным ниппелем и самостоятельным регулированием количества смазки

Смазку следует производить при работающей машине. На машине имеются смазочные таблички. Установленный маслоразбрызгивающий диск подает смазку, выдавливаемую из подшипников качения, которая собирается в камере. Камера расположена определенным образом и определенным образом опорожняется. Первую проверку следует производить через 2...3 часа работы. Снимать крышку подшипника для этого не требуется.

- Камера смазки расположена под кожухом вентилятора, со стороны привода → Отверните болты, выньте камеру смазки и опорожните ее
- Камера смазки расположена под наружной крышкой подшипника → Выньте заслонку, опорожните камеру
- Камера смазки расположена под внутренней крышкой подшипника → Через отверстие в подшипниковом щите выньте заслонку и опорожните камеру
- Горизонтальные трубки расположены под кожухом вентилятора, со стороны привода → Выверните обе пробки, выдавите старую смазку с помощью стержня

Внимание	Чрезмерное количество смазки может приводить к перегреву подшипника! Лишняя смазка выходит через несколько часов работы. Для других конструкций имеются соответствующие указания. У двухполюсных машин вследствие высокой температуры подшипников при пуске необходимо применять смазку вязкостью < 130 сСт.

Внимание	В качестве стандартной смазки рекомендуется ESSO UNIREX N3. Хотя подшипники смазаны у изготовителя, новые подшипники необходимо смазать через несколько дней эксплуатации, чтобы гарантировать их длительный срок службы. Если интервалы смазки вследствие высокой температуры подшипника (> 85 °C) существенно сокращаются, необходимо применять высокотемпературные смазки, при этом необходимо соблюдать максимально допустимую температуру для применяемой смазки.

Смешиваемость

Если производится замена одного сорта смазки на другой, то необходимо учитывать их смешиваемость. Если смешиваются друг с другом несовместимые смазки, то в результате может образоваться смесь с измененными свойствами и максимально допустимая температура по сравнению с оригинальной смазкой может понизиться до такого значения, при котором могут иметь место повреждения подшипника. Смазки, имеющие одинаковое мыло и одну и туже основу, могут смешиваться без каких-либо последствий. Можно смешивать смазку на литиевой основе с другой смазкой также на литиевой основе. Смазки на основе кальция и лития в общем случае также смешиваются, но не смешиваются со смазкой основе натрия. Смеси могут понижать температуру каплепадения. Современные высокоэффективные смазки при смешивании с другими смазками в значительной степени теряют свои положительные свойства. До и после введения смазки необходимо убедиться в безупречном ходе машины путем прикладывания слуховой трубки или с помощью SPM-измерительных приборов.

6.4.1 Указания по техническому обслуживанию свободностоящих приводов

Машины, находившиеся длительное время под воздействием экстремальных климатических условий и не работавшие при этом (температура помещения 40...45 °C и относительная влажность более 95 %), могут эксплуатироваться при сопротивлении изоляции 0,5 MΩ, если они не имеют загрязнений.

При эксплуатации электродвигателей на открытом воздухе без защитной крыши (только у электродвигателей с минимальной степенью защиты IP44 и нормальными климатическими условиями) требуется дополнительное техническое обслуживание, особенно при длительном простое. Такие электродвигатели для снижения коррозионного воздействия вследствие конденсации и дождевой воды должны один раз в месяц работать в течение одного часа. При простое электродвигателей зимой необходимо исключать возможность блокирования наружного вентилятора снегом и льдом.

6.5 Инспекции

6.5.1 Указания по проведению инспекций

Неисправности

При неисправностях или экстраординарных условиях эксплуатации, создающих серьезные избыточные нагрузки для электрической и механической части машины (например, перегрузка, короткое замыкание), следует немедленно провести осмотр.

Указания по инспекции подшипников качения

При проведении инспекций и осмотров, как правило, не требуется разборка машины. Разборка требуется в первый раз при замене подшипников.

Осторожно	Необходимые интервалы дополнительной смазки подшипников качения отличаются от интервалов инспекций, что необходимо учитывать особо.

Осторожно	Камеры сбора старой смазки подшипников качения могут вместить старую смазку лишь в течение нескольких периодов смазки. При заполнении камеры перед началом смазки ее необходимо опорожнить, поскольку иначе смазка будет поступать в корпус машины. Признаком наполнения смазкой является ее появление на подшипнике или выступание во время дополнительной смазки.

6.5.2 Первая инспекция после монтажа или ремонта

Точки инспекции

Примерно через 500 часов эксплуатации, но не позднее чем через год работы, необходимо проверить, чтобы:

- Сохранялись электрические параметры машины.
- Температура подшипников не превышала допустимые пределы.
- Не ухудшались шумовые характеристики машины.

В неработающем состоянии проверьте, чтобы:

- В фундаменте не появились провалы и трещины.

Прочие проверки могут вытекать из дополнительных руководств по эксплуатации или в соответствии со специфическими условиями работы установки. Недопустимые отклонения или изменения, возникшие при проверке, следует немедленно устранить.

6.5.3 Основная инспекция

Точки инспекции

Примерно через 16 000 часов эксплуатации, но не позднее чем через два года работы, необходимо проверить, чтобы:

- Сохранялись электрические параметры машины.
- Температура подшипников не превышала допустимые пределы.
- Не ухудшались шумовые характеристики машины.

В неработающем состоянии проверьте, чтобы:

- В фундаменте не появились провалы и трещины.
- Положение машины находилось в пределах установленных допусков.
- Все болты крепления механических, а также электрических соединений были надежно затянуты.
- Сопротивление изоляции обмоток было достаточно высоким
- Имеющаяся изоляция подшипников не шунтировалась.
- Провода и изолированные части находились в технически исправном состоянии и не меняли своего цвета.

6.5.4 Технический осмотр водяного радиатора (тип DWK)

Проверка наличия просачивающейся воды

При каждом техническом осмотре проверяйте, нет ли просочившейся воды в приставке кожуха.

1. Удалите соответствующую крышку в приставке кожуха.
2. Если через отверстие вытекает вода, то установите причину и незамедлительно устраните ее.
3. Снова установите крышку в приставку кожуха.

Очистка системы охлаждения

Для функционирования системы охлаждения машины требуется отсутствие загрязнений охлаждающих контуров, например, на решетках, в каналах, на ребрах, в трубах.

- Регулярно очищайте охлаждающие контуры и удаляйте загрязнения.
- Очищайте решетки и охлаждающие ребра от пыли и загрязнений.

Очистка теплообменника

- Очищайте водяной радиатор в соответствии с инструкциями изготовителя радиатора. Там приведены условия, которые необходимо соблюдать, и возможные способы очистки труб радиатора.

Преду-преждение	**Присоединительные фланцы водяного радиатора не предназначены для подъема или опирания** Присоединительные фланцы не являются достаточно прочными, чтобы выдерживать большие нагрузки. Водяной радиатор может упасть. Следствием этого могут быть смерть, тяжкие телесные повреждения и материальный ущерб. Не опирайте водяной радиатор на присоединительные патрубки для трубопроводов охлаждающей воды и не подвешивайте за них водяной радиатор.

6.6 Ремонт

6.6.1 Подготовка к ремонту

Рекомендации по обеспечению безопасности

Внимание	Если необходима транспортировка машины, см. главу 3.1 – «Транспортирование, хранение».

Преду-преждение	При вертикальном расположении машины ремонт направляющего подшипника следует проводить после обеспечения устойчивости ротора. При строповке роторов необходимо учесть следующее: центрирующие элементы на концах вала имеют глубоко сидящую резьбу, т.е. рым-болты согласно DIN 580 здесь не подходят, поскольку имеют лишь несколько витков резьбы. В зависимости от веса ротора и направления нагрузки иногда требуется применение других соответствующих элементов с длиной ввинчивания > 0,8 · диаметр резьбы.

При проведении работ на взрывозащищенных машинах следуйте указаниям IEC/EN 60079-19:

Преду-преждение	Ремонт устройства подогрева при неработающей машине и последующая затем проверка могут производиться только электриками-специалистами службы сервиса фирмы HELMKE, т.к. для этого требуются специальные знания и квалификация.

6.6.2 Разборка

Чертежи и спецификации деталей не содержат подробной информации о виде и размерах крепежных элементов и т. п. В связи с этим при демонтаже необходимо однозначно определить их принадлежность и обозначить соответствующим образом для последующей сборки.

Для демонтажа центрированных деталей необходимо использовать отжимные винты или соответствующие съемные приспособления. Перед отжатием закрепленных резьбой деталей два верхних крепежных винта необходимо заменить длинными винтами или шпильками, которые будут держать соответствующую деталь после отжатия.

 **Преду-преждение**	При выполнении работ на направляющем подшипнике при вертикальном положении машины ротор должен иметь опору или должен быть разгружен.

6.6.3 Указания по демонтажу

Подшипниковые узлы

Для правильной сборки рекомендуется обозначить детали подшипниковых узлов.

6.6.4 Сборка

Уплотнение

Стыки между деталями (например, между корпусами, подшипниковыми щитами и подшипниковыми вставками) очистите и уплотните эластичным герметиком, например, Hylomar MQ32 (Правила применения и меры предосторожности указаны на упаковке).

Проверьте имеющиеся уплотнительные элементы на клеммной коробке и приставке корпуса и, в случае недостаточной эффективности, заменить их. Используйте только проверенные уплотнительные элементы!

Установка подшипников качения

Перед монтажом подшипника проверьте, чтобы расположенные на валу внутри подшипника детали были установлены!

При сборке и во время монтажа соблюдайте предельно возможную аккуратность и чистоту. При монтаже подшипники качения подогрейте в масле или воздухом до температуры около 80 °C, а затем установите их на вал. Избегайте сильных ударов, т. к. в противном случае подшипники получают повреждения. Подшипники заполните предписанной консистентной смазкой.

6.6.5 Ремонт водяного радиатора (тип DWK)

Демонтаж

1. Соблюдайте инструкции изготовителя водяного радиатора.

2. Закройте подводящие и отводящие трубопроводы и опорожните водяной радиатор при помощи устройства для опорожнения.
3. Отсоедините водяные трубопроводы.
4. Отсоедините крепежные устройства водяного радиатора.
5. Немного вытяните водяной радиатор из приставки кожуха за его основные прицепные элементы, например, подъемные проушины, при помощи подъемного устройства. Применяйте пригодные для этого направляющие устройства для троса или распорные элементы.
6. На водяном радиаторе имеются дополнительные прицепные элементы для его подвешивания. Зафиксируйте водяной радиатор при помощи дополнительной стропы и вытягивайте его дальше. Подвесьте водяной радиатор на дополнительных прицепных элементах.
7. Когда водяной радиатор будет полностью вытянут, подвесьте его на основных прицепных элементах, например, подъемных проушинах задней стороны, и осторожно его опустите.

 **Преду-преждение**	**Присоединительные фланцы водяного радиатора не предназначены для подъема или опирания** Присоединительные фланцы не являются достаточно прочными, чтобы выдерживать большие нагрузки. Водяной радиатор может упасть. Следствием этого могут быть смерть, тяжкие телесные повреждения и материальный ущерб. Не опирайте водяной радиатор на присоединительные патрубки для трубопроводов охлаждающей воды и не подвешивайте за них водяной радиатор.

Монтаж

1. Поднимите водяной радиатор за основные прицепные элементы, например, подъемные проушины, и вдвиньте его в приставку кожуха. Зафиксируйте его на дополнительном прицепном элементе. Направляющая планка водяного радиатора предохраняет его при вдвигании от бокового проскальзывания.
2. Когда водяной радиатор будет полностью вдвинут, затяните крепежные устройства водяного радиатора. При закреплении обратите внимание на правильное расположение крепежных элементов, например, установочных планок и сферических шайб. Следует соблюдать максимальный момент затяжки крепежных болтов.
3. Присоедините водяные трубопроводы. Удалите воздух из водяного радиатора при помощи устройства для удаления воздуха (см. раздел 3.9 – «Подключение водоснабжения (тип DWK)»)

4. Откройте подводящие и отводящие трубопроводы.

6.7 Моменты затяжки болтовых соединений

Таблица: Моменты затяжки болтовых соединений электрических соединений клеммных коробок (кроме клеммных планок)

Момент затяжки [Н·м]	Резьба						
	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16
	1,2	2,5	4	8	13	20	40

Таблица: Моменты затяжки болтов на присоединительных коробках, табличках подшипников и болтовых соединений защитных проводов

Момент затяжки [Н·м]	Резьба							
	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20
	3	5	9	24	42	70	165	340

Таблица: Моменты затяжки кабельных болтовых соединений из металла

Момент затяжки [Н·м]	Резьба						
	M12x1,5	M16x1,5	M25x1,5	M32x1,5	M40x1,5	M50x1,5	M63x1,5
	6	7,5	9	12	12	14	14

Таблица: Моменты затяжки кабельных болтовых соединений из пластмассы

Момент затяжки [Н·м]	Резьба						
	M12x1,5	M16x1,5	M25x1,5	M32x1,5	M40x1,5	M50x1,5	M63x1,5
	3	3	3	6	6	6	6

6.8 Неисправности в работе

6.8.1 Неисправности электродвигателей

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
Электродвигатель не запускается	Обрыв провода	Проверьте присоединения и места расположения клемм, при необходимости, исправьте
	Выход из строя предохранителя линии	Замените предохранитель
	Сработала защита электродвигателя	Проверьте правильность настройки защиты электродвигателя
	Не включается контактор электродвигателя	Проверьте настройку защиты электродвигателя
	Неисправность в системе управления или в процессе управления	Проверьте последовательность включения, при необходимости, исправьте
Электродвигатель не работает или запускается с трудом	Мощность электродвигателя рассчитана на схему треугольника, а включение производится по схеме звезды	Переключите схему со звезды на треугольник, проверьте схему
	Мощность электродвигателя рассчитана на схему двойной звезды, а включение производится по схеме обычной звезды	Переключите схему со звезды на двойную звезду, проверьте схему
	Напряжение или частота сильно отличаются, как минимум, при включении, от заданного значения	Следите за правильным состоянием сети, уменьшите нагрузку сети, проверьте сечение проводов, при необходимости проложите провода с увеличенным сечением
Электродвигатель не запускается по схеме звезды, а только по схеме треугольника	Крутящий момент по схеме звезды не достаточен	Если ток включения в схеме треугольника не достаточен (проверьте предписания поставщика электроэнергии), включите непосредственно на треугольник;
		Проверьте документацию и, при необходимости, установите электродвигатель большего габарита или другое электрооборудование
	Неисправность в контактах реле переключения звезда/треугольник	Проверьте реле, при необходимости замените, проверьте присоединения
Неверное направление вращения	Электродвигатель неправильно присоединен	Поменяйте две фазы на подводе к электродвигателю
Электродвигатель гудит и потребляет большой ток	Повреждение обмотки	Электродвигатель необходимо сдать в ремонт
	Ротор задевает	
Срабатывают предохранители или срабатывает защита электродвигателя	Короткое замыкание на подводе к электродвигателю	Устраните короткое замыкание
	Неправильное присоединение проводов	Исправьте схему подключения
	Короткое замыкание в электродвигателе	Неисправность устраните в мастерской
	Короткое замыкание на землю	
Значительное снижение числа оборотов под нагрузкой	Перегрузка электродвигателя	Проверьте мощность, проверьте расчеты и при необходимости установите электродвигатель большего габарита или снизьте нагрузку
	Снижение напряжения	Проверьте сечение подводящих проводов, при необходимости проложите провода с большим сечением

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
Электродвигатель сильно нагревается (измерьте температуру)	Перегрузка	Измерьте мощность, проверьте расчеты и, при необходимости, установите электродвигатель большего габарита или снизьте нагрузку
	Недостаточное охлаждение	Улучшите подвод охлаждающего воздуха или освободите пути подвода воздуха, при необходимости, подведите внешний вентилятор. Проверьте воздушный фильтр, при необходимости очистите его или замените
	Слишком высокая температура окружающей среды	Следите за допускаемыми значениями температуры, при необходимости, уменьшите нагрузку
	Электродвигатель включен по схеме треугольника вместо предусмотренной звезды	Исправьте схему подключения
	Подводящий провод имеет не надежное крепление (отсутствует одна фаза)	Устраните не надежное крепление, проверьте подключения
	Вышел из строя предохранитель	Выявите и устраните причину (смотри выше); замените предохранитель
	Напряжение сети отличается более чем на 5 % (диапазон A) / 10 % (диапазон B) в соответствии с IEC/EN 60034-1 от напряжения электродвигателя.	Адаптируйте электродвигатель к напряжению сети
	Превышение номинального режима работы (от S1 до S10, IEC/EN 60034-1) например, вследствие слишком большой частоты включения	Адаптируйте номинальный режим работы электродвигателя к требуемым производственным условиям, при необходимости, привлеките для решения вопроса специалиста
Слишком высокий уровень шума	Шарикоподшипник пережат, загрязнен или поврежден	Отрегулируйте взаимное положение электродвигателя и рабочей машины, проверьте подшипники качения, при необходимости, замените.
	Вибрация вращающихся частей	Выявите причину, при необходимости, устраните дисбаланс
	Посторонние предметы на подводе охлаждающей среды	Очистите пути подвода охлаждающего воздуха

7 Дополнительные указания для взрывозащищенных электродвигателей

7 Дополнительные указания для взрывозащищенных электродвигателей

7.1 Общие положения

Эксплуатация электродвигателей подчиняется правилам эксплуатации электроустановок во взрывоопасных помещениях. При монтаже таких электродвигателей необходимо соблюдать условия согласно IEC/EN 60079. Определение степени взрывоопасности производственного помещения осуществляется исключительно соответствующими компетентными органами надзора.

При установке электродвигателей за границей действуют предписания соответствующей страны.

7.2 Опасность воспламенения

Критерии деления на соответствующие зоны не гармонизированы, а оценка производственных рисков, местных условий эксплуатации и разнообразных методов контроля не является единой. В соответствии с этим временные меры, рекомендованные органами надзора, в зависимости от ведомственной компетентности частично отличаются друг от друга. По этой причине изготовитель не может привести здесь какие-либо общие рекомендации.

Указание	Обязательное заявление об имеющихся местных факторах риска и рекомендуемых мероприятий по их предупреждению может осуществляться эксплуатационником только при согласовании с ведомством надзора, ответственным за соответствующую установку. Для оценки специфичной для данной установки опасности воспламенения могут привлекаться оценки риска из стандарта IEC/EN 60079-15.

7.3 Монтаж и присоединение

Благодаря закрытому исполнению корпуса машины ее внутренний объем не привязан к условиям вентиляции, существующим на месте установки машины. Это означает, что существует возможность того, что критерии классификации зоны 2 согласно IEC/EN 60079-10 не соблюдаются внутри корпуса машины.

Если поставленные вместе с машиной вводы проводов заменяются или используются не все вводы, необходимо сертифицировать и маркировать применяемые конструктивные элементы для их применения в зоне 2. Здесь необходимо проверить, чтобы соблюдались условия для установки и эксплуатации, установленные в соответствующем свидетельстве.

7.4 Режим эксплуатации

 **Преду-преждение**	**Опасность взрыва** Благодаря закрытому исполнению корпуса машины ее внутренний объем не привязан к условиям вентиляции для классификации зоны 2 согласно IEC/EN 60079-10. По этой причине во время пуска машины необходимо обеспечить, чтобы в корпусе машины отсутствовала взрывоопасная атмосфера. Если это надежно не обеспечивается, мы рекомендуем предварительно продувать корпус машины. Для этого на машине существует соответствующий вход и выход для продувки. Параметры для предварительной продувки и расположение входного и выходного отверстий указаны на табличках на корпусе машины. Закройте указанные отверстия перед включением машины. Если продувка не предусматривается или не проводится, необходимо провести анализ в отношении риска воспламенения в соответствии с IEC/EN 60079-15 с учетом имеющихся условий эксплуатации. Ответственность за это несет эксплуатационник.

 **Преду-преждение**	Для предотвращения проникновения или всасывания взрывоопасной среды в корпус машины во время перерывов в работе или во время кратковременного отключения целесообразно принять необходимые меры, согласовав эти действия с технадзором, например, создать избыточное давление (рекомендуется ≥ 50 Па; ≥ 0,5 мбар) во внутреннем пространстве для компенсации утечек, либо провести вентиляцию помещения, где установлена машина (смотри указания в IEC/EN 6007910, раздел «Вентиляция»). Для подключения трубопровода в целях предотвращения разрежения в корпусе машины имеется резьбовое отверстие. Резьбовое отверстие обозначено табличкой и заглушено резьбовой пробкой.

 **Преду-преждение**	В качестве газа для защиты от воспламенения применяется воздух, который соответствует требованиям изготовителя взрывозащищенных систем. В случае применения другого газа для защиты необходимо следить за тем, чтобы газ в процессе продувки и эксплуатации не причинял вреда обслуживающему персоналу.

7.5 Защита электродвигателя

При непосредственном включении защитные устройства необходимо установить так, чтобы после срабатывания все внешние провода отключались.

Устройство защиты от перегрузок: расцепитель с выдержкой времени или реле должны быть отрегулированы на номинальный ток электродвигателя. Их

необходимо выбирать так, чтобы электродвигатель даже в случае короткого замыкания был термически защищен (т.е. при заторможенном роторе).

Указанное требование считается выполненным, если время срабатывания, которое можно получить из характеристики срабатывания (начальная температура 20 °C) для отношения $I_{пуск}/I_{номинал,}$ не больше, чем время нагрева $t_{нагрев}$, заданное для соответствующего класса температуры.

Непосредственный контроль температуры: если защита электродвигателя производится исключительно путем непосредственного контроля температуры, то соответствующие данные приведены на дополнительной табличке, расположенной на электродвигателе. Тепловая защита электродвигателя состоит из датчиков температуры (например, терморезисторов согласно DIN 44081), которые обеспечивают защиту от взрыва только в сочетании с пусковыми аппаратами, допущенными испытательной станцией, аккредитованной ЕС, и имеющими, например, знак контроля PTB 3.53 – PTC/A.

7.6 Ремонтные работы общего характера

К ним относятся работы, не влияющие на защиту от взрыва, которые могут проводиться без соблюдения правил, касающихся электроустановок, эксплуатируемых во взрывоопасных помещениях, например:

- Замена уплотнений.
- Ремонт или замена вентиляторов или их кожухов.
- Замена подшипников.
- Замена клеммников.

7.7 Специальные ремонтные работы

К ним относятся работы, которые существенно влияют на защиту от взрыва. К таким работам относятся, в частности, все виды ремонта обмоток статора и ротора. Если такие работы проводятся не нами, то они должны проводиться признанными специалистами.

Проведенные специальные работы по ремонту согласно EC/EN 60079-19 указываются на табличке, закрепленной на электродвигателе.

7.8 Шунтирование изоляции подшипников

Изолированный на стороне РК-вала подшипник обычно является электрически проводимым, чтобы держать ротор на потенциале корпуса.

 **Преду-преждение**	Удаление установленного на заводе мостика изолированного подшипника на стороне РК-вала ведет к образованию разницы потенциалов между ротором и заземленной машиной. Как следствие это приводит к образованию искр, которые во взрывоопасной атмосфере приводят к воспламенению газа. Кроме того, при этом существует опасность электрического удара. Шунтирование изоляции подшипников на стороне РК-вала во время эксплуатации вскрывать не разрешается.

При специальном исполнении, например, при работе с преобразователем частоты, вал заземляется через устройство заземления на стороне РК-вала или НРК-вала.

 **Осторожно**	При исполнении с устройством заземления вала и изолированными подшипниками на стороне РК- и НРК-вала шунтирование изолированного подшипника приводит к образованию электрического тока, протекающего через корпус машины. Изоляция подшипников во время работы не должна электрически шунтироваться. Держите места изоляции чистыми.

8 Приложения